

ISSN 0122-9982

PL 030

# DAHLIA

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE ICTIÓLOGOS



No. 5, marzo 2002

# DAHLIA (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)

## Consejo Directivo

### PRESIDENTE

Carlos A. Ardila Rodríguez

### PRESIDENTE HONORARIO

Plutarco Cala Cala

### VICEPRESIDENTE

Arturo Acero P.

### CONSEJEROS

Víctor J. Atencio G.

Adriana Santos M.

### FISCAL

Francisco A. Villa N.

### SECRETARIO

Marcela Grijalba

### EDITOR EN JEFE

Plutarco Cala Cala

### TESORERO

Plutarco Cala Cala

La revista está interesada en publicar todos los aspectos de la investigación sobre peces colombianos y de cueucas compartidas con países vecinos, pero principalmente los trabajos presentados en las reuniones periódicas de la Asociación Colombiana de Ictiólogos (ACICTIOS).

Incluye tópicos específicos sobre: ecología básica y aplicada, etología, genética, fisiología, evolución, morfología 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 los 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 parte de los gastos de la publicación, al costo más bajo posible. No obstante, la falta de fondos no es obstáculo para que no se publique un buen artículo.

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

Dahlia es incluida en el índice del Zoological Record, distribuido a nivel mundial como bibliografía impresa, servicio en línea y CD Rom.

Los **manuscritos** deben ser enviados al editor:

**Plutarco Cala Cala**

Departamento de Biología

Universidad Nacional de Colombia

A.A. 14490 Bogotá, D.C.

Tel. 316 5237, Fax. 316 5310

e-mail: plutarco\_cala@hotmail.com

**Suscripción:** Dirigirla al editor. Ésta tiene un valor de \$20.000 (US\$15 al exterior) por número, inclusive correo certificado.

**Diseño:** Plutarco Cala, Universidad Nacional de Colombia.

## CONTENIDO

Homenaje al Profesor Dr. Plutarco Cala Cala.....	3-9
ARDILA RODRÍGUEZ, C.A. <i>Lebiasina nariñensis</i> , una nueva especie de pez para Colombia (Teleostei: Characiformes, Lebiasinidae).....	11-18
ROJAS, Y., K. BARBOSA & J. F. GONZÁLEZ. White Cachama ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) as a Bioindicator of Cadmium-Polluted Waters.....	19-25
OCHOA, D. M., L. C. PEÑA & J. F. GONZÁLEZ. Waterborne Nitrite Exposure on White Cachama, <i>Piaractus brachypomus</i> .....	27-31
CALLE, D. Estimación de la heredabilidad de la talla de bocachico, <i>Prochilodus magdalenae</i> , existente en el centro de estudios hidrobiológicos de la c.v.c en Buga, Colombia.....	33-36
GONZÁLEZ, J. A. & J. E. FORERO. Piscicultura en el departamento del Atlántico, Caribe colombiano.....	37-40
MONTEJO, J., R. ROSADO & J. A. GONZÁLEZ. Evaluación del semen de capitán de la sabana, <i>Eremophilus mutisii</i> (Pisces: Trichomycteridae)..	41-47

## **Evaluadores, Dahlia No. 5, 2002**

Sinceros agradecimientos a los siguientes especialistas por su colaboración en el proceso de evaluación de los manuscritos publicados en este número.

Profesor Arturo Acero P.

Profesora Consuelo Burbano

Profesor Plutarco Cala C.

Profesor Néstor H. Campos C.

Profesor Jorge E. Forero U.

ISSN

0122-9982

### **Impresión**

Universidad Nacional de Colombia

EDITORIAL UNIBIBLOS

E-mail: [unibiblo@dnie.unal.edu.co](mailto:unibiblo@dnie.unal.edu.co)

Bogotá, D.C. Colombia



## HOMENAJE AL PROFESOR DR. PLUTARCO CALA CALA

Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá d.c.



Dr. Plutarco Cala Cala

La Asamblea General de la Asociación Colombiana de Ictiólogos —ACICTIOS, en su reunión del día 18 de abril de 1999, Acta 05, y del Consejo Directivo del día 8 de noviembre de 1999, Acta 06, acuerdan rendir homenaje al doctor Plutarco Cala Cala durante la celebración del VI Simposio Colombiano de Ictiología llevado a cabo en el Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede de Bogotá, agosto 16-18 de 2001, con la siguiente motivación:

*“La Asociación Colombiana de Ictiólogos confiere al doctor Plutarco Cala Cala la máxima distinción que la Asociación confiere a sobresalientes científicos en el campo de la ictiología —EL PEZ DORADO AL MÉRITO— en reconocimiento a su excepcional labor científica, a su extraordinaria voluntad de servicio a la sociedad colombiana y gratitud con la Asociación”.* Dado en Bogotá, D.C., a los 17 días del mes de agosto de 2001.

### Palabras del Presidente de ACICTIOS Dr. Carlos Ardila Rodríguez en la apertura del simposio:

Hablar del doctor Plutarco Cala, es hablar de la misma ictiología colombiana y de sus progresos

a nivel científico. Ha sido un investigador ejemplar para todos aquellos que hemos conocido su ardua y persistente labor en el campo y en la academia. Sus publicaciones son sencillas, serias y de un profundo contenido científico, que las hacen amenas al lector que busca allí nuevos resultados para aprender y comparar. Es el investigador auténticamente colombiano, que se interna en el desierto, la selva, los andes o la llanura, cruzando veredas, municipios, ciudades; quebradas, arroyos, lagos, lagunas o ríos caudalosos, en busca de especímenes, poblaciones o comunidades ícticas de su interés, con el fin de explorar toda su estructura, y comprender la biodiversidad y ecología que acompaña toda esa red de adaptaciones en un ecosistema de aguas continentales. Nada lo ha detenido para conseguir sus sueños, trabajando en su profesión que más ama —la ictioecología. Ha logrado hacer escuela, formando científicos jóvenes con la dirección de alrededor de 40 tesis profesionales y de postgrado, y así se ha ganado la admiración de todos aquellas personas que logran conocerle, compartir su experiencia, e intercambiar puntos de vista profesionales en diversos temas zoocológicos.

Desde cuando salió para Suecia en 1962 en busca de una formación científica universitaria sólida, siempre pensó en volver a su amada Colombia, tierra que lo vio nacer, y que hoy le rinde un homenaje como uno de sus científicos más respetados e ilustres de este país, y reconocido internacionalmente. Un ictiólogo que hizo conocer nuestra ictiofauna fuera de nuestras fronteras para orgullo nuestro y latinoamericano; porque es el colombiano que ha hecho grandes aportes a nuestra ciencia ictioecológica de aguas dulces.

La fundación y presidencia de la Asociación Colombiana de Ictiólogos –ACICTIOS, son una clara demostración de lo que ha sido capaz de hacer el doctor Plutarco Cala Cala; y que al llegar a su VI Simposio en agosto de 2001, logró un sueño hecho realidad desde cuando lo iniciamos en Melgar, un 16 de mayo de 1994. Desde las bravas tierras de Santander, hasta Suecia, Dinamarca, Gran Bretaña, Holanda, Alemania, Austria, Estados Unidos y Argentina, han visto en él, el hombre de ciencia, de carisma, aquella persona que lleva dentro de sí ese ángel que lo hace grande para orgullo de nosotros los ictiólogos, para su patria chica y para nuestra amada Colombia.

**Plutarco Cala Cala**, nació en octubre 25 de 1938, Palmar (Santander), Colombia. Casado, Anita Cala-Warnholtz, 2 hijas —Annika & Caroline. Profesor Honorario (*Professor Emeritus*).

**Educación:** Geología y Zoología, 1959-1962, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; Beca del Banco de la República de Colombia, 1962-1964, y de Swedish International Development Authority, 1964-1968, Filosofía Licentiat *Summa Cum Laude*, 1968, Department of Animal Ecology, Lund University, Lund, Sweden; PhD, 1975, Department of Ecology, Lund University, Sweden.

**Carrera:** Research Assistant, 1965-1967, Zoological Institute, Lund University; Profesor Asistente, 1968-1972, Director Departamento de Biología, 1972-1974, Profesor Asociado, 1972-1979, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; Profesor Visitante, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, periodo corto 1973, Philadelphia, USA; Amannensis, 1974-1975, Department of Ecology, Lund University; Profesor Visitante, U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, corto tiempo 1978, Washington D.C.; Profesor Visitante, Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, corto tiempo 1978, Alabama, USA; Profesor Visitante, Department of Ecology, 1980-1983, Lund University; Profesor Asociado, 1984-1997, Uni-

versidad Nacional de Colombia, Bogotá; Estudios Ecológicos & Impacto Ambiental Construcción Gasoducto, Perforación Petrolera, Embalses, tiempo parcial 1977-1992, Colombia; Profesor Visitante, Royal Museum of Natural History, Leiden, Institute of Taxonomic Zoology, University of Amsterdam, Amsterdam, Holanda, corto tiempo 1987; Museum of Natural History, Viena, Austria, corto tiempo 1987; Becario del Swedish Institute, para adelantar una visita de estudios a: Swedish Veterinary Institute, Section of Fish Pathology, Uppsala University, Uppsala, Department of Aquaculture, Umeå University of Agricultural Sciences, Umeå, y otros centros de Acuicultura, Suecia, junio de 1988; Profesor Visitante, Division of Chemical Ecology and Ecotoxicology, Department of Ecology, Lund University, Suecia, tiempo parcial 1993-1995; Fundador Asociación Colombiana de Ictiólogos —ACICTIOS— y primer Presidente, 1991-2001; Presidente Honorario Asociación Colombiana de Ictiólogos, a partir de agosto de 2001; Fundador y Editor en Jefe de Dahlia —Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos, 1996— presente.

**Publicaciones:** Cerca de 70 publicaciones científicas en Revistas Profesionales y presentaciones en congresos sobre ecología de peces de agua dulce, reproducción y sistemática de peces, diversidad íctica, limnología, residuos organoclorados y mercurio en peces de los ríos Magdalena y Meta.

**Honores y menciones:** Växjö Rotary Clubb Award al estudiante de postgrado extranjero sobresaliente del año, 1968, en la Universidad de Lund, Suecia; Mención de Excelencia en la Producción Científica y Enseñanza, 1989, 1990, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; Presidente de la Asociación Colombiana de Ictiólogos; Mención del Consejo Municipal de la Ciudad del Socorro, Santander, por la Excelente Producción Científica, 1990, Colombia; Profesor Honorario (Emeritus), 1997, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá; El Pez Dorado al Mérito, Asociación Colombiana de Ictiólogos, Colombia.

**Asociaciones:** Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; European Ichthyological Union; American Society of Ichthyologists and Herpetologists; Neotropical Ichthyological Association; Asociación Colombiana Ictiólogos.

**Quién es quién:** A World Census of Tropical Ecologists, 1977, Institute of Ecology, The University of Georgia, Athens, USA; The Coimbra Group Universities, 1989, "Europe 93" - Coimbra Group, Foreign Office, European Union; The American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Copeia, Supplement Memberlist; Systematic Zoology, Newsletter; European Ichthyological Union, Individual Memberlist and Main Research Activities, 1991, Newsletter 2; Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, desde 1990; The Zoological Record, Section Pisces, periódicamente desde 1970; 2000 Outstanding Scientists 20<sup>th</sup> Century, Second Edition, 2001; VI Simposio Colombiano de Ictiología: Homenaje al Profesor Doctor Plutarco Cala Cala, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., agosto de 2001. p. 4-11.

## Publicaciones

Entre las investigaciones publicadas por el doctor Plutarco Cala Cala, es digno destacar las descripciones nuevas para la ciencia de especies y un género, así como sus estudios ictiofaunísticos y ecológicos en el sur de Suecia, la Orinoquia y sistema del Río Magdalena.

Sobresalen los estudios sobre ecología de poblaciones y comunidades ícticas, reproducción y cambios cíclicos histomorfológicos anuales en gónadas, y patrones en la respiración aérea secundaria de peces de agua dulce. Sus investigaciones ambientales recientes se relacionan con contaminantes orgauoclorados lipofílicos persistentes (DDT, PCBs) y mercurio, en peces epicontinentales en los ríos Magdalena y Meta. A continuación se citan cronológicamente, indicando en paréntesis el orden de los autores:

1. 1968 (Cala, P.) Ecology of the ide *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, South Sweden. PhD thesis, Lund University, Lund, Suecia. 114 p.
2. 1970 (Cala, P.) Programas y experiencias del desarrollo en la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias 1965-1970. Consejo de Investigación y Desarrollo Científico, UN. 2. Inf. Preliminar - Tomo II, jul-dic. 1970. P. 45-52.
3. 1970 (Cala, P.) The development of the oocytes and seasonal changes in the ovary of the ide *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, South Sweden. *Caldasia* X (50): 579-594.
4. 1970 (Cala, P.) On the ecology of the ide *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, South Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm*, 50: 45-99.
5. 1970 (Cala, P.) Sobre la explotación y control de la fauna amazónica. In: J.M. Idrobo (ed.) II Simposio y Foro de Biología Tropical Amazónica. *Asoc. pro Biol. Trop. (Biotrópica)*. P. 145-151.
6. 1991 (Cala, P.) Effects of alcohol on length and weight of young-of-the-year ide *Idus idus* (L.) and roach *Rutilus rutilus* (L.). *Caldasia* XI (51): 193-201.
7. 1971 (Cala, P.) Scale formation as related to length of young-of-the-year ide *Idus idus* (L.) and roach *Rutilus rutilus* (L.). *J. Zool., London*, 165: 337-341.
8. 1971 (Cala, P.) Size and age at maturity, ripening and fecundity of the ide *Idus idus* (L.). *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm*, 51: 31-46.
9. 1971 (Cala, P.) La contaminación de las aguas por el uso de productos químicos en la agricultura. In: UNESCO (ed.) Seminario Regional de Estudios Integrados sobre Ecología, Buenos Aires 15 jun-8 jul 1970. Montevideo. P. 290-295.

10. 1971 (Cala, P.) Estudios ictiológicos colombianos. I. presencia de *Osteoglossum* en los Llanos (Orinoquia). *Lozania* (Acta Zool. Col.) 18: 1-8.
11. 1974 (Cala, P.) La pesca con electricidad en Colombia. *Ecología Tropical* 1 (2): 80-90.
12. 1974 (Cala, P.) La ictiofauna dulciacuícola colombiana como parte de un estudio integrado en la explotación y uso racionales de los recursos naturales. V Mesa Redonda Panamericana y I Colombiana sobre Recursos Naturales, Bogotá mayo 1971. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Santiago de Chile, Chile. Publ. 358: 209-218.
13. 1974 (Blanco, M.C. & P. Cala). Contribución al conocimiento de la sardina *Astyanax bimaculatus* (L., 1758 (Characidae: Pisces), del Caño Pachiaquiarito, Meta, Colombia. *Ecol. Trop.* 1 (2): 1-34.
14. 1976 (Cala, P.) Age at maturity, testicular development and seasonal changes in the testes of the ide *Idus idus* (L.) (Pisces, Cyprinidae) in the River Kävlingeån, South Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm*, 55:5-14.
15. 1977 (Cala, P.) Los peces de la Orinoquia Colombiana: Lista preliminar anotada. *Lozania* (Acta Zool. Col.) 24: 1-21.
16. 1981 (Cala, P.) Catálogo de los ejemplares tipo en la colección de peces del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia. *Lozania* (Acta Zool. Col.) 34: 1-5.
17. 1982 (Cala, P.) In memoriam: George Dahl. *Caldasia* XIII (63): 343-346.
18. 1982 (Cala, P. & N.G. Sarmiento). Cambios histomorfológicos en el ovario del pez capitán, *Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805 (Pisces: Trichomycteridae), durante el ciclo reproductivo anual, en la laguna del Muña, sistema Río Bogotá, Colombia. *Acta Biol. Col.* 1 (1): 9-30.
19. 1986 (Cala, P.) Cambios histomorfológicos en los testes del capitán, *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes), durante el ciclo reproductivo anual. *Caldasia* XIV (68-70): 659-677.
20. 1987 (Cala, P.) 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 Congr. Europ. Ichthyol. Stockholm* 1985. P. 117-126.
21. 1987 (Cala, P.) Aerial respiration in the catfish, *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes), in the Río Bogotá basin, Colombia. *J. Fish Biol.* 31: 301-303.
22. 1987 (Cala, P.) La ictiofauna dulceacuícola de Colombia: una visión histórica y su estado actual. *Revista Acad. Colomb. Cienc.* 16 (62): 69-84.
23. 1988 (Isbrücker, I.J.H., H. Nijssen & Cala, P.) *Lithoxancistrus orinoco*, nouveau genre et espèce de poisson - chat cuirassé du Río Orinoco en Colombie (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). *Revue Fr. Aquariol.* 15 (1): 13-16.
24. 1989 (Cala, P.) Sinopsis sobre la problemática de la acuicultura en Colombia, en relación con las especies exóticas. *Mem. Taller Introd. Especies Hidrobiol. Acuicult., Red Nal. Acuicult. Colciencias, Bogotá* oct. 1989. P. 29-33.
25. 1989 (Mees, G. & Cala, P.) Two new species of *Imparfinis* from northern South America (Pisces, Nematognathi, Pimelodidae). *Proc. Kon. Ned. Acad. Wetensch.* C 92 (3): 379-394.
26. 1990 (Cala, P.) Problemática y estrategias en la investigación y capacitación para el desarrollo de la acuicultura en Colombia hacia el

- año 2000. Mem. III Reunión Red Nal. Acuicult., Cali - Calima 31 oct-3 nov, 1989. Colciencias, Bogotá. P. 341-347.
27. 1990 (Cala, P.) Biodiversidad en aguas dulces de la Isla. In: J. Aguirre & O. Rangel (eds.) Biota y Ecosistemas de Gorgona, FEN, Bogotá. P. 261-274.
  28. 1990 (Cala, P.) Diversidad, adaptaciones ecológicas y distribución geográfica de las familias de peces de agua dulce de Colombia. Revista Acad. Colomb. Cienc. 17 (67): 725-740.
  29. 1990 (Cala, P., B. del Castillo & B. Garzón). 1990. Air-breathing behaviour of the Colombian catfish *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes). Exp. Biol. 48: 357-360.
  30. 1990 (Ospina-Mora, P.N., H. Hayek-Arana, P. Cala & J.E. Forero-U.) Evaluación de cuatro niveles de harina de vísceras de trucha para la alimentación de alevinos de trucha. Mem. III Reunión Red Nal. Acuicult., Cali-Calima 31 oct-3 nov 1989. P. 161-168.
  31. 1991 (Cala, P.) Nuevos registros de peces para la Orinoquia Colombiana, I. Los Rajiformes, Clupeiformes, Characiformes, y Gymnotiformes. Revista Unellez Cienc. Tecnol. 4 (1-2), 1986: 89-99.
  32. 1991 (Cala, P.) Nuevos registros de peces para la Orinoquia Colombiana. II. Los Siluriformes, Atheriniformes, Perciformes y Pleuronectiformes. Revista Unellez Cienc. Tecnol. 4 (1-2). 1986: 100-112.
  33. 1991 (Piñeros-P. & P. Cala). Motilidad, morfología, concentración y número de espermatozoides en reproductores de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Pisces: Salmonidae). Revista Acad. Colomb. Cienc. 17 (68): 75-81.
  34. 1992 (Zambrano, H. & P. Cala). Crecimiento de juveniles de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, bajo diferentes densidades de población y cultivados en jaulas flotantes en el Lago de Tota, Colombia. Mem. IV Reunión Red. Nal. Acuicult., Bogotá 1991. P. 59-72.
  35. 1992 (Mora, G., L.S. Tellez, P. Cala & G. Guillot). Estudio bioecológico de la ictiofauna del Lago de Tota (Boyacá-Colombia), con énfasis en la trucha arco iris. *Oncorhynchus mykiss*. Revista Acad. Colomb. Cienc. 18 (70): 409-422.
  36. 1992 (Useche, C., P. Cala & H. Hurtado). Sobre la ecología de *Brycon siebenthalae*, y *Mylossoma duriventris*, (Pisces: Characidae), en el Río Cafre. Orinoquia. Caldasia 17 (2): 341-352.
  37. 1994 (Cala, P. & C. Román-Valencia). Lista y distribución geográfica de las especies de la familia Characidae (Pisces, Characiformes) en Colombia. Biología & Educación 4 (7): 15-23.
  38. 1995 (Cala, P.) 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.
  39. 1995 (Martínez-D., H.A., C. Cellis-M & P. Cala). Crecimiento y viabilidad de poblaciones diploides y triploides de tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, línea Ghana. Acta Biol. Colomb. 8: 43-66.
  40. 1996 (Cala, P.) 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.
  41. 1996 (Cala, P., E. González & M.P. Varona). Aspectos biológicos y taxonómicos del tucunaré, *Cichla monoculus* (Pisces: Cichlidae). Dahlia (Revista Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 23-37.



42. 1996 (Cala, P., C. Perez & I. Rodríguez). Estado actual del capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), aguas arriba del Embalse de Betania en el Río Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 20 (77): 319-330.
43. 1996 (González, E., M.P. Varona & P. Cala). Datos biológicos del oscar, *Astronotus ocellatus* (Pisces: Cichlidae). Dahlia (Revista Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 51-62.
44. 1996 (Cala, P.) In memoriam. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 1-3.
45. 1997 (Cala, P.) Espermatogénesis y ciclo anual reproductivo del capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en alto Río Magdalena, Colombia. Caldasia 19 (1-2): 45-53.
46. 1997 (Cala, P. & G. Bernal). Ecología y adaptaciones de la tilapia nilótica (*Oreochromis 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
47. 1997 (Bernal-Ramírez, J.H. & P. Cala). Composición de la dieta alimenticia del yamú, *Brycon siebenthalae* (Pisces, Characidae), en la parte media del Río Guayabero, sistema del alto Río Guaviare, Orinoquia Colombiana. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 2: 55-63.
48. 1997 (Mancera-Rodríguez, N.J. & P. Cala). Aspectos bioecológicos de la comunidad íctica asociada a un cultivo de tilapia roja en jaulas flotantes en el Embalse de Betania, alto Río Magdalena, Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 2: 31-53.
49. 1997 (Román-Valencia, C. & P. Cala). Las especies colombianas del género *Creagrutus* (Pisces, Characidae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. XXI (79): 143-153.
50. 1999 (Cala, P. & A. Södergren). Occurrence and distribution of organochlorine residues in fish from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. Toxicological and Environmental Chemistry 71: 185-195.
51. 1999 (Cala, P. & C. Román-Valencia). Cambios cíclicos histomorfológicos en las gónadas del bocachico, *Prochilodus magdalenae* (Pisces: Curimatidae), del Río Atrato, Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 3: 3-16.
52. 2001 (Cala, P.) Ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado actual: una revisión bibliográfica. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 4: 3-14.
53. 2001 (Cala, P.) Occurrence of mercury in some commercial fish species from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 4: 15-19.
- Resúmenes de resultados de investigaciones presentados en reuniones científicas
1. 1974 (Cala, P.) Los peces de la Orinoquia Colombiana, con anotaciones ecológicas y geográficas. Inf. avance. In: Colciencias (ed.) Investigaciones en Progreso Financiadas por Colciencias 1969-1972, Ser. Investig. Ciencias Básicas, Bogotá. P. 27-28.
2. 1975 (Cala, P.) The ecology of the *Idus idus* (L.) in the River Kävlingeån, South Sweden. Ph. D. Tesis (sinopsis), Lund, Suecia. 15 P.
3. 1985 (Cala, P.) 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. Programme and Abstracts 5th Congress European Ichthyol., Stockholm 12-6 August 1985. P. 59.



4. 1989 (Cala, P.) The mailed catfishes (Loricariidae) of Colombia. Program and Abstracts 69th Annual Meeting Amer. Soc. Ichthyol. and Herpetol., San Francisco, Cal., June 1989. P. 71-72.
5. 1989 (Cala, P.) Diversidad, adaptaciones y ecología de los peces de la Orinoquia. Resúmenes XI Congr. Latin. Zool., Cartagena, Col. oct. de 1989. P. 16.
6. 1992 (Cala, P.) La ictiofauna y principales componentes de la dieta en la cadena trófica de las poblaciones más abundantes de peces del embalse de Betania. Resúmenes Primer Sem. Limnol., Bogotá, nov. 17-20 de 1992. P. 4-5.
7. 1992 (Cala, P. & G.I. Bernal-R.) Sobre la bioecología de la tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae), en el Embalse de Betania. Resúmenes Primer Sem. Limnol., Bogotá, nov. 17-20 de 1992. P. 6.
8. 1992 (Cala, P., C. Perez-P. & I. Rodríguez-R.). Contribución al conocimiento de la biología del capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en el Embalse de Betania. Resúmenes Primer Sem. Limnol., Bogotá, nov. 17-20. P. 7.
9. 1993 (Cala, P.) Fish fauna in the Betania Reservoir in the upper Río Magdalena, Colombia, and the fish species trophic position in the community. Program and Abstracts. Combined Meetings of The American Society of Ichthyologists and Herpetologists, The Herpetologists' League, 17th Annual Larval Fish Conference, American Elasmobranch Society. University of Texas at Austin, USA. P. 99.
10. 1994 (Martínez-D., H.A., C. Celis-M & P. Cala). Crecimiento y viabilidad entre monocultivos de poblaciones diploides y triploides de la tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. En P. Cala *et al.* (eds.) Programa y Resúmenes VI Congr. Col. Ecol. & I Simp. Col. Ictiol., Melgar, Colombia, mayo 16-20 de 1994. P. 25.
11. 1995 (Cala, P. & A. Södergren). Datos preliminares sobre contaminantes persistentes lipofílicos en peces de agua dulce de Colombia. En: P. Cala *et al.* (eds.) II Encuentro Científico del Departamento de Biología-30 años, Bogotá. P. 25-26.
12. 1995 (Cala, P., E. González & M.P. Varona). Aspectos bioecológicos del tucunaré, *Cichla monoculus*, y del oscar, *Astronotus ocellatus* (Cichlidae: Pisces), en los alrededores de Leticia, Amazonas. En P. Cala *et al.* (eds.) II Encuentro Científico del Departamento de Biología-30 años, Bogotá. P. 26-28.
13. 1996 (Cala, P.) Aspectos generales de la ictiofauna de la Orinoquia Colombiana. Asoc. Colomb. Ictiol: III Simposio Colombiano de Ictiología, agosto 16-18 de 1996, Barranquilla, Colombia. P. 46-47.
14. 1996 (Cala, P. & G. Bernal). La tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae), base de la piscicultura y su adaptación en ambientes naturales en Colombia. Asoc. Colomb. Ictiol: III Simposio Colombiano de Ictiología, agosto 16-18 de 1996, Barranquilla, Colombia. P. 28-29.
15. 2001 (Cala, P.) La ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado actual: una revisión bibliográfica. Mem. Primer Congr. Zool. Col.- Año 2000.

---

# **LEBIASINA NARIÑENSIS, UNA NUEVA ESPECIE DE PEZ PARA COLOMBIA (TELEOSTEI: CHARACIFORMES, LEBIASINIDÆ)**

**CARLOS A. ARDILA RODRÍGUEZ**

Universidad Metropolitana, Facultad de Medicina,  
Departamento de Morfología, Barranquilla, Colombia.  
carlos\_ardila45@latinmail.com

## **Summary**

*Lebiasina nariñensis* sp. nov., a fish species from the Southwestern region of Colombia, Quebrada Angostura, Department of Nariño. *L. nariñensis* differentiates from *L. aureoguttata* from River Liquimo, tributary of the Cararay river in Ecuador, in that the last species has only one lateral black line, while *L. nariñensis* has two lateral black bands, the first one extending through 18 to 20 scales, which later vanishes. A second black line begins at the orbital superior part, widening at the posterior part of the body where it vanishes in the last scales to finish in an ovoid black point.

*L. nariñensis* has on its lateral line 28–30 scales (28/1–29/4–30/1); the number of predorsal scales is 13 to 14 (13/2–14/4). Maxilares have five to seven tricuspid teeth; right premaxillary has 11 tricuspid teeth and left maxillary has 12 tricuspid teeth; the dental has 13 tricuspid teeth on the external part, while in the middle line it has 25 to 27 conic teeth, and a row of tricuspid teeth on the internal part. This species has 38 vertebræ. The basihyal bone is short, and the basibranchial bone in the anterior part has a square form.

In the stomach content it was found insects, scales and fish fin radius. The largest specimen captured measured 125 mm total length.

**Keywords:** *Lebiasina nariñensis* sp.nov., fish, description, systematics.

## **Resumen**

*Lebiasina nariñensis* sp. nov., un pez del suroccidente de Colombia, quebrada Angostura, Departamento de Nariño. *L. nariñensis*, se diferencia de *L. aureoguttata* del río Liquimo, afluente del río Cararay, Ecuador, con una sola línea lateral negra, mientras que *L. nariñensis* tiene dos bandas negras laterales; la primera ocupa 18 a 20 escamas y luego se desvanece. Una segunda línea negra comienza en la parte superior orbital, y luego se ensancha en la parte posterior del cuerpo, donde desaparece en las últimas escamas, para terminar en un punto negro ovoidal.

*L. nariñensis* tiene en la línea lateral 28–30 escamas (28/1–29/4–30/1), el número de escamas predorsales es de 13 a 14 (13/2–14/4). Los maxilares poseen de cinco a siete dientes tricúspides. El premaxilar derecho tiene 10 dientes tricúspides y el izquierdo 12 dientes tricúspides. El dentario tiene 13 dientes tricúspides en la parte externa, mientras que en la línea media tiene de 25 a 27 dientes cónicos, y una hilera de dientes tricúspides en la parte interna. Esta especie tiene 38 vértebras. El hueso basihial es corto y el hueso basibranchial en la parte anterior tiene forma cuadrada.

En el contenido estomacal se encontraron insectos, escamas y radios de aleta de pescado. El ejemplar más grande capturado midió 125 mm de longitud total.

**Palabras claves:** *Lebiasina nariñensis* sp.nov., pez, descripción, sistemática.



Fig. 1. *Lebiasina nariñensis* sp. nov. Holotipo, ICNMHN 2340.



Fig. 2. *Lebiasina nariñensis*. Paratipos, ICNMHN 2340-1.

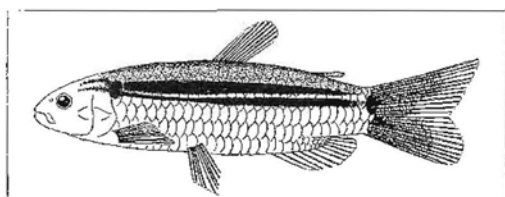


Fig. 3. Esquema de *Lebiasina nariñensis*

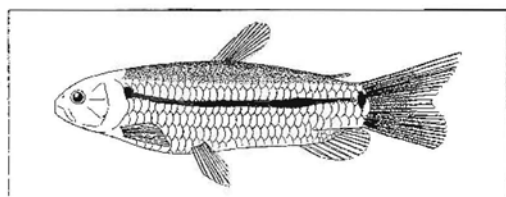


Fig. 4. Esquema de *Lebiasina aureoguttata*

## Introducción

Cada día que observo los lebiasínidos, no dejo de maravillarme por tanta belleza que encuentro en cada uno de ellos. Es como si cada especie fuera un espejo para uno poder contemplar lo más hermoso de la ictiofauna. Esta especie que estoy descubriendo, es algo muy diferente de todos los peces que he estudiado en esta familia. Su comportamiento alimenticio y su conformación genotípica la separa bastante de las otras especies que viven en este litoral. La contextura fenotípica, la hace única ya que permite ver la primera especie con dos rayas laterales, cosa que hasta ahora no se había podido apreciar. El ecosistema donde fue encontrado este pez, corresponde a la parte baja de las elevaciones del macizo colombiano, lo que permitió un aislamiento topográfico que la aisló de todas las demás especies de su familia.

### *Lebiasina nariñensis* sp.nov.

Fig. 1-3, tabla 1

**Materiales.** Los ejemplares estudiados están en la colección de la Unidad de Ictiología del Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICN-MHN) de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, y en la Colección Carlos A. Ardila Rodríguez (CAR), Barranquilla.

**Holotipo.** ICNMHN2340, un ejemplar de 123 mm de longitud total, Quebrada Angostura, vía Tumaco-Pasto, Departamento de Nariño, Colombia, Germán Galvis, 1995.

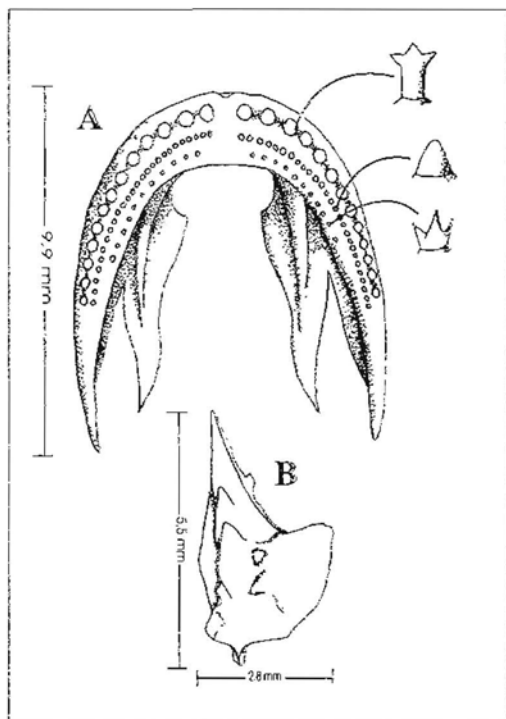


Fig. 5. (A) Dentario, (B) articular izquierdo de *Lebiasina nariñensis*.

**Paratipos.** ICNMHN2340-1, dos ejemplares de 112-88 mm de longitud total, con los mismos datos del holotipo.

## Diagnosís

*Lebiasina nariñensis* se distingue de todos sus congéneres conocidos por poseer dos bandas laterales negras y continuas (Fig. 1-3). *L. aureoguttata* (Fowler, 1911), de la parte noroccidental del Ecuador, que también posee banda latera:

continua, pero solo una (Fig. 4). Escamas en la línea lateral de *L. aureoguttata* de 31-35 (31/1, 32/1-35/1); *L. nariñensis* entre 28-30 (28/1-29/4-30/1). Escamas predorsales en *L. nariñensis* de 13-14 (13/2-14/4), y en *L. aureoguttata* es de 15 (15/3).

En *L. nariñensis* (*Ln*) la altura máxima del cuerpo es menor en relación con la de *L. aureoguttata* (*La*). Las longitudes predorsal, prepectoral, lon-

gitud cabeza, ancho cabeza, distancia interorbital, preorbital y post-orbital, son mayores en la *Ln*. Los maxilares son diferentes en forma y tamaño, *Ln* posee de 5 a 7 dientes tricúspides, *La* tiene una hilera de dientes en los maxilares, el maxilar izquierdo con seis dientes tricúspides y uno cónico en la parte inferior de éste, el maxilar derecho posee 5 dientes tricúspides y uno cónico en la parte inferior; el maxilar de *Ln* tiene una altura

Tabla 1. Morfometría y merística del holotipo *Lebiasina nariñensis*, ICNMHN 2340, y los 2 paratipos, ICNMHN 2340-1, de los cuales se tomaron medidas y conteos. Medidas en mm.

	Holotipo	Paratipos	
<b>Morfometría</b>			
Longitud total	123.5	112.0	88.0
Longitud horquilla	117.0	102.5	82.0
Longitud estándar	103.2	95.0	73.6
Altura máxima del cuerpo	22.2	20.3	15.8
Longitud predorsal	58.8	52.6	41.0
Longitud base dorsal	9.8	8.0	6.5
Longitud prepectoral	22.6	21.6	16.2
Longitud aleta pectoral	15.3	14.6	11.8
Longitud prepélvica	54.0	49.2	36.9
Longitud aleta pélvica	13.6	13.2	10.0
Longitud preanal	76.0	72.2	53.0
Longitud base anal	11.4	9.8	8.6
Longitud del pedúnculo caudal	17.2	13.6	12.8
Menor altura del pedúnculo caudal	12.0	10.5	8.1
Longitud cabeza	24.0	21.6	17.9
Ancho cabeza	13.0	11.8	9.0
Altura cabeza	15.0	13.8	10.5
Diámetro del ojo	4.8	4.8	4.0
Distancia interorbital	10.0	8.5	7.0
Distancia preorbital	6.8	6.0	4.5
Distancia post-orbital	13.5	12.1	10.5
<b>Merística</b>			
Escamas línea lateral	29	29	29
Escamas por encima de la línea lateral	3	3	3
Escamas por debajo de la línea lateral	2½	2½	2
Escamas predorsales	14	14	14
Escamas transversales	6½	6½	6
Escamas circunpedunculares	10	10	10
Escamas aleta dorsal, aleta adiposa	9	9	9
Escamas aleta adiposa, aleta caudal	4	4	3
Escamas abertura branquial, aleta pélvica	14	14	14
Escamas aleta pélvica, aleta anal	7	7	7
Escamas aleta anal, aleta caudal	5	5	5
Radios aleta dorsal	ii8	ii8	ii8
Radios aleta pectoral	16	16	16
Radios aleta pélvica	9	9	9
Radios aleta anal	11	11	11

de 6.8 mm, mientras que el de *La* tiene una altura de 6.4 mm. El premaxilar derecho de *Ln* tiene 11 dientes tricúspides y el izquierdo 12 dientes tricúspides; el premaxilar de *La* tiene 10 dientes tricúspides en el derecho y 9 dientes tricúspides en el izquierdo.

El dentario (Fig. 5A) de *Ln* tiene 13 dientes tricúspides en la parte externa, mientras que en la línea ímedia tiene de 25–27 dientes cónicos, y una hilera de 11 dientes tricúspides removibles en la parte interna. La parte subdentaria es corta y el articular (Fig. 5B) más largo que el de *La* (Fig. 6B).

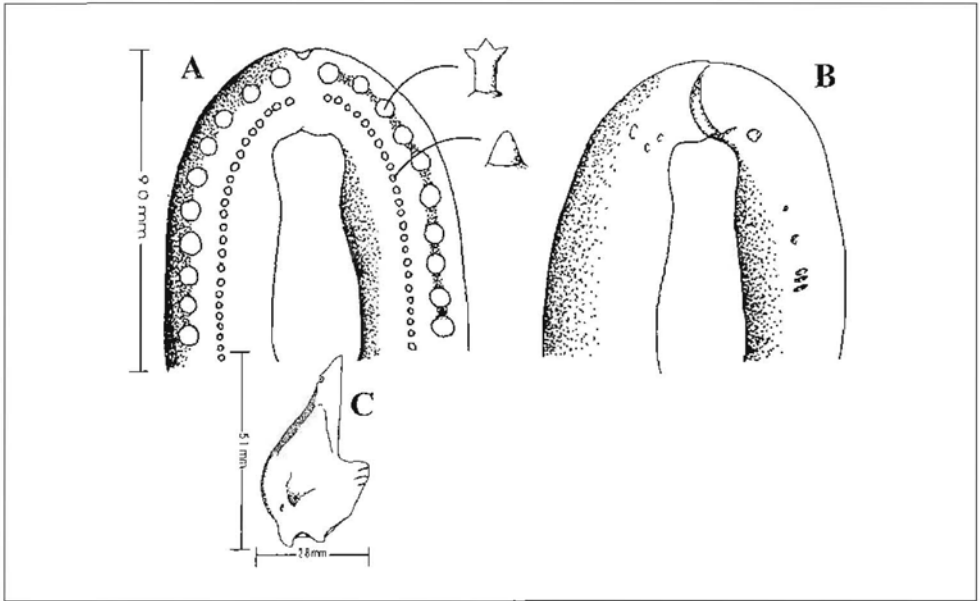


Fig. 6. (A) Dentario, (B) parte inferior del dentario, (C) articular izquierdo de *Lebiasina aureoguttata*.

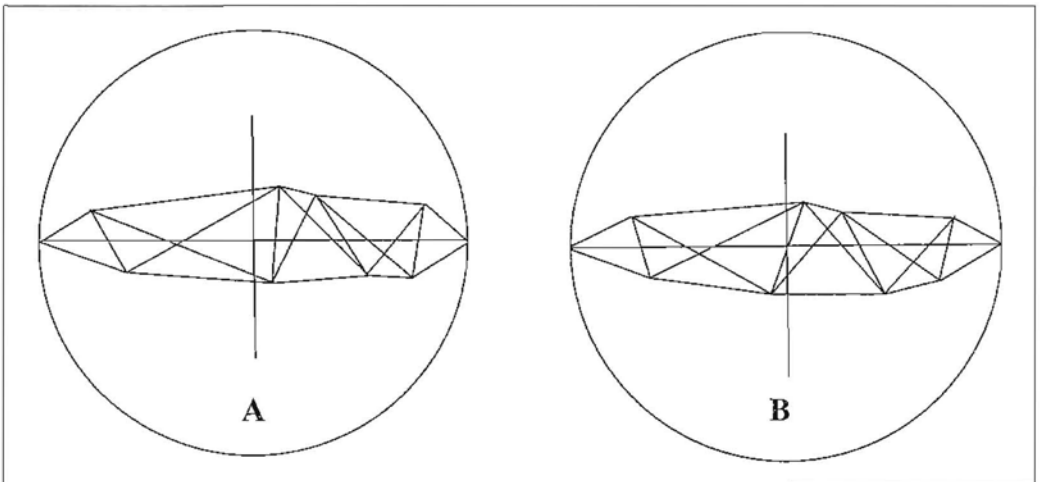


Fig. 7. Esquema bidimensional de cerchas de: (A) *Lebiasina nariñensis*, holotipo, ICNMIHN 2340, del suroccidente de Colombia, (B) *Lebiasina aureoguttata*, CAR 15-044-19, del Ecuador.



El dentario (Fig. 6A) de *La* es más largo que el de *Ln*, y tiene en la línea externa 10 dientes tricúspides, mientras que en la línea interna posee 24 dientes cónicos. *Ln* tiene menor número de vértebras (precaudales 21 y caudales 17, para un total de 38), *La* tiene 39 vértebras. El hueso basihial es más corto en *Ln*, mientras que los huesos basibranchiales en *Ln* en la parte anterior es redonda, y en *La* tiene forma cuadrada.

## Descripción

Los valores morfométricos y merísticos son presentados en la tabla 1. Aleta dorsal con 2 espinas y 8 radios bifurcados; aleta anal con 11 radios bifurcados; aletas dorsal, anal, pectoral y pélvica están desprovistas de escamas; la anal presenta un pequeño borde basal cubierto por escamas pequeñas modificadas; la caudal está cubierta, en su parte basal, con escamas que disminuyen hacia atrás y se prolongan hasta menos de la mitad de los lóbulos, esta aleta posee 12 radios en el lóbulo superior y 13 en el lóbulo inferior, 6 ½ series de escamas transversales y esta aleta es heterocerca, con el lóbulo superior más largo que el inferior.

La vejiga natatoria es bineumónica, un ejemplar de 103 mm de longitud total, su vejiga midió en la parte anterior 14.5 mm, y en la posterior 24 mm de longitud. La branquia de un ejemplar tenía 10 branquiespinas en el lóbulo superior, y 11 branquiespinas en el lóbulo inferior; el largo de los filamentos fue de 3.1 mm.

La capacidad abdominal en *Ln*, es menor que en *La*. En *La* se encontraron larvas de insectos, mientras que en la *Ln* se encontraron escamas y radios de aletas de pescado, lo mismo que cabezas de hormigas. *Ln* posee 4-5 ciegos pilóricos, mientras *La*, tiene 7 ciegos pilóricos. La longitud del intestino de *Ln* es de 55 mm y el de *La* de 80 mm de longitud.

La figura 7 muestra el esquema bidimensional de cercas comparativo de los datos morfométricos

de las especies *L. nariñensis* y *L. aureoguttata*, según la metodología descrita por Machado-Alfison y Fiuk (1996), en las que se observa diferencia morfológica corporal de las dos especies.

## Coloración

En ejemplares conservados en alcohol, la parte superior lateral que ocupa dos hileras de escamas, es de color pardo oscuro. Una raya negra que ocupa 18-20 escamas, y se desvanece hacia atrás, ocupa la tercera hilera en la parte lateral. Luego viene una línea horizontal blanca que ocupa todo el flanco. Una segunda banda negra se presenta en la parte horizontal, ésta comienza en la parte superior orbital y luego ancha en la parte posterior del cuerpo, donde desaparece en las últimas escamas, terminando en un punto negro ovoide. En la quinta línea lateral de escamas, se observa una raya lateral de color blanco, que ocupa todo el cuerpo, desde el opérculo hasta la base de la aleta caudal. La región abdominal, es de un color amarillo. No tiene puntos en la base de la aleta dorsal. Un punto negro en la parte superior del opérculo más visible en los ejemplares jóvenes. Todas las aletas son de un color claro, jaspeadas de rayitos negros. Todos los ejemplares estudiados tenían aleta adiposa.

En la parte predorsal se observa una línea negra con un solo punto negro en la parte anterior. Un punto fosforescente en la parte frontoparietal y en el inicio de las aletas dorsal y adiposa, y una línea fosforescente en las últimas tres escamas entre la aleta adiposa y la aleta caudal. Estos colores fosforescentes se observan al colorearse con rojo de alizarina.

## Distribución

*Lebiasina nariñensis*, se conoce solamente de la Quebrada Angostura, en el Departamento de Nariño. La Quebrada Angostura está a 500 m.s.n.m., en el Departamento de Nariño; está ro-

deada al norte por el Río Patía y al sur el Río Mira, por el oriente con los volcanes Chiles, Cumbal, Azufral, que están a más de 4000 m.s.n.m., y al occidente por el Océano Pacífico. Este encajonamiento de la quebrada ha aislado la especie totalmente de los demás congéneres que están en el Departamento del Cauca y en el Ecuador. Su hábitat, se formó en la era terciaria, hace sesenta y cinco millones de años, cuando la Cordillera Central terminó de levantarse, y se inició la formación de la base de la Cordillera Occidental por subducción, quedando esta población atrapada, he iniciando su evolución alopática para conformar su propia especiación.

**Etimología.** El nombre específico *nariñensis* hace referencia al Departamento de Nariño donde se colectaron los tipos, y en gratitud a la hospitalidad de su gente.

## Discusión

La historia del conocimiento de los lebiasínidos, se inicia en la Región Pacífica de Suramérica, con el hallazgo del primer ejemplar de *Lebiasina bimaculata* Cuvier y Valenciennes, 1846 en el Perú. Posteriormente, Gill (1876) describe *L. panamensis* para Panamá. En 1903, Regan, encuentra en Ecuador *L. astrigata*. En 1911 son descritas dos especies nuevas para la ciencia, *L. aureoguttata* para Ecuador por Fowler y *L. multimaculata* por Boulenger para Colombia. Posteriormente en 1967, William A. Bussing, descubre *L. boruca*, para la parte suroccidental de Costa Rica. Recientemente, Ardila Rodríguez (1994, 1999, 2000, 2001), describe 4 nuevos lebiasínidos para Colombia.

Esta especie nueva que aquí se describe es el resultado de muchos años de evolución, que viene con la formación de la Cordillera Occidental, y los levantamientos ístmicos y Chiapas-Nicaragüense en Costa Rica. La recombinación genética, de estructuras discontinuas, permitió la diversidad que se presenta en esta familia de

lebiasínidos, distribuidos en ecosistemas diferentes con algunas morfologías comunes, y otras únicas, lo que permite diferenciar cada una de las especies que viven en este litoral pacífico sur-centroamericano.

## Agradecimientos

Al Dr. Germán Galvis V., Dr. José I. Mojica y a Claudia Castellanos, Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia, por haberme permitido el préstamo del material tipo para esta investigación.

Al Dr. Plutarco Cala Cala, Profesor Honorario del Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, y Presidente Honorario de la Asociación Colombiana de Ictiólogos, por su permanente apoyo y estímulo en mis inquietudes científicas y por su lectura crítica del manuscrito.

Al Dr. Ramiro Royero, Director de la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales de Venezuela, por sus sabios consejos y orientación, para comprender mejor la evolución de los peces.

Al Dr. Jorge Ignacio Hernández Camacho "El Mono Hernández" (q.e.p.d.) mi maestro, mi amigo, y con quien compartí tantos días intercambiando experiencias biológicas. Mi orientador, mi guía; maestro orgullo biológico colombiano y neotropical. Gracias por lo que en vida nos diste: Tu amistad sincera, tu cariño y sobre todo tu ciencia.

## Referencias

- Ardila Rodríguez, C.A. 1978. Contribución al estudio de la Ictiogeografía Venezolana de la *Piabucina pleurotaenia*. Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle XXXVIII (9). Caracas.

- Ardila Rodríguez, C.A. 1994. *Lebiasina floridablancænsis*, una nueva especie de pez para Colombia (Teleostei: Characiformes: Lebiasinidæ). Revista UNIMETRO 10 (19), Barranquilla, Colombia.
- Ardila Rodríguez, C.A. 1999. *Lebiasina provenzanoi*, una nueva especie de pez para Venezuela (Teleostei: Characiformes: Lebiasinidæ). Revista UNIMETRO 13 (25 & 26), Separata Especial No.1, Barranquilla, Colombia.
- Ardila Rodríguez, C.A. 2000. *Lebiasina yuruanien-sis*, una nueva especie de pez para Venezuela (Teleostei: Characiformes: Lebiasinidæ). Revista UNIMETRO 13 (25 & 26), Separata Especial No.2. Barranquilla, Colombia.
- Ardila Rodríguez, C.A. 2001. *Lebiasina chucurien-sis*, una nueva especie de pez para Colombia (Teleostei: Characiformes: Lebiasinidæ). Revista UNIMETRO 13 (27 & 28), Separata Especial No.3. Barranquilla, Colombia.
- Machado-Allison, A. & W. Fink. 1996. Los peces caribes de Venezuela. Univ. Central de Venezuela, Caracas.
- Eigenmann, C.H. 1924. The fresh water fishes of North Western 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. IX: 123-127, 318-19.
- Galvis, G., J.I. Mojica & M. Camargo. 1977. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá.
- Lehmann Albornoz, P. 1999. Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. *Cespedesia* 23: 73-74.
- Meek, S.E. & S.F. Hildebrand. 1916. The fishes of the fresh waters of Panamá. *Field Mus. Nat. Hist.* X (15).
- Ortega Lara, A., O.E. Murillo, M.C. Pimienta, J.E. Sterling. 2000. Peces de la cuenca alta del Río Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Cali, Colombia.
- Provenzano, F., A. Marcano & P. Mondaca. 1998. Catálogo de ejemplares tipos en la colección de peces del Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCVV-5). *Acta Biol. Venez.* 18 (1): 1-24.
- Rivas Lara, T. S. 1993. La ictiofauna de la cuenca alta del Río Atrato y su estado taxonómico. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia, Dept. Biol. Bogotá.
- Usma Oviedo, J. S. 1996. Estudio preliminar de la ictiofauna nativa del Río Escalarete. *Rev. CESPEDECIA* 21 (68).
- Vargas Tisnes, I. C. 1989. Inventario preliminar de la ictiofauna de la hoya hidrográfica del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia.

## Otras lecturas

- Barriga, S.R. 1991. Peces de agua dulce. *Rev. Politécnica* XVI. (13). Quito.
- Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. San José.
- Cala, P. 1990. Diversidad, adaptaciones ecológicas y distribución geográfica de las familias de peces de agua dulce de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales* XVII (67): 725740.
- Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá.

# WHITE CACHAMA, *PIRACTUS BRACHYPOMUS*, AS A BIOINDICATOR OF CADMIUM-POLLUTED WATERS

YEHEN ROJAS\*, KAREN BARBOSA\* & JAIME F. GONZÁLEZ\*\*

\* Facultad de Química Industrial, Corporación Tecnológica de Bogotá.

\*\* Laboratorio de Toxicología Acuática, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 146224, Bogotá D.C.

## Abstract

Cadmium as a hazardous water contaminant can induce drastic effects on fish health populations and humans. This work was intended to provide evidence that could suggest the use of white cachama (a characin fish from Orinoco and Amazon basins) as a bioindicator of cadmium-polluted waters. Two bioassays were performed using a static-renewal system of exposure. In the first, 58 cachamas were randomly distributed in 6 treatments (ten or nine fish/treatment and two different water hardness levels: 67, 115 ppm  $\text{CaCO}_3$ ), and exposed for 96h to three Cd concentrations (0, 0.1, 0.32 ppm Cd) determining a factorial experiment.

Changes in behavior and liver, gills and kidney Cd bioaccumulation were used as endpoints. The gills had the highest Cd bioaccumulation when measured through flame atomic absorption (ppm Cd) ( $x=55.1 \pm 11.4$ ) followed by kidney ( $x=24.1 \pm 10$ ) and liver ( $x=8.9 \pm 1.7$ ). Significant differences were found when looking for interaction of hardness levels upon Cd concentrations. Changes in swimming patterns (motionless fish at the bottom) and reduced feed intake were characteristics of the highest Cd concentration-exposed fish.

In the second bioassay, 20 cachamas were distributed into controls and Cd-exposed (0.38 ppm Cd) and tested during 216h. Hardness levels from waters were (ppm  $\text{CaCO}_3$ ): 32.2 (control) and 34.4 (Cd-exposed). No Cd accumulation in muscle (dorsal portion of lateral musculature) dissected from fish was revealed after experimental time.

Easy laboratory handling of specimens, rapid body weight gain and prominent renal tissue easily dissectible in comparison to other fish species make cachama a good bioindicator of cadmium-polluted waters offering an alternative for testing, surveillance and quality control of effluents from industrial sources.

**Key words:** cadmium, cachama, bioindicator.

## Resumen

El cadmio es un agente de alto riesgo como contaminante de las aguas pudiendo inducir efectos drásticos en la salud de poblaciones de peces así como en humanos. Este trabajo está dirigido a evaluar el uso de cachama blanca (carácido de los ríos Amazonas y Orinoco) como especie bioindicadora de aguas contaminadas con cadmio. Dos bioensayos fueron llevados a cabo utilizando un sistema de exposición estático con renovación. En el primero, 58 cachamas fueron distribuidas al azar en 6 tratamientos con 9 o 10 peces por tratamiento (2 niveles diferentes de dureza 67 y 115 ppm de  $\text{CaCO}_3$ ) y expuestas a 3 diferentes concentraciones de Cd (0, 0.1, 0.32 ppm Cd) determinando un diseño tipo factorial.

Cambios en conducta y en la bioacumulación de Cd en branquias, hígado y riñón fueron utilizados como parámetros de evaluación. Las branquias tuvieron el mayor nivel de acumulación al hacer la medición con absorción atómica de llama (ppm Cd) ( $x=55.1 \pm 11.4$ ), seguidos por riñón ( $x=24.1 \pm 10$ ) y hígado ( $x=8.9 \pm 1.7$ ). Diferencias significativas fueron encontradas al analizar la interacción entre la dureza de las aguas y la concentración de Cd. Cambios en el patrón de nado (peces sin movimiento ubicados en el fondo de los acuarios) y reducción en el consumo de alimento fueron encontrados en los peces expuestos a las mayores concentraciones de Cd.

En el segundo bioensayo, 20 cachamas fueron distribuidas entre controles (n=10) y expuestas a 0.38 ppm de Cd (n=10) durante 216h. Los niveles de dureza de las aguas para este bioensayo fueron (ppm CaCO<sub>3</sub>): 32.2 (control) y 34.4 (expuestas a Cd). No se presentó acumulación de Cd en el músculo (porción dorsal de la musculatura lateral).

Un manejo fácil en condiciones de laboratorio, rápida ganancia de peso y un significativo volumen de tejido renal de fácil disección para análisis en comparación con otras especies, hacen de la cachama blanca un buen bioindicador de aguas contaminadas con Cd, presentándose como opción para monitoreo y vigilancia de efluentes industriales y de otras fuentes de contaminación por dicho metal.

**Palabras claves:** cadmio, cachama, bioindicador.

## Introduction

Cadmium is known to be a hazardous element for aquatic animals as well as terrestrial species. As a matter of fact, Cd has been included in the U.S.A. Environmental Protection Agency Priority List of Pollutants. The European Union has also classified it into the Black List of Chemicals (Szebendinzky *et al.* 2001). Even though, Cd was identified as an element since 1817, its applications were very limited until the last 50 years. Among these uses are: galvanoplastic linings, batteries, fertilizers, PVC stabilizer, electronic devices and photography supplies. Cadmium is not considered a physiologically or biochemical essential element. Absorption and deposition in animal tissues causes drastic changes such as growth retardation, anemia, kidney and gastrointestinal dysfunction, reproductive impairment, embryotoxicity and teratogenicity (Chong and Wang 2000). Cd can also affect the absorption and distribution of other elements as zinc, copper and iron (Szebeudinzky *et al.* 2001).

Colombia imported 912 kilograms of this metal for industrial purposes in 1999 (DANE 1999). Different scientific reports suggest that some industrial activities could be an important source of Cd with regard to water pollution in Colombia. Ruiz y Fandiño (1995) reported Cd concentrations in different sites in Río Magdalena (Atarqui - 16 ppb-, the highest, and 0.18 ppb at Estación Puente – the lowest concentration). In Río Bogotá, there have been also recordings of Cd pollution (8 ppb) (Claro 1999). Niño y Panizo

(1990) also revealed Cd pollution in Bahía de Buenaventura, reaching 4 ppm where industrial activities are significant.

Given these circumstances, it is of great importance to consider the use of bioindicators of Cd pollution in Colombia. A good bioindicator is characterized by easy handling under laboratory and field testing, representative of the particular ecosystem that is monitored and also very sensitive to the effects that are expected due to the contaminant that is studied.

This research was conducted to evaluate the use of the characin fish species white cachama (*Piaractus brachipomus*), as a bioindicator of Cd-polluted waters.

## Materials and methods

**Acclimation period.** 100 white cachama juveniles (~ 8 g) were acclimated for no less than 3 weeks in 120 liter-glass tanks prior to experimental phases (1 and 2) in the Laboratory of Aquatic Toxicology at the School of Veterinary Medicine and Animal Science, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. The fish were given commercial feed accounting for 4% of biomass (35% protein content). Water was siphoned daily (50% change) keeping it at 26°C and aired to approximately 80% oxygen saturation.

Cd bioaccumulation in kidney, liver and gills were determined in the first series of bioassays. In these experiments water hardness was modified



in order to study the dynamics of Cd absorption and accumulation. Muscle accumulation was evaluated during 216h of exposure to 0.38 ppm Cd.

**First phase.** 60 cachamas were randomly distributed in 6 glass tanks (120 liters each). Three nominal Cd concentrations were tested (0, 0.1 and 0.4 ppm) as cadmium acetate, and 2 water hardness levels (69, 120 ppm  $\text{CaCO}_3$ ) factorial experiment 2X3 (Table 1). Water hardness was modified by adding hydrosoluble calcium gluconate (Quiibi<sup>®</sup>). After 96h of exposure, the specimens were anesthetized (tricaine methanesulfonate 1:5000 - TMS<sup>®</sup>) and sacrificed after severing medullar channel with a deep cut (Reimschuessel 1993). First two branchial arches, liver and kidney (Fig.1) were harvested for Cd quantification (flame atomic absorption - Shimadzu AA-680). During experimental time, fish were monitored for behavioral changes (swimming pattern, attitude, feed

intake). Water samples were monitored for Cd concentration (real concentration) (Table 1). Alkalinity and water hardness levels were measured using titrimetric methods (APHA 1989) and pH was measured with potentiometric method (Beckman-220).

**Second Phase.** During this phase, 20 white cachama specimens were randomly distributed into two 120 liters glass tanks (Control, n=10) and Cd-exposed (n=10, 0.4 ppm) for 216 h. Muscle samples were dissected at the end of the experiment for Cd quantification. Animal behavior, physicochemical water variables and Cd quantification were performed as described for phase I.

**Statistical analysis.** Each fish was treated as an experimental unit in order to accomplish statistical analysis. In the first experimental phase, the sample mean for Cd concentration in

Table 1. Experimental treatments (phase 1).

Treatment	Nominal concentration of Cd, ppm	Real concentration (atomic absorption quantification ), ppm	Changes in water hardness levels ( $\text{CaCO}_3$ ), ppm
1	0	0	yes / 114.7
2	0	0	no / 67
3	0.12	0.1	no / 67
4	0.12	0.1	yes / 114.7
5	0.40	0.33	no / 67
6	0.40	0.31	yes / 114.7

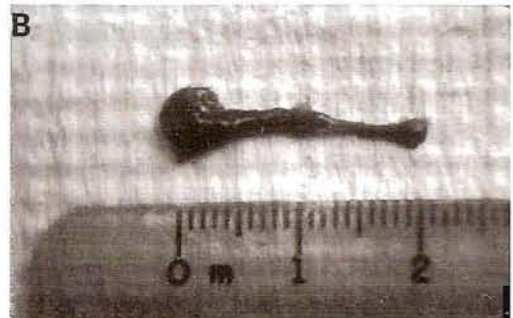
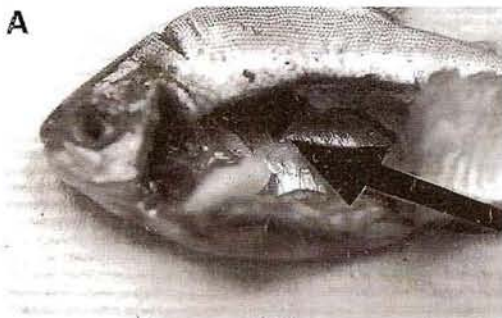


Fig. 1. A: External appearance of white cachama after removing viscera. Arrow pointing at kidney. B: Kidney of 18 g white cachama specimen (easily dissectible and significant kidney weight/body weight ratio).



tissues was used as a measure of central tendency. Variance and standard deviation were determined as measures of dispersion. Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's test were calculated to evaluate differences among experimental treatments. In the second phase, independent simple random samples from two populations that were similar, except for the treatment received a T-test (student test) was performed for comparison of the means. Statistical analysis were done by using SAS® (Statistical Analysis Software).

## Results and discussion

**First phase.** Cd-exposed fish looked normal with regard to swimming patterns. Fish in T5 (0.33

ppm Cd and 67 ppm water hardness) and T6 (0.31 ppm Cd /115 ppm hardness) (Table 1) became lethargic as the experimental time ended. As for feed intake, these same two treatments also revealed the lowest. No significant changes were seen in body weight gain despite different Cd and hardness levels that were used.

**Cd accumulation in tissues.** Average values for Cd bioaccumulation in liver, kidney and gills are shown in figures 2 and 3. The gills were the organs that accumulated the highest amount of cadmium. This has been explained based on the high conditional equilibrium constant (K) for the metal ( $K_{\text{cadmium}}=8.6$ ) as compared to calcium ( $K_{\text{calcium}}=5.0$ ) and  $H^+$  ( $K_{H^+}=6.7$ ). This is also emphasized by the high affinity that Cd has for the calcium channels that are shared when

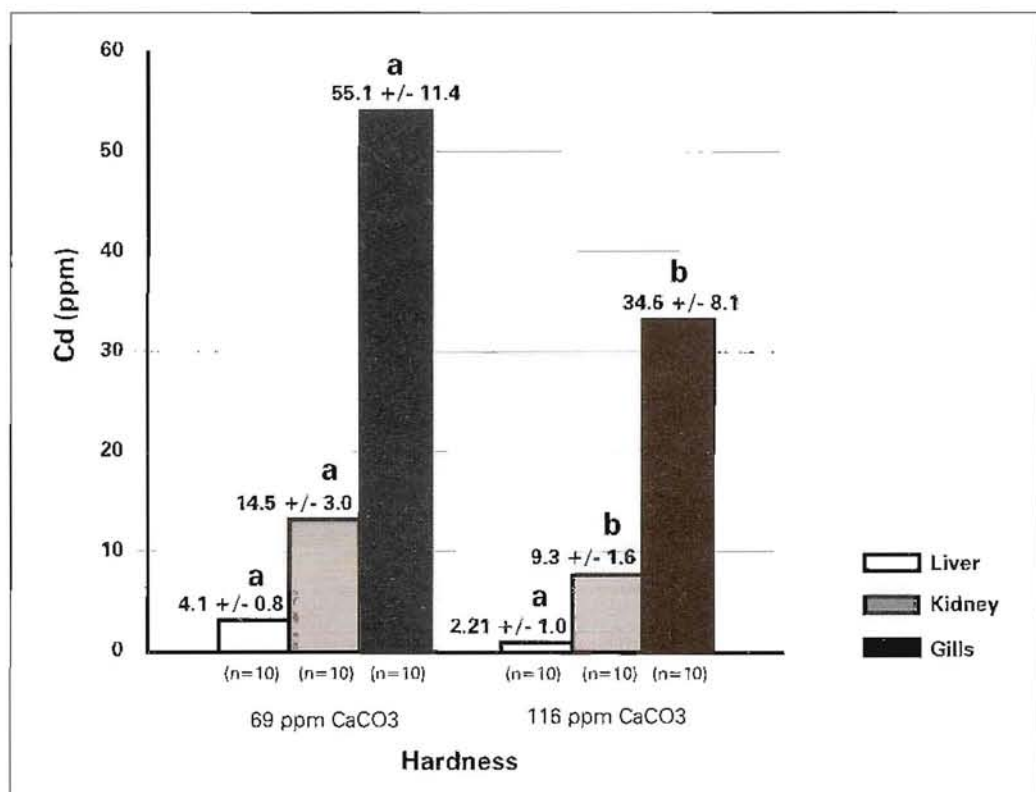


Fig. 2. Mean values ( $\bar{X} \pm SD$ ) for Cd bioaccumulation in liver, kidney and gills of 0.1 ppm Cd-exposed fish (96 h) at two water hardness levels (CaCO<sub>3</sub>). Different letters on bars indicate statistically significant differences between the two hardness levels ( $p=0.05$ ).

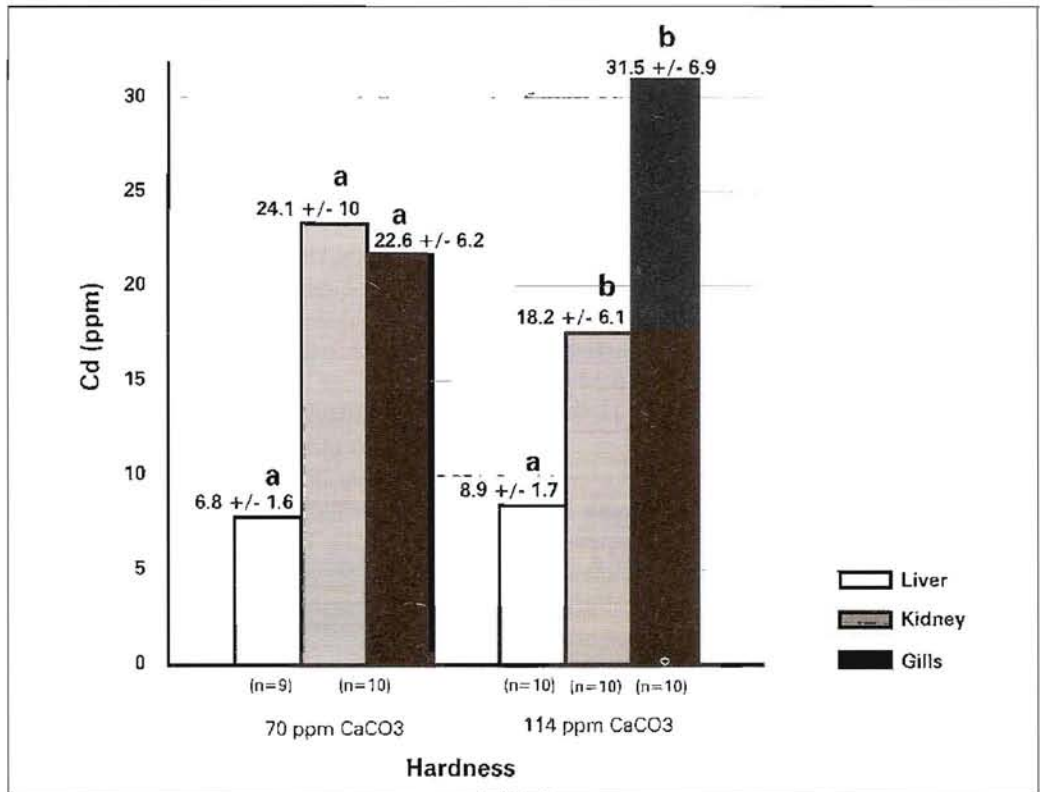


Fig. 3. Mean values ( $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) for Cd bioaccumulation in liver, kidney and gills of 0.4 ppm Cd-exposed fish (96 h) at two water hardness levels (CaCO<sub>3</sub>). Different letters on bars indicate statistically significant differences between the two hardness levels ( $p=0.05$ )

competing for inflow through the gills (Playle 1998). With regard to water hardness levels, there was a statistically significant difference between low-hardness water (higher bioaccumulation) against high-hardness waters. This, however, only happened when exposing to 0.1 ppm Cd.

Fish that were exposed to 0.31 ppm Cd and high hardness water accumulated more Cd in the gills than those in low hardness waters. At some particular Cd concentration ( $> 0.1$  ppm Cd), the metal would accumulate in higher amount regardless of hardness levels. When looking at effects between variables (factors) an interaction was found between Cd bioaccumulation in the gills and water hardness (levels). Thus, water hardness affected Cd bioaccumulation in the gills.

Cd bioaccumulation was followed by kidney and liver. Interestingly, there was no interaction between Cd bioaccumulation in kidney and hardness levels (Daniel 1995). Independently from hardness levels, the kidney accumulated Cd. This organ has been reported as one of the most affected by Cd toxic effects (Szebedinszky *et al.* 2001). This finding, and previously mentioned morphological and dissecting characteristics of the kidney, emphasize the importance of this species as a Cd-polluted waters bioindicator.

When looking at effects between variables (factors), an interaction was found between Cd bioaccumulation in the liver and water hardness. Thus, water hardness affected Cd bioaccumulation in this organ.

As a result, the kidney was the organ that at even low Cd concentrations and high hardness levels accumulated the metal. This is important when looking for better and more reliable biomarkers of exposure.

**Second phase.** Cd-exposed fish (0.38 ppm Cd) looked lethargic as in the case of T5 and T6 in the first phase. As for feed intake, Cd-exposed fish were anorectic. Despite this loss of appetite, Cd-exposed fish did not reveal significant changes in body weight gain: Control=6.24 +/- 0.64 g/fish/216h and Cd-exposed=6.13 +/- 0.95 g/fish/216h.

**Cadmium accumulation in muscle tissue.** No Cd accumulation in muscle was detected in exposed fish during the 216h of experimental time. Flame atomic absorption quantification did not detect any trace of Cd in the processed samples. Experimental time might not have been long enough according to previous reports in other fish species. Conto (1999) found that common carps (*Cyprinus carpio*) exposed to 0.05 and 0.4 ppm Cd during 127 days accumulated Cd only after 106 days. It has been suggested that only after the ability of liver and kidney to render Cd not soluble in cytoplasm (metallothionein synthesis) is saturated, muscle accumulation occurs.

In this particular assay, we wanted to test whether or not white cachama had a unique ability to uptake Cd ions from water. This was hypothesized given that under natural conditions, amazonian waters have very low alkalinity and hardness levels (ion-poor waters). One might expect that indigenous fish species in this region should be very efficient uptaking ions to maintain electrolytic balance (Calcium uptake has the same pathway that Cd as it was previously mentioned).

## Conclusions

White cachama is a good Cd-polluted waters bioindicator given its easy handling under laboratory conditions and the general characteristics of kidney morphology.

The gills accumulated the highest amount of Cd during the 96 h exposure time to 0.1 and 0.31 ppm Cd. This pattern may change when considering a chronic exposure time.

The kidney bioaccumulated Cd at the lowest exposure concentration and regardless of high hardness waters. Thus, there was no interaction between water hardness and Cd bioaccumulation in this organ. This finding confirms the importance of kidney evaluation when Cd effects are into consideration.

The experimental time for the second phase, where muscle was analyzed with regard to Cd bioaccumulation, was apparently not long enough. As in other fish species studied so far, white cachama might need longer experimental time to show Cd accumulation in muscle. However, rapid weight gain in this species helps to perform this type of prolonged assays.

The highest Cd concentrations that were used in these experiments (0.31 and 0.38 ppm) led to changes in behavior (swimming pattern), feed intake and general attitude in specimens. However, the unspecific nature of these changes make not easy the direct use with diagnostic purposes.

## References

- APHA (American Public Health Association). 1989. Standard methods for the determination of water and wastewater. 17<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.
- Chong, K. & W. Wang. 2000. Assimilation of cadmium, chromium and zinc by the green mussel *Perna viridis* and the clam *Ruditapes philippinarum*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 19:1660-1667.
- Claro, D.P. 1999. Estudio físico-químico de la calidad del agua del Río Bogotá del año 1958 a 1993. Publicaciones Fundación al Verde Vivo, Colombia.
- Conto, C. 1999. Kinetics of cadmium accumulation and elimination in carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Biochem. Physiol. Part C* 122:345-352.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 1999. Banco Nacional de Datos. Importaciones por partidas arancelarias según países de origen.
- Daniel, W.W. 1995. Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. John Wiley & Sons, 6<sup>th</sup> ed. p. 319-334.
- Niño, M.C. & L. Panizo. 1990. Ciencias y tecnologías del mar, VII Seminario Nacional. Comisión Colombiana de Oceanografía. Cali, Colombia. p. 707-722.
- Playle, R.C. 1998. The science of the total environment: modeling metal interactions at fish gills. p. 147-163.
- Reimschuessel, R. 1993. Postmortem examination. p. 160-165. In M. Stoskopf (ed). *Fish Medicine*. Saunders, Philadelphia.
- Ruiz, J. & C. Fandiño. 1995. Contaminación de peces por metales pesados en el Río Magdalena. Corporación Centro Regional de Población (CCRP), Fundación del Río Magdalena. p. 7-12.
- Szebedinzy, C., J.C. McGeer, D.G. McDonald & C.M. Wood. 2001. Effects of chronic Cd exposure via the diet or water on internal-organ specific distribution and subsequent gill Cd uptake kinetics in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 20:597-607.

## WATERBORNE NITRITE EXPOSURE ON WHITE CACHAMA, *PIARACTUS BRACHYPOMUS*

DIANA M. OCHOA, LUIS C. PEÑA & JAIME F. GONZÁLEZ

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,  
Laboratorio de Toxicología Acuática, Bogotá D.C.

### Abstract

120 cachama blanca juveniles were used to evaluate the response to waterborne  $\text{NO}_2$ -percent methemoglobin (MetHb), liver and blood nitrite concentrations and gross lesions were evaluated as endpoints.

First phase experiments were conducted testing four different N- $\text{NO}_2$  concentrations (ppm) (T1=0, T2=35, T3=50, T4=65; 15 fishes per treatment) in static-renewal system for 96h. MetHb values were significantly different between exposed and control (T1=0 $\pm$ 0, T2=51.3 $\pm$ 21.9, T3=56.8 $\pm$ 11.1, T4=57.3 $\pm$ 20.8). No differences were found among  $\text{NO}_2$  concentrations. Liver N- $\text{NO}_2$  (ppm) (T1=1.8 $\pm$ 2.2, T2=14.4 $\pm$ 9.4, T3=19.3 $\pm$ 9.6, T4=17.5 $\pm$ 6.9), and blood N- $\text{NO}_2$  (T1=0.1 $\pm$ 0.26, T2=32.1 $\pm$ 13.7, T3=39.3 $\pm$ 9.7, T4=46.8 $\pm$ 20) increased as  $\text{NO}_2$  in water was higher. Interestingly, there was no  $\text{NO}_2$  bioconcentration in exposed cachama in contrast to toxicokinetics followed by most fish species with regard to  $\text{NO}_2$  exposure. Eye opacity was a significant feature in some of the  $\text{NO}_2$ -exposed fish.

In the second phase, 12 fish per treatment (T1=control, T2=24h, T3=48h, T4=72h; T5=96h) were exposed to 35 ppm N- $\text{NO}_2$ . No major changes in measured endpoints were found despite differences in comparison to other fishes such as rainbow trout and tilapia. Further research is needed to investigate specific adaptive mechanisms with regard to this particular resistance.

**Key words:** nitrite, resistance, cachama blanca, methemoglobin.

### Resumen

120 juveniles de cachama blanca se utilizaron para evaluar su respuesta al  $\text{NO}_2$  en el agua. El porcentaje de methemoglobina (MetHb), concentraciones de nitrito en hígado, sangre, y las lesiones mayores fueron evaluadas.

Experimentos en la primera fase fueron conducidos evaluando cuatro concentraciones diferentes de N- $\text{NO}_2$  (ppm) (T1=0, T2=35, T3=50, T4=65; 15 peces por tratamiento) en sistema estático de renovación durante 96h. Los valores de MetHb fueron significativamente diferentes entre los expuestos y el control (T1=0 $\pm$ 0, T2=51.3 $\pm$ 21.9, T3=56.8 $\pm$ 11.1, T4=57.3 $\pm$ 20.8). No se encontraron diferencias entre las concentraciones de  $\text{NO}_2$ . N- $\text{NO}_2$  en el hígado (ppm) (T1=1.8 $\pm$ 2.2, T2=14.4 $\pm$ 9.4, T3=19.3 $\pm$ 9.6, T4=17.5 $\pm$ 6.9), y en la sangre (T1=0.1 $\pm$ 0.26, T2=32.1 $\pm$ 13.7, T3=39.3 $\pm$ 9.7, T4=46.8 $\pm$ 20) aumentó a medida que el  $\text{NO}_2$  en el agua era más alto. No se observó bioacumulación de  $\text{NO}_2$  en cachamas expuestas en contraste con la toxicodinámica seguida por la mayoría de las especies de peces con respecto a la exposición de  $\text{NO}_2$ . Opacidad ocular fue una característica significativa en algunos de los peces expuestos a  $\text{NO}_2$ .

En la segunda fase, 12 peces por tratamiento (T1=control, T2=24h, T3=48h, T4=72h; T5=96h) fueron expuestos a 35 ppm N- $\text{NO}_2$ . Finalmente, no se encontraron cambios mayores, no obstante a las diferencias en comparación con otros peces, como la trucha arco iris y la tilapia. Aún se requiere más investigación para estudiar los mecanismos adaptivos específicos con referencia a esta resistencia particular.

**Palabras claves:** nitrito, resistencia, cachama blanca, methemoglobina.

## Introducción

White cachama (*Piaractus brachyomus*) has reached an outstanding place in aquaculture activities in Colombia, Brazil and Venezuela. Thus, a better understanding with regard to behavior, physiology as well as general responses to stressors is needed to improve particular knowledge of this species. Nitrite ( $\text{NO}_2$ ) as an intermediate of nitrogen-containing water is a potentially toxic compound for fish. Most fish species bioconcentrate  $\text{NO}_2$  after being exposed to polluted waters. The ability that fish have to concentrate  $\text{NO}_2$  relies on the presence of chloride cells (one of the different cell types of gills). These cells are quite efficient when absorbing  $\text{NO}_2$  given that under physiological conditions are responsible for chloride ( $\text{Cl}^-$ ) uptake. The same electrochemical valence (-1 for both  $\text{NO}_2$  and  $\text{Cl}$ ) makes very efficient this absorption path. This study was planned to investigate, as a preliminary approach, responses of white cachama to different  $\text{NO}_2$  concentrations. Four different N- $\text{NO}_2$  concentrations were evaluated in the first experimental phase. In the second, the lowest of these concentrations was tested in a time-dependent basis.

## Methodology

**Acclimation.** 120 white cachama juveniles (5 g on average) were purchased at a commercial farm located in the east region of Colombia. These specimens were put in 30 gallon-glass tanks containing tap-dechlorinated water at the Aquatic Toxicology Laboratory. Water was siphoned daily (50% rechange) keeping a water temperature of 26°C and a 75 to 80% oxygen saturation. The fish were kept under these conditions for four weeks previous to experimental phases. Five percent of live weight was calculated to give daily as the feeding rate (commercial feed-Mojarra 32®).

**First experimental phase.** Five consecutive bioassays were conducted exposing fish during 96h to a 4 different  $\text{NO}_2$  concentrations (parts per million - ppm - of N- $\text{NO}_2$ ) (T1=0, T2=35, T3=50, T4=65). Four 10 gallon-glass tanks were randomly assigned to 3 healthy specimens of cachama per treatment in each bioassay (n=15/treatment). Fifty percent water was renewed daily and  $\text{NO}_2$  was added as a sodium salt ( $\text{NaNO}_2$ -Merck) in order to adjust planned concentrations.

Water physicochemical analysis were monitored according to EDTA titrimetric method for hardness,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  titration for alkalinity (both as  $\text{CaCO}_3$ ) (APHA 1989) and argentometric method for chloride (APHA 1967).  $\text{NO}_2$  concentration were monitored at 24h intervals by spectrophotometric analysis of the exposure water (APHA 1992).

Fish were deeply anesthetized (tricaine methanesulfonate 1:5000-TMS®) before drawing heparinized blood from caudal vein using a tuberculin syringe 25½ g needle). Specimens were sacrificed medullar channel with a deep cut. After harvesting liver, gross lesions and most remarkable macroscopic changes, if any were recorded in a necropsy sheet. Weight gain, feed intake and behavior during experiment were also evaluated as endpoints.

Liver and blood nitrite were determined using a micromethod based on diazotization an coupling reactions with a detection limit of 0.1µg N/ml blood or 50 g of liver (Shechter *et al.* 1972). As for methemoglobin (MetHb) analysis, 50µL heparinized blood were used to perform an spectrophotometric measurement of absorbances at 560, 576 and 630 nm (Shimadzu UV-VIS/160 A). Mathematical formulas made possible calculation of MetHb levels in drawn samples (Benesh *et al.* 1973):

**Second experimental phase.** Three consecutive bioassays were performed using 35 ppm N- $\text{NO}_2$  as the level of  $\text{NO}_2$  exposure. Four healthy specimens per treatment (T1=



control, T2=24h exposure, T3=48h, T4=72h, T5=96h) were put into 10 gallon-glass tanks (26°C temperature and 75-80% oxygen saturation) (n=12 fish/ treatment). Effects on feed intake weight gain and behavior were also evaluated in each time point.

Hematological analysis (blood and liver nitrite MetHb level) were done after performing necropsy in dead fish during experimental phase or after experimental time (Reimschuessel 1993). Water physicochemical monitoring (hardness, alkalinity, nitrite, chloride) were performed as reported in the first experimental phase.

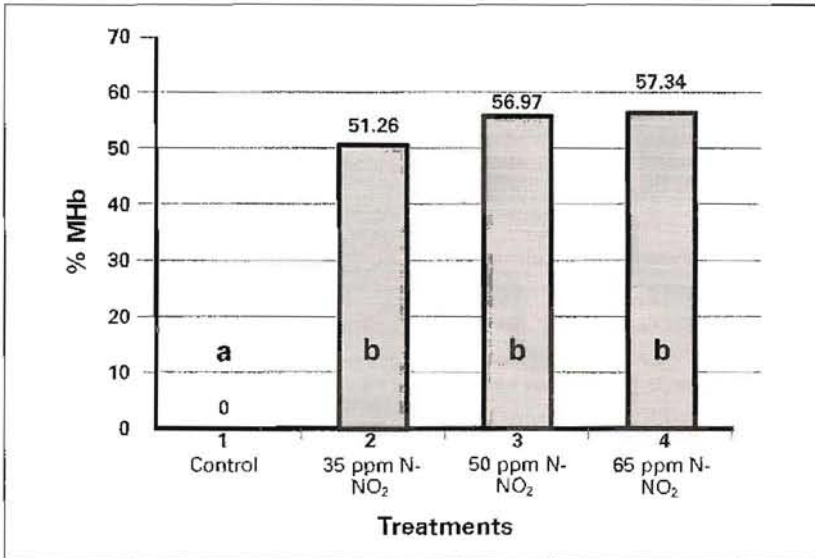


Fig. 1. Average values for methemoglobin (%). First experimental phase. Letters indicate statistically significant difference among treatments ( $p < 0.05$ ).

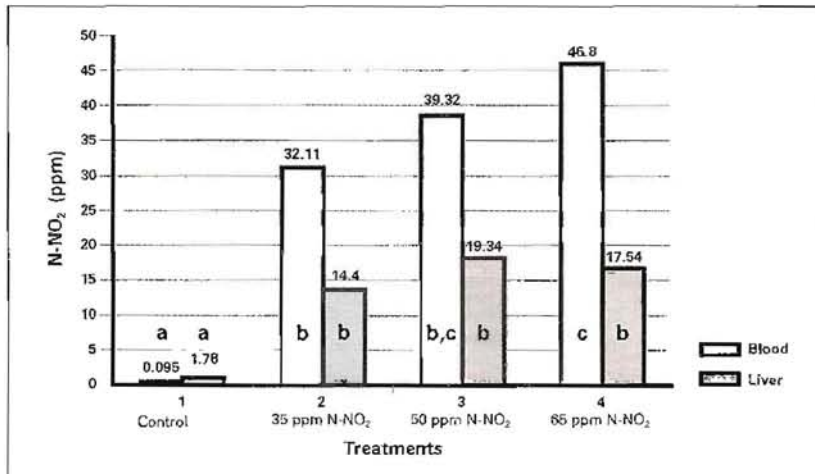


Fig. 2. Average values for blood and liver nitrite (ppm N-NO<sub>2</sub>). First experimental phase. Letters indicate statistically significant difference among treatments ( $p < 0.05$ ).

Table 1. Mortality (%) of white cachama juveniles exposed to different concentrations of  $\text{NO}_2^-$ .

Treatment	Mortality at time interval	Total mortality
Control	0	0
35 ppm	6.6 (72h-96h)	6.6
50 ppm	6.6 (24-48h) 6.6 (48-72h) 13.3 (72-96h)	26.5
65 ppm	6.6 (24-48h) 6.6 (48-72h) 20 (72-96h)	33.2

## Results and discussion

**First experimental phase.**  $\text{NO}_2^-$ —exposed fish reduced motion in the tanks but not significantly as compared to controls. Reduced feed intake was found in  $\text{NO}_2^-$ -exposed specimens (particularly at the highest concentration - 65 ppm). As for body weight gain, control fish had the highest (3.2 g on average during the 96h) followed by 35 ppm (0.42 g) and 50 ppm (0.9 g). Fish exposed to 65 ppm, lost 0.4 g on average (Statistically significant differences were found between controls and  $\text{NO}_2^-$  exposed but not among  $\text{NO}_2^-$  treatments).

Average values for methemoglobin (%) and  $\text{NO}_2^-$  concentration in liver and blood are showed in figures 1 and 2, respectively.

Mortality rates during first bioassay also indicated a particular resistance of white cachama to  $\text{NO}_2^-$  exposure (Table 1). Although this experiment was not appointed to LC50 determination, it can be appreciated that 33.2% mortality (the highest) at 65 ppm N-  $\text{NO}_2^-$  is considerably lower than the LC50 reported for rainbow trout (ppm N-  $\text{NO}_2^-$ /96h): (Rnsso *et al.* 1974), channel catfish: 7.6 (Konikoff 1975) and tilapia: 16 (Palacheck Tomasso 1984). Largemouth bass could be one of the few reported species with higher LC50 values: 140ppm (Palacheck & Tomasso 1984).

Darkened tissues (gills, liver and blood) were a common feature in  $\text{NO}_2^-$ -exposed fish. Eye opacity (Fig 3) in the specimens exposed to the highest  $\text{NO}_2^-$  concentration (50 and 65 ppm) was

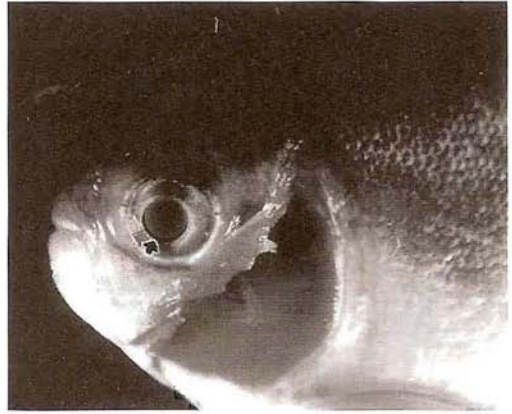


Fig. 3 Note marked eye opacity (arrow) in  $\text{NO}_2^-$ -exposed fish (50 ppm N- $\text{NO}_2^-$ ) (top), as compared to control fish (bottom).

the most significant finding in  $\text{NO}_2^-$ -exposed fish. Few reports of  $\text{NO}_2^-$  effects on vision are in the literature. Hofer and Gatamu (1994 cited by Doblander & Lackner 1996) described that retina is very sensitive to the lack of oxygen supply, a common feature in  $\text{NO}_2^-$  poisoning.

**Second experimental phase.** The 72h and 96h of  $\text{NO}_2^-$  exposure treatments showed subtle changes in swimming pattern (less active). As for feed intake, an initial reduction (first 24h) was compensated after 48 to 72h of exposure. However, by the end of the experimental time, the fish revealed anorexia again. Changes in body weight gain were significant between controls and  $\text{NO}_2^-$ -exposed (grams gained on average per

Table 2. Hematological analysis for second experimental phase specimens.

Treatment (n=12)	Methemoglobin (%)	Liver nitrite (ppm N-NO <sub>2</sub> )	Blood nitrite (ppm N-NO <sub>2</sub> )
Control	0 +/- 0	0.5 +/- 1.3	0.3 +/- 0.26
24h	23.3 +/- 18.5	3.2 +/- 3.4	19.9 +/- 15.7
48h	29 +/- 27.7	6.1 +/- 6.4	21.7 +/- 19.1
72h	14.5 +/- 19.5	3.7 +/- 3.2	18.1 +/- 14.9
96h	38.5 +/- 24.2	12.8 +/- 10.8	32.8 +/- 14.2

fish): Control=3.2 g; 24h of exposure=0.04 g; 48h=-0.16 g; 72 h=0.14 g and 96 h=0.36 g).

The most relevant feature during the second experimental phase was that, despite no statistically significant differences among treatments, Methb increased up to 48h (29%), lowered at 72h (145%) and went up again by the end -96h (38.5%) (Table 2). The lower value at 72h could be explained in adjusting mechanisms that are triggered under NO<sub>2</sub> exposure, e.g. MetHb reductase system; an enzymatic pathway recognized in fish red blood cells (Urrutia & Tomasso 1987). However, given that the stimulus (NO<sub>2</sub>) continued, the mechanism may have been overcome rendering the highest MetHb level at the end of the experimental phase. It is important to emphasize that, again, high variability among individuals of the same treatment was remarkable.

Liver and blood nitrite followed the same pattern that was just describe for MetHb (lower values at the intermediate 72h time.) This response could also be related to enhanced biotransformation reactions that would made possible recovering as long as the NO<sub>2</sub> exposure were not longer a stimulus.

No significant changes were found with regard to gross lesions after NO<sub>2</sub> exposure. Gill and liver darkening in the 96h exposure time were the most remarkable features. The highest mortality level was present at the longest exposure time -96h (24.9%). 16.6% of the fish exposed during 48h died. No fish died in control, 24h and 72h of NO<sub>2</sub> exposure.

## Conclusions

White cachama showed a significant resistance to NO<sub>2</sub> exposure in these experiments as compared to other fish species such as tilapia, rainbow trout and channel catfish.

Cachama specimens of the same treatments revealed a significant variability in Methb, liver and blood NO<sub>2</sub> values. There were no clear correlations between changes in these variables and NO<sub>2</sub> concentration in waters.

Eye opacity was a common change in fish exposed to the highest NO<sub>2</sub> concentrations (50 and 65 ppm N-NO<sub>2</sub>).

Parameters such as feed intake and body weight gain were important when evaluating NO<sub>2</sub> effects besides changes in hematological variables. These endpoints are of great importance in addition to mortality rates given the role that play in productivity of culture systems.

When performing NO<sub>2</sub> exposure in a time-dependent basis, partial acclimation to NO<sub>2</sub> were seen at intermediate phases (72h) of the experimental time. This adaptive response was overcome when the exposure continued up to 96h.

Molecular characterization of hemoglobin types as well as further research with regard to specific activity of phase. I-II biotransformation reactions in Amazonian fishes could support a better understanding of resistance to NO<sub>2</sub> (Weber 1996).

## References

- APHA (American Public Health Association ). 1967, 1989, 1992. Standard methods for the determination of water and wastewater. Washington, D.C.
- Benesh, R.E., R. Benesh & S. Yung. 1973. Equations for the spectrophotometric analysis of hemoglobin mixtures. *Anal. Biochem.* 55:245-248.
- Doblender, C. & R. Lackner. 1996. Metabolism and detoxification of nitrite by trout hepatocytes. *Biochem. Biophys. Acta* 1289:270-274.
- González, J.F. 1997. Effects of waterborn nitrite on phase I-II biotransformation reactions in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Master of Sciences Thesis. University of Maryland.
- Konikoff, M. 1975. Toxicity of nitrite to channel catfish. *Progressive Fish-Culturist* 37:96-98.
- Margiocco, C., A. Arillo, P. Mensi & G. Schenone. 1983. Nitrite bioaccumulation in *Salmo gairdneri* and haematological consequences. *Aquatic Toxicol.* 3:261-270.
- Palacheck, R.M. & J.R. Tomasso. Toxicity of nitrite to channel catfish, tilapia and largemouth bass: evidence for nitrite exclusion mechanism. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41:1739-1744.
- Reimschuessel, R. 1993. Postmortem examination. In M. Stoskopf (ed). *Fish medicine*. P:160-185. Saunders, Philadelphia.
- Russo, R.C., C.E. Smith & R.V. Thurston. 1974. Acute toxicity on nitrite to rainbow trout. *J. Fish. Res. Board. Can.* 31:1653-1655.
- Shechter, H. N. Gruener & H.I. Shuval. 1972. A micromethod for the determination of nitrite in blood. *Anal. Chem. Acta* 60:93-99.
- Tucker, C.S. 1983. Variability of percent methemoglobin in pond populations of nitrite exposed channel catfish. *Prog. Fish-Culturist* 45:108-110.
- Urrutia, M.L. & J.R. Tomasso. 1987. Acclimation of channel catfish to nitrite. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30:516-521.
- Weber, R.E. 1996. Hemoglobin adaptations in Amazonian and temperate fish with special reference to hypoxia, allosteric effect and functional heterogeneity. In A.L. Val, V.M.F. Almeida-Val & D.J. Randall (eds.) *Physiology and biochemistry of the fishes of the Amazon*. P:75- 90. INPA, Manaus, Brazil.



# ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD DE LA TALLA DE BOCACHICO, *PROCHILODUS MAGDALENÆ*, EXISTENTE EN EL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROBIOLÓGICOS DE LA C.V.C EN BUGA, COLOMBIA

DANIEL CALLE

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Buga  
danieljp331@starmedia.com

## Abstract

In July 2000, were induced to reproduction the largest (average 31.5 cm) and smallest (average 21.3 cm) specimens of the population of bocachico (*P. magdalenæ*), existing in the Institute of Hydrobiology Research of the C.V.C., Buga, to maintain the descendants of the two groups in similar environment to analyze the differences in growth rate of the two groups, for calculation of the strict inheritability of the growth rate. The strict inheritability was 0.01.

**Key words:** Strict inheritability, *P. magdalenæ*.

## Resumen

En julio del año 2000, se llevó a cabo reproducción inducida con los ejemplares más grandes (promedio 31.5 cm) y los más pequeños (promedio 21.3 cm) de la población de bocachico (*P. magdalenæ*) existente en el Instituto de Estudios Hidrobiológicos de la C.V.C en Buga, con el objeto de mantener los descendientes de los dos grupos en condiciones lo suficientemente similares para analizar la diferencia en la tasa de crecimiento de los grupos como estimativo de la heredabilidad estricta de la capacidad de crecimiento. La heredabilidad estricta obtenida fue de 0.01.

**Palabras claves:** Heredabilidad estricta, *P. magdalenæ*.

## Introducción

Teniendo en cuenta el significativo número de ejemplares de bocachico (*Prochilodus magdalenæ*) que la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) libera al medio natural, en los programas de repoblación de los ecosistemas acuáticos, la Corporación desarrolla investigaciones que propenden que estos peces estén libres de agentes patógenos y que su genotipo constituya un aporte a la población preexistente y no un deterioro a la misma. En concordancia con estos objetivos, se desarrolló este trabajo con el fin de elegir los reproductores más apropiados.

Al disminuir el efecto de la selección genética natural en los criaderos o cultivos, por homo-

geneización del medio y por el cuidado que el hombre le brinda a estos organismos, se hace trascendente la selección artificial. Este conocimiento tácitamente entendido y aplicado desde que el hombre inicia la agricultura, ha incrementado el rendimiento de la mayoría de organismos que cultiva o cría. Aunque generalmente esta selección no dirigida o no intencionada genera resultados benéficos para el humano, puede también producir efectos deletéreos para la población que se manipula. Es evidente que al escoger como ascendencia de la siguiente generación los organismos más resistentes con respecto a un factor de riesgo, ignorando otras características, se puede estar aumentando no solo la frecuencia de los alelos deseados sino también la de los perjudiciales en otros aspectos.

En la piscicultura se agudiza el efecto debido al alto número de gametos y por consiguiente de prole que generalmente producen los peces. Lo que posibilita reproducir solo unos pocos para lograr un alto número de descendientes. Este "efecto de cuello de botella" aumenta la endogamia, deriva genética y deteriora la eficiencia de la población.

Particularmente, en la reproducción de bocachico se ha procurado escoger ejemplares de mayor tamaño, los machos que más "roncan" durante el cortejo reproductivo, y las hembras de papila urogenital mas enrojecida, con abdomen abultado y relativamente firme. Considerando estos criterios se estima la heredabilidad estricta de talla en la población, para determinar si es justificable un programa de selección considerando el tamaño de los reproductores, para manejar con mejores argumentos la reproducción artificial de estos animales y tener la certeza de no deteriorar el recurso en su medio natural.

## Antecedentes

Debido a que desde el neolítico se realiza selección artificial los antecedentes son muy variados. Por consiguiente, se citan los trabajos mas recientes y con mayor afinidad a este trabajo.

En 1949 Mather y Harrison (citado por Puertas 1992), realizaron selección artificial para alto y bajo número de quetas en *Drosophila*, logrando una diferencia media entre las dos poblaciones de 26 a 50 quetas en 35 generaciones.

Falconer en 1953 (tomado de Puertas 1992), estudió la selección divergente del peso a las seis semanas en ratones. Partiendo de una línea de 21 gramos, seleccionó los dos extremos, logrando en 11 generaciones una línea de 25 y otra de 14 gramos de peso medio.

En 1953, De Lerner y Libby (tomado de Griffiths *et al.* 2000), comenzaron a seleccionar para

aumentar el número de huevos producidos por gallina. Partieron de una producción media de 20 huevos y lograron en 1968 una línea con producción media de 115 huevos.

La cosecha de maíz en Estados Unidos subió de 1408 a 2816 kilos por acre, entre 1940 y 1980. En este caso es válido anotar que el incremento no solo se ha debido a la selección artificial, sino que también han influido los recientes abonos y técnicas de cultivo (Griffiths *et al.* 1996).

Tave (1986) anota que en peces los trabajos mas notorios los han desarrollado los noruegos con los salmónidos, consiguiendo incrementos significativos en su producción, e ilustra el caso de la disminución que puede generar en su rendimiento si se selecciona en trucha arco iris teniendo en cuenta su madurez sexual temprana, porque el crecimiento disminuye al madurar el animal.

Gómez (1990) afirma que los primeros trabajos desarrollados en este campo en Colombia fueron con tilapia roja por F. Castillo en la C.V.C. en Buga, y encuentra una heredabilidad en talla de tilapia roja similar a la encontrada por Tave (1986) de 0.5 aproximadamente.

García (1991) evalúa la heredabilidad de crecimiento y el vigor híbrido en cinco líneas de tilapia roja y deja en clara la necesidad de realizar estudios sobre genética de poblaciones de los peces que aportan al bienestar nutricional de la comunidad.

## Metodología

Fueron inducidos seis bocachicos mas grandes y seis mas pequeños que se encontraban maduros sexualmente, de la población existente en la Estación de Guadalajara de Buga de la CVC, con el fin de calcular el grado de heredabilidad estricta del crecimiento de la progenie. Las tallas aparecen en la tabla 1, donde también es apreciable



Tabla 1. Longitud total (cm) de los bocachicos usados como reproductores.

Ejemplares grandes		Ejemplares pequeños	
hembras	machos	hembras	machos
30	31	20	24
31	32	20	22
32	33	21	21

la forma en la que fueron distribuidos. Se usaron cinco unidades internacionales de gonadotropina corionica por gramo de animal por vía intraperitoneal, repartida en una primera dosis del 20% y 12 horas después el 80% restante. 14 horas después de la segunda dosis se recogieron los huevos y se depositaron en incubadoras cónicas con capacidad cercana a los 40 litros, donde permanecieron aproximadamente 24 horas a 28°C. 96 horas después de pasar de las incubadoras a la mesa de levante, se sembraron en acuarios de 50x30x40 cm un número similar de postlarvas descendientes del grupo de animales grandes y pequeños.

En otro laboratorio también se realizó levante de los dos grupos en acuarios con la misma capacidad de agua que los citados anteriormente, y en todos se usó agua procedente del mismo tanque de reserva, con igual proporción de recambio, para garantizar la homogeneidad en cuanto a factores físico-químicos.

Como alimento en los primeros días se suministró rotíferos del género *Philodina*, del cultivo existente en el Laboratorio de Hidrobiología, y copépodos capturados del tanque donde se mantienen las tilapias. 30 días después se complementaron los copépodos con larvas de zancudo.

En la tabla 2 puede apreciarse la fecha de cada una de las cuantificaciones de tallas, el número de organismos medidos, el promedio de longitud total en centímetros y la varianza.

La heredabilidad fue estimada considerando que la diferencia de talla entre los descendientes dividida por la diferencia de talla entre grupos parentales es una medida de heredabilidad estricta (Griffiths 1996: 781).

## Resultados

Es válido anotar que no es posible emitir afirmaciones muy precisas sobre la variación genotípica subyacente a los caracteres cuantitativos, y que estas afirmaciones solo son aplicables a la población estudiada. Debido a que la heredabilidad pretende ponderar qué proporción de los caracteres se transmiten de una generación a la siguiente y que todas las características fenotípicas son controladas en alguna medida por el ambiente, puesto que ningún carácter puede expresarse sin su precursor químico; proteína, carbohidrato, grasa, vitamina etc. que se ingiere en la dieta.

0.01 (3.8-3.7/31.5-21.3=0.01) ha sido el valor de heredabilidad estricta estimado para la talla en la población de bocachico del Instituto de Estudios Hidrobiológicos de la C.V.C en Buga, que es muy bajo con relación a los sugeridos por Tave (1986) y Gómez (1990) para talla en tilapia roja (0.55±0.05). El valor arrojado por los datos sugiere que solo el 1% de la variación en la talla de la población estudiada es atribuible a la

Tabla 2. Datos estadísticos de la talla (cm) de los tres muestreos de descendientes de la población de bocachico estudiada.

Tiempo (días)	Descendientes de grandes			Descendientes de pequeños		
	n	Longitud promedio	Varianza	n	Longitud promedio	Varianza
40	54	1.9	0.02	54	1.8	0.03
70	55	3.8	0.49	55	3.7	0.74
100	29	5.7	0.64	31	5.7	0.97

varianza genética aditiva, y que el 99% de la variación de la talla está determinada por la varianza genética dominante, epistática y por el medio.

Es evidente entonces que para esta población no tiene sentido desarrollar un programa de selección, teniendo en cuenta la talla. Sin embargo es posible que otras poblaciones de bocachico presenten alto grado de heredabilidad para talla. No se debe ignorar que en estas poblaciones pequeñas la deriva genética puede fijar alelos y alterar en gran medida las frecuencias alélicas, modificando, en muchos casos, de manera drástica las características de estas "líneas".

Además, es indiscutible que, al igual que en la mayoría de los centros piscícolas de nuestro país, en este se ha desarrollado "selección no intencionada", porque generalmente se escogen los animales mas grandes y "bonitos". En segundo término, se tiene que considerar la posibilidad de que el grado de consanguinidad sea alto y esté determinando el bajo grado de heredabilidad encontrado. Para evitar las desconocidas consecuencias de una selección inconsciente se debe desarrollar un programa de "no selección", que consiste en seguir cuatro recomendaciones: reproducir peces todo el tiempo que se encuentren maduros; reproducir peces de todos los tamaños; reproducir todos los peces que se pueda; no descartar los pequeños, ni los que tienen poco manifiestas sus características sexuales secundarias Tave (1986).

## Conclusión

Considerando el bajo grado de heredabilidad encontrado para la talla de la población estudiada, no se justifica desarrollar un programa de

selección con base en el tamaño. Además, se recomienda a los centros de reproducción de peces implementar un programa de "no selección" para mantener la variabilidad genética en optima medida y poder evitar de manera metódica la endogamia y degeneración de la población.

## Agradecimientos

A la Dra. Ángela M. Calle que siempre me ayuda en el análisis de la información. A los doctores P. Cala y Jorge E. Forero, Universidad Nacional de Colombia, por sus oportunos comentarios.

## Referencias

- Cardellino, R & J. Rovira 1993. Mejoramiento genético en animales. Editorial Hemisferio Sur. Chile. 253p.
- García, C. 1991. Evaluación de la heredabilidad y vigor híbrido en cinco líneas de tilapia roja. Trabajo de grado. Universidad del Valle, Cali. 247p.
- Griffiths, A., W. Gelbart, J. Miller & R. Lewontin. 1996. Genética moderna. McGraw-Hill Interamericana. 976p.
- Gómez, L. 1990. Evaluación de un cultivo de *Oreochromis (sic) roja* y cálculo del valor de heredabilidad para talla. Trabajo de grado, Universidad del Valle, Cali. 305p.
- Puertas, M. 1992. Genética: fundamentos y perspectivas. Editorial Interamericana, México. 741p.
- Tave, D. 1986. Genetics for fish hatchery managers. FAO, Roma. 127p.

# PISCICULTURA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, CARIBE COLOMBIANO

JULIO A. GONZÁLEZ \* & JORGE E. FORERO\*\*

\* crocopez@hotmail.com

\*\*Universidad Nacional de Colombia, Depto. Biología, AA 14490, Bogotá D.C.

## Abstract

In the Department of Atlántico, Caribbean coast, there are seven fish farms. The SENA-CAISA, INAT, and Repelón fish farms have fish cultures in ponds, reservoirs, and floating cages in several municipalities.

The most important cultivated fish is the red tilapia, followed by the nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*), the bocachico (*Prochilodus magdalenae*), the black cachama (*Colossoma macropomum*), and white cachama (*Piaractus brachypomus*). Mostly, the cultures are semiintensive: usually floating cages with 150-200 alevins/m<sup>2</sup> are used as initial density.

**Key words:** Pisciculture, Dept. of Atlántico, Colombia.

## Resumen

El Departamento del Atlántico cuenta con siete estaciones piscícolas. A nivel estatal, la Gobernación, el SENA-CAISA, el INAT y la Estación Piscícola de Repelón (INPA), poseen proyectos de acuicultura en estanques, reservorios, pequeños lagos, y jaulas flotantes en varios municipios del Atlántico.

La especie de mayor explotación es el híbrido tilapia roja, seguida por la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), la cachama negra (*Colossoma macropomum*) y la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). En los diferentes programas predomina el tipo de cultivo semiintensivo, mientras que en jaulas flotantes se utilizan entre 150 y 200 alevinos /m<sup>2</sup> como densidad inicial de siembra.

**Palabras claves:** Piscicultura, Dpto. Atlántico, Colombia.

## Introducción

Se reportan siete granjas piscícolas en el Atlántico, además existen proyectos a nivel municipal que incluyen la producción de peces en estanques, reservorios, corrales y jaulas flotantes.

## Materiales y métodos

Con la ayuda de la regional INPA-Barranquilla se recopiló la información, complementada con la de los propietarios y/o técnicos de las diferentes granjas (Tabla I). El trabajo de campo se realizó durante tres meses en 1997. Durante cada visita se diligenció un formulario el cual contenía

aspectos técnicos, de producción, mercadeo, semilla y sanidad piscícola. Los datos se procesaron con una calculadora FX 550.

## Resultados y discusión

La información obtenida permitió analizar diferentes parámetros. En primer lugar las granjas y programas piscícolas vigentes en el Departamento.

De los 18 zoocriaderos existentes en el Departamento, sólo 3 tienen explotaciones piscícolas, aunque la mayoría de estos poseen infraestructura más no la explotan por considerarla costosa. Inicialmente todos los zoocriaderos de babilla

Tabla 1. Granjas y programas piscícolas en el Departamento del Atlántico.

-z- = zocriadero
<b>Particulares</b>
Agrozooecría -z- (Repelón)
Crocodylia Colombiana -z- (Sabanagrande)
Granja España (Luruaco)
Lagos de Sabanagrande (Sabanagrande)
Los Robles (Baranoa)
San Francisco -z- (Puerto Colombia)
<b>Estatales</b>
Estación Piscícola de Repelón - INPA - (2)
Gobernación del Atlántico (1) (Santo Tomás)
INAT (1) (Isabel López - Sabanalarga)
SENA - CAISA (3) (Suan y Repelón)

(*Caiman crocodylus*) y caimán (*Crocodylus acutus*) basaron la dieta de estos reptiles en la piscicultura.

El INPA, con la Estación Piscícola de Repelón, cuenta con dos programas con los pescadores artesanales (estanques y jaulas flotantes). La Gobernación del Atlántico posee igualmente un modelo de explotación de tilapia roja en 30 módulos flotantes. El INAT cuenta con un programa extensivo en un reservorio con cultivo de bocachico. Finalmente, el SENA-CAISA posee tres programas vigentes, los cuales incluyen cultivo de tilapia roja en estanques, pequeños reservorios y jaulas flotantes.

La fuente de agua para los diferentes programas es variada. Cinco de ellos (38.4%) la toman de embalse; tres (23%) la captan de río y/o arroyo; dos (15.3%) se surten de ciénagas; otros dos (15.3%) se surten de reservorios y finalmente un sólo programa capta agua de pozo profundo. Lo anterior refleja la importancia del embalse del Guájaro en la producción piscícola del Departamento; lo mismo que varias ciénagas que permanecen con agua todo el año. Sería recomendable aprovechar mejor estos cuerpos de agua con el montaje de jaulas flotantes en programas que incluyan comunidades campesinas, para la obtención de proteína animal de alta calidad a bajo costo.

El total de hectáreas utilizadas para la explotación piscícola en el Departamento asciende a 132,4 (129 en estanques, 3.3 en reservorios y/o jagüeyes, 0.8 en corrales, 139 en jaulas flotantes). Se puede afirmar que el área inundada para piscicultura no es alta, si consideramos que el Departamento posee excelentes fuentes y reservorios de agua para ejecutar programas altamente productivos. En las diferentes granjas y programas el tamaño de los estanques es variable, lo mismo que el tamaño de las jaulas utilizadas, como se indica en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Área de los estanques utilizados en piscicultura en el Atlántico.

Área en m <sup>2</sup>	Programas	Porcentaje
200 a 500	2	15.3
500 a 1000	1	7.6
1000 a 2000	3	23.0
2000 a 5000	2	15.3
> 5000	2	15.3

Tabla 3. Área de las jaulas flotantes utilizadas en piscicultura del Departamento.

Área en m <sup>2</sup>	Programas	Porcentaje
2 a 5	2	15.3
5 a 10	1	7.6
10 a 15	1	7.6

Para tilapia roja los estanques ideales para engorde deben oscilar entre los 1000 y 2000 m<sup>2</sup> para dar un buen manejo (P. Dorado, com. pers. 1998), y las jaulas para engorde no mayores de 6 m<sup>2</sup>. Para Torres (1993) el tamaño recomendado para jaulas debe ser hasta de 3 m<sup>2</sup> por metro de profundidad.

En el programa con los pescadores artesanales (INPA-Repelón), la cría y levante para tilapia roja se realiza en estanques de 1000 m<sup>2</sup> y el engorde en estanques de 1300 m<sup>2</sup>. El cultivo en jaulas de tilapia roja se hace en módulos de 3 m<sup>2</sup>, 6 m<sup>2</sup> para cría - levante y en módulos de 12.5 m<sup>2</sup> para engorde. El tipo de piscicultura utilizado es variable, predominando el semiintensivo, con densidades iniciales de siembra entre 1 y 3 alevinos /m<sup>2</sup> y entre 2 a 15

alevinos/m<sup>2</sup> para el intensivo. En jaulas se utiliza una densidad de siembra de 150 a 200 alevinos/m<sup>2</sup>. El pez de mayor explotación es la tilapia roja (Tabla 4), la cual se halla presente en 12 programas.

Tabla 4. Principales especies cultivadas en granjas y/o programas piscícolas en el Atlántico.

Especie	Programas	Porcentaje
Tilapia roja	12	92.3
Bocachico	5	38.4
Tilapia nilótica	4	30.7
Cachamas	4	30.7
Otras	1	7.6

La tilapia nilótica fue la especie más importante en la década de los ochenta y proporcionó las bases para el desarrollo de la piscicultura en clima cálido y medio (Salazar 1993). Esta especie ha sido desplazada en los últimos años por el híbrido rojo de tilapia que posee mejores características para el cultivo y consumo, debido principalmente a su rendimiento y presentación. La tilapia roja ha demostrado ser un animal con buenas condiciones de manejo, conversión, productividad, crecimiento y reproducción en condiciones de cautiverio.

La alimentación de los peces en los diferentes programas se basa en concentrado comercial (con 24% de proteína para levante y engorde); dos explotaciones utilizan pellet compacto; otros programas alimentan con concentrado, complementado con alimento natural al fertilizar los estanques, lo que hace más productivos los programas desde el punto de vista de conversión alimenticia y tiempo de cosecha (Tabla 5).

El tiempo promedio de cosecha de la tilapia roja oscila entre cinco y seis meses obteniéndose pesos promedios entre 320 gramos y 400 gramos. Solamente un programa realiza engorde de peces a ocho meses o más. Con el bocachico se hace cultivo a dos años, obteniéndose ejemplares con peso promedio entre 1200 y 1500 gramos, en estanques mayores de 5000 m<sup>2</sup> y asociado con otras especies como tilapia roja y cachamas blanca y negra.

Tabla 5. Tiempo de cosecha y peso promedio obtenido en los diferentes cultivos.

Meses	Peso promedio(g)	Programas	Porcentaje
4 a 5	250-300	2	15.3
5 a 6	350	6	46.1
6 a 7	350-400	1	7.6
7 a 8	450	2	15.3
> 8 (máx. 24)	350-1500	1	7.6

Los productos pesqueros obtenidos se comercializan preferentemente a mayoristas en Barranquilla, Cartagena y Medellín, pero parte de la producción se comercializa a minoristas en Barranquilla y municipios como Luruaco, Puerto Colombia, Suan, Baranoa y Repelón.

Los trece programas existentes tienen una demanda aproximada de 415.000 alevinos por cada siembra. Siete de estos no producen semilla; cuatro poseen producción propia de alevinos y dos granjas producen y compran semilla para su demanda de siembra. Las granjas productoras de alevinos se denotan en la tabla 6. En las diferentes granjas se realizan tratamientos profilácticos a los peces y se han reportado algunas enfermedades como se puede observar en la tabla 7.

Tabla 6. Granjas piscícolas productoras de semilla en el Atlántico.

Estación Piscícola de Repelón (INPA)	
Tilapia roja	50.000 alevinos reversados/mes
Tilapia nilótica	50.000 alevinos reversados/mes
Tilapia nilótica (ambos sexos)	130.000 alevinos/mes
Cachamas	300.000 alevinos/año
Bocachico	400.000 alevinos/año
Crocodylia Colombiana	
Tilapia roja	45.000 alevinos reversados/mes
Lagos de Sabanagrande	
Tilapia roja	15.000 alevinos/mes
Granja España	
Tilapia roja	100.000 alevinos sexados/bimestre
SENA - CAISA	
Tilapia roja	40.000 a 60.000 alevinos/mes

Tabla 7. Tratamientos profilácticos en las diferentes granjas piscícolas.

Item	Programas piscícolas	Porcentaje
Realizan tratamientos	8	61.5
Ningún tratamiento	4	30.7
Reportan patologías	3	23.0
Realizan tratatamientos específicos	1	7.6

La Estación Piscícola de Repelón es la principal productora de alevinos no sólo en el Departamento, si no que junto con la Estación Piscícola de Gigante (Huila), son las dos principales estaciones del INPA en el país. Los programas del SENA-CAISA producen alevinos de tilapia roja para sus propios sistemas de producción ubicados en varios municipios del Departamento.

Las patologías reportadas e identificadas han sido *Diplostomum* en los ojos de tilapia roja y nilótica, que es un tremátodo endoparásito, y el crustáceo *Lernaea* en el bocachico. Sólo un programa realiza tratamientos profilácticos específicos contra enfermedades, lo cual refleja el desinterés por el aspecto sanitario en las diferentes granjas.

## Conclusiones

El embalse del Guájaro se considera el motor de la actividad piscícola del Departamento, pues surte de agua casi al 40% de los programas vigentes. El cultivo de especies como la tilapia

nilótica y la tilapia roja en recintos flotantes dentro del embalse puede ser un mecanismo de desarrollo rural para las comunidades de campesinos y pescadores de esta región del país.

El 23% de los proyectos utilizan estanques con áreas entre 1000 y 2000 m<sup>2</sup>, los cuales se consideran ideales para el levante y engorde de especies como tilapia y cachama. La tilapia roja es la especie de mayor preferencia para ser cultivada; se encuentra en 12 de los 13 programas del Departamento. La producción de alevinos de esta especie es aproximadamente 250.000 por mes, producto de cinco granjas, la cual no se considera una alta producción.

Actualmente la pesca artesanal registra bajos volúmenes de captura, esto hace reflexionar sobre la inmediata ejecución de programas piscícolas, aprovechando las diversas ciénagas, ríos y embalses con que cuenta el Departamento.

## Referencias

- Salazar, G. 1993. Consideraciones generales sobre la acuicultura. En H. Rodríguez, G. Polo & G. Salazar (eds). Fundamentos de acuicultura continental, INPA, Bogotá D.C. p. 1-20.
- Torres, E. 1993. Cultivo de la mojarra plateada (*O. niloticus*) y la mojarra roja. En H. Rodríguez, G. Polo & G. Salazar (eds). Fundamentos de acuicultura continental, INPA, Bogotá D.C. p. 193-205.



# EVALUACIÓN DEL SEMEN DE CAPITÁN DE LA SABANA, *EREMOPHILUS MUTISII* (PISCES: TRICHOMYCTERIDAE)

JOHN MONTEJO<sup>\*</sup>, RAFAEL ROSADO<sup>\*\*</sup> & JULIO A. GONZÁLEZ<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Universidad de La Salle, Facultad de Zootecnia, Bogotá D.C.

<sup>\*</sup>jumontejo@lalupa.com; <sup>\*\*</sup>sanross@elsitio.net.co; <sup>\*\*\*</sup>crocopez@hotmail.com

## Abstract

Evaluation of semen characteristic of the catfish capitán de la sabana, *E. mutisii*, captured in the natural habitat, and specimens maintained in captivity, in the system of Neusa reservoir (Cundinamarca, Colombia). Samples were obtained from 30 mature males, of each fish group studied.

The study samples from captive fish showed the following average: seminal volume 0.08 ml, spermatic concentration  $22,5 \times 10^9$  spermatozoa/ml, motility 93%, time of progressive motility 46%, time of spermatic activity 5.25 min, pH 6.9 and seminal viability over 75%.

The sample analyzed from fish from the reservoir (natural habitat) showed the following average values: seminal volume 0.8 ml, spermatic concentration  $21,4 \times 10^9$  spermatozoa/ml, motility 98%, time of progressive motility 59 seg, time of spermatic activity 4.16 min, pH 7.3, seminal viability over 79% and spermatocrit 63.94%.

**Key words:** *E. mutisii*, semen, evaluation.

## Resumen

En individuos de capitán de la sabana *E. mutisii*, capturados en el medio natural y ejemplares mantenidos en cautiverio se efectuó una evaluación de las características del semen de la especie en el sistema del embalse del Neusa (Cundinamarca, Colombia). Las muestras fueron obtenidas de machos maduros, en un número de 30 ejemplares para cada uno de los dos grupos estudiados.

En los animales cautivos, los parámetros evaluados presentaron los siguientes valores promedio: volumen seminal 0.08 ml, concentración espermática  $22,5 \times 10^9$  espermatozoides/ml, porcentaje de motilidad 93%, tiempo de motilidad progresiva 46 seg, tiempo de actividad espermática 5.25 minutos, pH 6.9 y viabilidad seminal superior al 75%.

En peces obtenidos del embalse, los eyaculados analizados presentaron valores promedio de: volumen seminal 0.8 ml, concentración espermática  $21,4 \times 10^9$  espermatozoides/ml, porcentaje de motilidad 98%, tiempo de motilidad progresiva 59 seg, tiempo de actividad espermática 4.16 minutos, pH 7.3, viabilidad seminal superior al 79% y espermatocrito 63.94%.

**Palabras claves:** *E. mutisii*, semen, evaluación.

## Introducción

El capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt, 1805, se perfila como una alternativa de producción para el tipo de economía campesina, particularmente en zonas frías con aguas deficitarias tanto en cantidad como en calidad, ya que la especie es muy tolerante a cambios o descensos bruscos en el medio ambiente como

oxígeno disuelto en el agua, pues el pez tiene la facultad de utilizar el estómago como órgano accesorio de respiración aérea, en condiciones anóxicas o de baja concentración de oxígeno (Cala 1987), y Cala *et al.* (1990). Pineda (1983), describe la tolerancia de *E. mutisii* a las bajas concentraciones de oxígeno y encontró que 2 ppm de  $O_2$  a 17 °C es la letal, muy similar a los resultados de Cala *et al.* (1990).

Sobre la evaluación de semen en peces, el interés ha sido dirigido tanto a la definición de parámetros con fines de manejo en especies de interés comercial, como en la determinación de las características del mismo en especies nativas, con potencial de cría o conservación. A nivel reproductivo, Cala (1986) describe la espermatogénesis de *E. mutisii* en cuatro estadios: formación de agregados de espermatogonios; maduración o formación de espermatocitos, espermátidas y espermatozoos; espermatozoos maduros viables; periodo de involución.

En este trabajo se presenta una caracterización del semen del capitán de la sabana, estableciendo los valores y los rangos de variación de los principales parámetros del esperma, tanto en poblaciones silvestres como en individuos mantenidos en cautiverio.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la Estación Piscícola de la C.A.R. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca), en el Embalse del Neusa. La represa se encuentra situada a una altura promedio de 3.000 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 10 °C (Kotschwar 1979).

Los estanques utilizados cuentan con un área de 18 m<sup>2</sup> y fueron previamente fertilizados para incrementar su productividad, con lo cual se facilita mantener la especie en cautiverio. Los parámetros promedio de calidad de agua medidos durante la práctica fueron oxígeno disuelto (OD) 7.8 mg/L, pH 8.4, temperatura del agua 15 °C. Como equipo básico se dispuso de balanza, ictiómetro, microscopio, tubos de fotocelda calibrados, hemocitómetro o cámara de Newbauer, contador de colonias, pipetas de dilución de 0.1 a 10 ml, colorantes para prueba de viabilidad y morfología, papel indicador de pH, tubos de microhematocrito, centrífuga, jeringas, suero fisiológico y material de vidriería.

La obtención del material biológico se realizó en las denominadas "subiendas", que ocurren siempre en época de intensas lluvias (abril - mayo) y las cuales son un fenómeno reproductivo normal. Los arrastres fueron hechos durante la noche. El producto de las capturas se trasladó a la Estación Piscícola a estanques de cemento recubiertos con permaflex.

La longitud total de los peces se tomó utilizando un ictiómetro graduado en mm, para el peso se empleó una balanza Accu-weight con precisión de 10 g; se reporta el peso total en gramos y la longitud total (LT) en centímetros. La obtención de muestras seminales se realizó efectuando masajes abdominales en dirección cráneo-caudal. El ayuno recomendado para evitar contaminación por materia fecal no fue posible, pues las muestras debieron ser manejadas a la menor brevedad. Para favorecer la espermiogénesis en los ejemplares, fueron ubicadas 3 hembras por cada 10 machos en el mismo estanque.

El volumen seminal producto del masaje abdominal se colectó usando jeringas plásticas de insulina; para volúmenes menores a 1 ml, la lectura se realizó directamente en la misma jeringa de recolección. Para determinar el pH de las muestras, se adicionó una pequeña gota de semen al papel indicador universal, escala 6.4-9.0, registrándose el correspondiente viraje del color.

El espermatoocrito es definido como la relación entre el volumen de células seminales empaquetadas con respecto al volumen de la muestra original de semen, multiplicado por 100 (Levanduski & Cloud 1988). Se emplearon tubos capilares con un volumen de 0.065 ml, en los cuales se aspiró la muestra hasta llenar el capilar, luego se llevaron los tubos a centrifuga durante una hora a 12.000 rpm. La medición de la masa celular se realizó con una regla común, registrando los resultados en porcentaje de células empaquetadas. La motilidad, o el porcentaje de células vivas que se deslizan en cualquier dirección sin importar la velocidad con que lo hagan, se califica por observación

directa en microscopio en una escala de muy buena, buena, regular y mala (Sorensen 1982). El tiempo medio de motilidad espermática fue medido desde el momento en que se activó el semen hasta que los movimientos fueron lentos o imperceptibles (Solano 1991). Para este procedimiento, a una gota de semen puro se le adiciona una cantidad 5 veces mayor de diluyente, se homogeniza y posteriormente se hace un extendido, se coloca en el microscopio sin cubrir con lámina y se procede a tomar el tiempo en segundos.

La prueba de concentración espermática determina la cantidad de células espermáticas por unidad de volumen (millones por mililitro). Se realizaron ensayos previos de diluciones, propuestos para semen de bocachico (Bernal & Uribe 1993) y semen de cachama blanca (Solano 1991). La dilución más conveniente fue de 1:500, utilizando como diluyente suero fisiológico al 0.8%. La prueba de viabilidad o determinación de espermatozoides vivos y muertos, mediante colorantes, ofrece un método sencillo para determinar el porcentaje de espermatozoides vivos en la muestra (Sorensen 1982). El principio de esta técnica se basa en que los espermatozoides vivos resisten los colorantes supravitales, mientras que los muertos los absorben. En este trabajo se utilizó como colorante de contraste la nigrosina.

La morfología describe la forma de las células estableciendo las posibles anomalías y se expresan los resultados en porcentaje de malformaciones espermáticas (Moreira 1988). La técnica para realizar el estudio de la morfología de los espermatozoides utiliza el principio de coloración (giemsa o tinta china), con la salvedad que aquí se utilizó como diluyente solución salina al 0.8% y que la proporción de semen:colorante fue 1:25.

## Resultados y discusión

La morfometría y evaluación seminal se relacionan en la tabla 1 para peces mantenidos en cau-

tiverio y en la tabla 2 para los peces silvestres. La longitud total promedio (24.8 cm) en los dos grupos del Embalse del Neusa no es muy diferente de la reportada para el capitán en el Lago de Tota de 23.5 cm (Amaya 1975). Los ejemplares capturados en época reproductiva presentaron un peso significativamente mayor (129.6 g), con referencia al determinado para los animales cautivos (96.7 g). Dicha diferencia evidencia un mejor estado nutricional de los animales silvestres, puesto que en el medio natural pueden seleccionar y satisfacer sus hábitos alimenticios, de preferencia carnívora (Amaya 1975). Aún cuando se aplicaron procedimientos de fertilización sobre los estanques, parece ser que las condiciones de manejo alimenticio del capitán cautivo, requiere ser mejorada para satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie.

**Volumen seminal.** Presentó un valor promedio para los peces cautivos de  $0.08 \text{ ml} \pm 0.04$ , con un volumen máximo de 0.22 ml y un mínimo de 0.04 ml. El volumen seminal promedio para ejemplares silvestres, fue de  $0.81 \pm 0.067$ , con un volumen máximo de 2.5 ml y un mínimo de 0.1 ml. El volumen seminal fue la variable que presentó una mayor diferencia entre las dos poblaciones estudiadas.

**pH.** En los ejemplares mantenidos en cautiverio el pH varió dentro de 6.8 y 7. El pH encontrado en animales silvestres presentó un valor medio de 7.3, con valor máximo de 7.8 y un mínimo de 6.4. Es interesante ver que el pH del semen en los peces silvestres resultó ser ligeramente alcalino; para la cachama blanca (Solano 1991) y el bocachico (Bernal & Uribe 1993), los valores reportados son neutros.

**Espermatocrito.** Fue medido únicamente en individuos silvestres, debido a que en estos se presentaron volúmenes superiores a 0.2 ml, que es el mínimo para realizar la prueba con seguridad. El espermatocrito registró un valor medio de  $63.94\% \pm 15.70$ , con un valor máximo de 95.65% y un mínimo de 36.92%. De acuerdo con

Tabla 1. Morfometría y evaluación seminal correspondiente a 30 ejemplares en cautiverio de *E.mutisii*.

Long.total cm	Peso g	Volumen ml	motilidad %	Motilidad progresiva	Motilidad actv/min	Concentración millones/ml	Espermatocrito ml	pH	Viabilidad %
23.5	100	0.1	100	58	10	17.65	no	7	83
22.3	80	0.06	80	55	2.3	14.8	"	7	87.7
30	155	0.04	75	58	2.3	15.025	"	6.8	90
25	100	0.05	90	47	6.3	17.95	"	7	67.1
22	60	0.06	100	52	4.2	26.275	"	7	60
22	60	0.04	80	37	3	6.275	"	6.8	53.8
24	80	0.06	100	39	4.3	7.85	"	6.8	49.6
24.5	110	0.07	100	47	3.5	23.225	"	6.8	91
23.6	70	0.04	90	57	10	22.1	"	7	81.7
23.2	60	0.05	100	61	10	23.7	"	7	43.3
22.5	70	0.15	90	27	3.4	22	"	7	85.7
22.6	60	0.05	85	45	2.2	16.35	"	6.8	86.6
23.5	75	0.06	100	46	5.2	11.65	"	6.8	65.7
21	75	0.06	100	47	4	22.425	"	7	63.9
23.4	60	0.05	70	25	2.2	16.95	"	7	92.8
27.5	120	0.05	100	20	10	26.275	"	6.8	81.3
21.5	60	0.1	100	40	10	21.6	"	7	85
28.5	120	0.05	100	33	3.2	19.1	"	6.8	90
28	130	0.15	90	28	3.2	23.525	"	7	91
23	80	0.12	100	66	5	39	"	6.8	65
28.2	180	0.22	90	52	3.4	40.15	6.4	6.9	90.6
20.7	50	0.05	100	92	4	22.9	no	7	92.4
22.4	70	0.06	90	50	2.4	27.075	"	6.8	94
20	40	0.1	80	40	6	31.55	"	7	91.7
29.7	130	0.12	100	58	3.4	32.65	"	7	27.2
32	196	0.12	100	27	6.3	33	"	7	85.4
28.1	120	0.05	100	52	3.1	17.4	"	6.8	84.5
28.5	150	0.04	80	25	4.1	17.95	"	7	53.3
29.3	140	0.1	100	60	3.4	24.625	"	7	91.3
23.5	100	0.15	100	60	4.3	34.475	"	7	88.5
X=24.8	97.6	0.08	93	46.8	5.2	22516.6	6.9	76.7	
S=3.2	39.3	0.04	9	15.1	2.5	8088.2		0.09	18.1
Max=32	196	0.22	100	92	10	40150		7	94
Min=20	40	0.04	70	20	2.2	6275		6.8	27.2

Tabla 2. Morfometría y evaluación seminal correspondiente a 30 ejemplares de *E. mutisii* capturados en el embalse del Neusa.

Long. total cm	Peso g	Volumen ml	motilidad %	Motilidad progresiva	Motilidad actv/min	Concentración millones/ml	Espermatocrió ml	pH	Viabilidad %
31.5	230	1	100	55	3.3	24.075	94.3	7.4	87.5
28.5	180	2.1	100	96	10	18.5	83.3	7.4	73.1
24	130	2.2	100	44	3	22.125	70.7	7.8	88.8
24.8	110	0.6	100	64	10	10.875	36.9	7.6	85
22.5	100	0.6	100	30	2	12.5	52.2	7.8	75.1
21	60	0.8	100	45	2.2	9.725	40.3	7.8	73.6
21	70	1	100	34	10	17.925	43	7.4	72.8
30	250	0.4	100	35	3.4	19.85	40	7.8	50.7
32	290	1	100	35	2.5	18.3	43.2	7.2	74
26.5	180	2.5	100	45	3.1	20.875	76.5	7.4	75.6
28	180	1.5	100	36	3.3	15.925	69.6	7.4	87.7
23.4	90	0.9	100	36	2.4	18.6	76.1	7.2	87.9
22.7	100	0.4	100	20	2.5	39.65	95.6	7.6	88.4
24.8	120	1.3	100	19	2.3	16.775	46.8	7.4	80.9
24.6	130	0.3	100	40	2.3	29.1	77.5	7.4	88.2
22	90	0.1	100	32	2.2	16.9	58.7	7.6	60
29.7	180	2	100	45	3.4	23.875	62.1	7.2	97.7
21	70	0.4	100	45	4	28.75	68.6	6.9	66.1
21	60	0.1	100	39	2.4	19.05	81.8	7	96.2
29.5	200	0.8	100	105	3.3	17.15	62.8	7.2	70
25.3	120	0.1	100	67	3.1	24.925	68.2	7.2	53
22.3	100	0.2	100	84	3.2	23.8	58.4	7.2	90
22	80	0.3	100	77	3.3	25.45	57.9	7.2	83
22.5	90	0.2	100	67	2.4	20.4	66.1	7	91.1
22	80	0.1	100	75	4	16.025	75	7	80.9
21	70	0.4	100	75	3.5	18.575	61.5	7.2	70.5
23	110	0.5	100	104	4.1	20.85	58.2	7	84
31.5	200	1.6	85	203	3.5	48.25	no	7	95
20	60	0.6	80	65	4.3	20.58	"	7	87
27	160	0.1	100	70	3	23.9	"	6.4	84.4
X=24.8	129.6	0.8	98.8	59.5	4.1	21442.6	63.9	7.3	79.9
S=3.6	60.4	0.6	4.4	35.2	2.1	7578.1	15.7	0.3	11.7
Max=32	290	2.5	100	203	10	48250	95.6	7.8	97.7
Min=27	60	0.1	80	19	2.05	9725	36.9	6.4	50.7

Levanduski & Cloud (1988), existe una relación directa entre el espermatocríto y la concentración espermática, la que en este caso estuvo definida por un coeficiente de correlación  $r = 0.6093$ , que si bien no es elevado, sugiere la existencia de una relación entre estas variables. Es posible que con un número mayor de muestras, la correlación fuera mayor.

**Porcentaje de motilidad.** En los ejemplares cautivos presentó un valor del 100% en el 56.7% de los especímenes, del 90% para el 23.3%, del 80% para el 16.7% y del 70% para el 3.3% del resto de animales. Los ejemplares silvestres presentaron valores del 100% de motilidad en el 96.7% y del 80% en el 3.3% restante. Los porcentajes de motilidad hallados en los dos grupos se asemejan a los encontrados en trucha arco iris, especie en que se presentan valores superiores al 90% (Piñeros & Cala 1991), siendo por demás superior a la de otras especies nativas en donde la misma medida no sobrepasa el 87% de los espermatozoides móviles. Naturalmente, aspectos ligados al tiempo de reproducción pueden explicar diferencias de esta clase.

**Tiempo medio de motilidad.** Para peces cautivos, el tiempo medio de motilidad fue de  $46.8 \pm 15.1$  seg, con un tiempo máximo de 92 segundos y un tiempo mínimo de 20 segundos. Los capitanes capturados en época de sibienda presentaron un valor promedio del tiempo medio de motilidad de  $59.56 \pm 35$  seg, con un máximo de 3.23 minutos y un tiempo mínimo de 19 segundos.

**Actividad espermática.** Fue medida desde el momento en el que se activó el esperma con el agua, hasta que los movimientos cesaron por completo. Los ejemplares mantenidos en cautiverio registraron un valor medio de  $5.25 \pm 2.54$  min, con valores máximos superiores a 10 y un mínimo de 2.2 minutos. Para peces silvestres, el valor medio fue de  $4.16 \pm 2.16$  min, presentando valores máximos superiores a 10 y un mínimo de 2.05 minutos. La motilidad progresiva en los individuos cautivos tuvo un valor medio de 46.8 seg y de 59.5 en

los ejemplares silvestres que, aunque no fueron estadísticamente diferentes, la tendencia sugiere que esta característica se ve favorecida en el momento de reproducción (Horton & Oti 1976).

**Concentración espermática.** Se estimó una media de 22.516 millones de espermatozoides/ml en animales cautivos y de 21.442 millones de espermatozoides/ml en individuos silvestres, con una diferencia de casi 1000 millones de espermatozoides, que no resulta significativa en un análisis estadístico de medias. Las concentraciones espermáticas de *E. mutisii* son menores a las de otras especies como *P. magdalenae*, con una concentración promedio de  $62.5 \times 10^9$  espermatozoides/ml (Bernal & Uribe 1993) y a la de *P. brachypomus* de  $52.5 \times 10^9$  espermatozoides/ml (Solano 1991); es similar a la encontrada en *Salmo salar* y *D. Labrax*, cuyos valores fluctúan entre  $12$  y  $30 \times 10^9$  espermatozoides/ml (Billard 1977) y superior a la de *Oncorhynchus mykiss* que es de 9.482 millones de espermatozoides/ml (Piñeros & Cala 1991).

**Determinación de espermatozoides vivos y muertos.** El porcentaje de viabilidad de los animales mantenidos en cautiverio presentó un valor medio del  $76.75 \pm 18.19\%$ , con un valor máximo del 94.04% y un mínimo del 27.29%. Los ejemplares provenientes del embalse, registraron un valor medio de  $79.95 \pm 11.72\%$ , con un valor máximo del 97.70% y un mínimo del 50.78%. Ambos grupos tuvieron un comportamiento muy similar, encontrándose un porcentaje de viabilidad superior al 75% el cual es inferior al reportado en bocachico (Bernal & Uribe 1993) y superior al de cachama blanca (Solano 1991) y al de la trucha arco iris del Neusa, de más del 90% (Piñeros & Cala 1991). Se constituye por lo tanto, como un buen indicador de la calidad seminal y puede confirmar los valores de motilidad obtenidos.

**Morfología.** El aspecto normal del espermatozoide de capitán de la sabana, consiste de cabeza en forma ovoide, levemente más ancha que larga, posee un diámetro que varía entre 1.2 y 1.8



micras; el flagelo posee una longitud de 20 a 30 veces mayor que la cabeza (37 micras). Al igual que los espermatozoides de bocachico (Bergal & Uribe 1993), cachama blanca (Solano 1991) y trucha arco iris (Piñeros & Cala 1991), el espermatozoide de capitán no presenta acrosoma, debido a que los huevos de los peces poseen micrópilo por el cual el espermatozoide alcanza el interior del óvulo (Levandusky & Cloud 1988).

**Malformaciones.** Las más comunes del espermatozoide de capitán de la sabana son las de tipo secundario, como cabezas desprendidas desde el lugar de la inserción y colas en forma de gancho. Estas anomalías no fueron mayores al 10% en ninguno de los casos. Igualmente se encontraron malformaciones primarias, como colas enrolladas, colas dobles y partidas, en porcentaje muy inferior a las de tipo secundario. Para *E. mutisii*, los espermatozoides alcanzan un tamaño aproximado de 1.25 a 1.8 micras de diámetro en la cabeza, medidas inferiores a las que presenta el espermatozoide de trucha, de 3 a 4.5 micras (Piñeros & Cala 1991) y a la de bocachico, 3 a 4 micras (Bernal & Uribe 1993). La longitud flagelar es 20 a 30 veces la longitud de la cabeza (35 micras), siendo superior en proporción al respecto al de trucha y bocachico, que poseen una longitud flagelar 9 a 10 veces mayor con relación a la cabeza (Piñeros & Cala, Bernal & Uribe *op. cit.*).

## Referencias

- Amaya, R. 1975. Contribución al estudio biológico del capitán de la sabana, *Eremophilus mutisii* (Humboldt, 1805) en el lago de Tota. Inderena, 23 p.
- Bernal, W. & M. Uribe. 1993. Caracterización del semen de bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y evaluación de la motilidad después de la conservación en frío. Trabajo de Grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C.
- Billard, R. 1977. Diminution de la motilité et la dureté de conservation du sperme de *Dicentrarchus labrax* (Poisson : teleosteen), pendant la période de spermatation. *Aquaculture* 11:363-367.
- Cala, P. 1986. Cambios histomorfológicos en los testes del capitán, *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, siluriformes), durante el ciclo reproductivo anual en el sistema del Río Bogotá en Colombia. *Caldasia* XIV (68-70): 659-676.
- Cala, P. 1987. Aerial respiration in the catfish, *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes), in the Río Bogotá Basin, Colombia. *J. Fish. Biol.* (1987) 31:301-303.
- Cala, P., B. Del Castillo & B. Garzón. 1990. Air-breathing behaviour of the Colombian catfish *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes). *Exp. Biol.* (1990) 48:357-360.
- Horton, H. & A. Oti. 1976. Cryopreservation of fish spermatozoos and ova. *J. Hydrobiol.* 33:995-999.
- Kotschwar, A. 1979. Plan de manejo de la cuenca del embalse del Neusa. Informe Técnico C.A.R.
- Levandusky, M. & J. Cloud. 1988. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: effect on non-motil sperm on fertility. *Aquaculture* 75:171-179.
- Moreira, S. 1988. Manipulacao de esperma na reproducao induzida de peixes. B. Inst. Pesquisas. Sao Paulo. 16 p.
- Pineda, J. 1983. Límites de tolerancia y consumo de oxígeno del pez capitán de la sabana, *E. mutisii*, a diferentes temperaturas de aclimatación. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Piñeros, R. & P. Cala. 1991. Motilidad, morfología, concentración y número de espermatozoides en reproductores de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Pisces : Salmonidae). *Revista Acad. Colomb. Cienc.* XVIII (68):75-81.
- Solano, J. 1991. Caracterización y congelación de semen de cachama blanca (*Piaractus brachyomus*). Trabajo de Grado, Universidad de los Llanos. Villavicencio.
- Sorensen, A.M. 1982. Reproducción animal. Principios y prácticas. Mc Graw-Hill, Madrid.

# ICHTHYOFAUNA OF LAGO TARAIRA, LOWER RIO APAPORIS SYSTEM, COLOMBIAN AMAZON

Sandra B. Correa

The Tropenbos-Colombia Programme, Bogotá  
scorrea70@hotmail.com

## Abstract

A survey of freshwater fishes from Lago Taraira, an oxbow lake of the lower Río Apaporis system, Colombian Amazon, yielded 121 species, belonging to 10 orders and 21 families. Most species were members of the Characiformes (56%). The genus *Uaru* (Cichlidae), represents a new record for Colombia.

**Key words:** fishes, Lago Taraira, Río Apaporis, Colombian Amazon.

## Resumen

Una exploración de la ictiofauna del Lago Taraira, localizado en la región del bajo Río Apaporis, Amazonia Colombiana, permitió la captura de 121 especies, pertenecientes a 10 órdenes y 21 familias. La mayoría de las especies fueron Characiformes (56%). El género *Uaru* (Cichlidae), representa un nuevo registro para Colombia.

**Palabras claves:** peces, Lago Taraira, Río Apaporis, Amazonia Colombiana.

## Introduction

The Amazon basin has the most diverse freshwater fish fauna in the world, with an estimated of 2500 known species and as many as 8000 total species in Neotropic (Vari & Malabarba 1998). Cala (1987, 2001), estimated the Colombian freshwater ichthyofauna between 2000 to 3000 species. Mojica (1999) presented a poorly documented preliminary checklist of 838 species of Colombian freshwater fishes, with 253 species reported from the Amazon basin and just five from Río Apaporis. Castro and Arboleda (1988), reported 241 species for Río Caquetá, Castro (1994) reported 100 species in the Río Putumayo, Jimenez (1994) found 140 species associated with floating grasses in the Río Amazonas near Leticia. Estimates made by Castro (1995) indicate that there are more than 500 species of fishes in the Colombian Amazon basin. Above all, these data illustrate the poor understanding of Colombia's ichthyofauna and the necessity for further inventory.

Floodplains constitute 3% of the lowland forest in the Amazon basin (Goulding 1993).

The inundation that annually occurs substantially affects the landscape and the dynamics of the entire system. Widespread flooding during a large part of the year allows aquatic animals to utilize resources from the forest (e.g. fruits and seeds), representing a key habitat supporting high diversity of fishes.

The Lago Taraira is situated within the Caquetá moist forest, one of the world ecoregions as defined by the World Wild Found. This area is still highly unexplored, especially in terms of aquatic fauna, therefore the present study represents an important contribution to the knowledge of Colombian Amazon Ichthyofauna. Thus, the major goal of the present study is to explore the fish fauna from Lago Taraira, an oxbow lake of the lower part of Río Apaporis in Colombian Amazon.

## Materials and methods

The Río Apaporis, a blackwater tributary of Caquetá-Japurá River, is 1200 km long with a 47.000

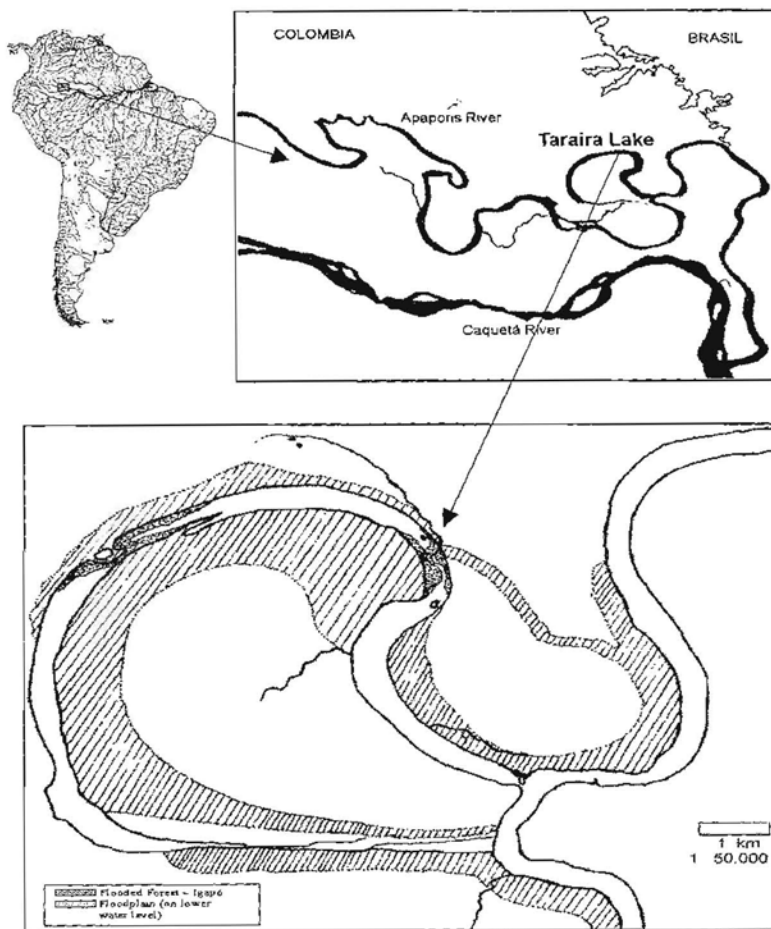


Fig. 1. Geographic position of the study area, Lago Taraira, Lower part of the Rio Apaporis, Colombia.

km<sup>2</sup> drainage area (PAT 1997). The Lake (1° 15' S, 69° 35' W) is 22 km long and the largest blackwater floodplain lake in the Amazon region (T. DeFler, *pers. comm.* 1997). This area has an average altitude of 100 m.a.s.l. (Fig.1). The annual flood is associated with a 6 m difference between maximum and minimum water levels (Fig. 2). In 1997, the year when two of the fish collections were made, annual rainfall was 3814.5 mm. The average temperature during the same period was 27.33 °C and 22.47 °C (maximum and minimum, respectively). The lake is surrounded by primary rain forest with 29m high average, moderately dense (45% of cover), and with stems reaching

120 cm dbh (PAT 1997). A wide flooded forest is presented principally on the lake's western edge (Fig 1). Actually there is few and far between anthropic pressure on this forest.

I surveyed fishes of Lago Taraira over seven months (July-September 1997 and January-April 1998) that covered both wet and dry seasons. The following biotopes were surveyed: open waters, flooded forest, channels, streams, beaches and rocky substrates. Fishes were collected during each month using two nylon gillnets (11m x 2m x 7.35cm and 60m x 2m x 14.7cm). Hooks, hand nets, harpoon were also used. Arrow and a casting net

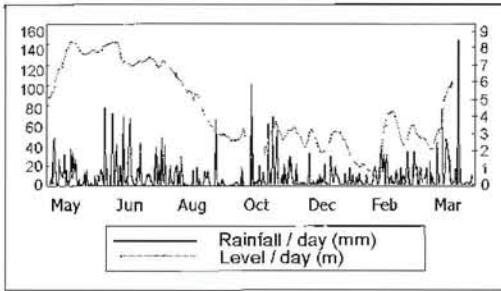


Fig. 2. Daily rainfall and water level in Lago Taraira between May 1997 and April 1998.

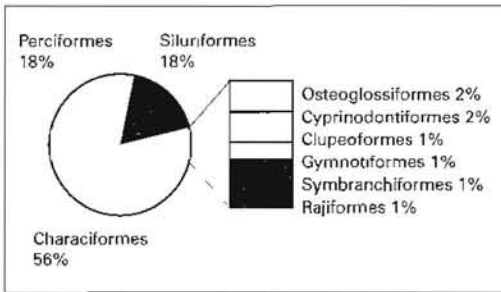


Fig. 3. Percentage composition of fish orders, corresponding to 120 fish species, found in Lago Taraira based on collections made in 1990, July-September 1997 and January-April 1998.

were used only during the low water season. Fish collection was conducted mostly during the day. A few specimens were collected from the Río Apaporis too (Table 1).

All specimens are deposited in the ichthyological collection of Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural (ICNMHN), Universidad Nacional de Colombia, and Instituto Alexander von Humboldt (IAVH) in Bogotá and Villa de Leyva, respectively. For the present study, I also examined material from two previous collections made in the lake by Hernando López in 1990 (unpublished data), and surrounding rainforest streams by James Parker in 1997 (unpublished data). Species identifications were aided by using taxonomic keys (Table 1), and comparison of fish material at the ICNMHN. The list presented here follows the taxonomic checklist of Eschmeyer (1998).

## Results and discussion

I identified a total of 121 species belonging to ten orders: Rajiformes (1), Osteoglossiformes (2), Clupeiformes (1), Characiformes (68), Siluriformes (22), Gymnotiformes (1), Cyprinodontiformes (2), Beloniformes (1), Synbranchiformes (1), and Perciformes (22), classified in 21 families (Table 1). Characiformes was the most species rich order (56%, Fig. 3), followed by Perciformes and Siluriformes (18% each). Among families, Characidae had the greatest number of species (35.5%). Cichlidae was the second richest family with 17.4%. Pimelodidae accounted for 10.7%. As expected, characids were the most diverse group in the sampled area.

This study added the genus *Uaru* to the Colombian freshwater ichthyofauna. Two species in the genus *Uaru* are known, *U. amphiacanthoides* and *U. fernandezyepezii*. Only, *U. amphiacanthoides* was collected from Taraira. All four specimens were collected along the edge of the lake during the low waters season. Native fisherman of the area did not recognize these, which suggests that species may be uncommon in the Apaporis. Nevertheless, it is very abundant in the nearby Río Negro in Brasil (Goulding *et al.* 1988).

It is important to mention that Helogetiidae was previously reported for Colombia by Dahl in 1960 with a new species, *Leivaichthys castaneus*, from the Río Guayabero (Vari and Ortega 1986). In the present study a single specimen of another species, *Helogenes marmoratus*, from a small, black-water, forest stream was found. This is the most geographically wide-ranging species recognized within the family and appears to be restricted mostly to streams (Vari and Ortega 1986).

The genus *Agoniates* contains three species: *A. halecinus*, *A. anchovia* and *A. ladigesi*. *Agoniates* is considered a primitive characid genus (Géry 1977). *Agoniates* species inhabit rivers of Guyana and Amazonia. They are seldom found



Table 1. Fishes from Lago Taraira. ICNMHN (Inst. Cienc. Nat.- Mus. Hist. Nat., UN, Bogotá), CV-LAVH (Colección Vertebrados Inst. von Humboldt, Bogotá); n (specimens).

Taxon	n	Identification references	Collection code
<b>Order RAJIFORMES</b>			
<b>Family Potamotrigonidae</b>			
<i>Potamotrigon schroederi</i>	3	Rosa 1985	ICNMHN-4326, CV-IAYH
<b>Order OSTEOGLOSSIFORMES</b>			
<b>Family Osteoglossidae</b>			
<i>Arapaima gigas</i> (Cuvier, 1829)	2	Castro 1994	
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> Vandelli, 1829	10	Planquette et al. 1996	
<b>Order CLUPEIFORMES</b>			
<b>Family Clupeidae</b>			
<i>Pellona castelneana</i> Valenciennes, 1847	1	Santos et al. 1984; FAO, 1988	ICNMHN-4312
<b>Order CHARACIFORMES</b>			
<b>Family Curimatidae</b>			
<b>Subfamily Curimatinae</b>			
<i>Curimata ocellata</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	5	Yari 1989a	CV-IAYH
<i>C. vitata</i> Kner, 1859	11	Yari 1989a	CV-IAYH
<i>Curimatella meyeri</i>	4	Yari 1992	CV-IAYH
<i>Potamorhina latior</i> (Steindachner, 1876)	1	Yari 1984	ICNMHN-4322
<i>P. pristigaster</i> (Steindachner, 1876)	1	Yari 1984	ICNMHN-4320
<i>Psectrogaster rhomboides</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	2	Yari 1989b	ICNMHN-4321, CV-IAYH
<i>Steindachnerina guentheri</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	1	Yari 1991	ICNMHN-4358
<b>Subfamily Prochilodontinae</b>			
<i>Semaprochilodus kneri</i> Pellegrin, 1909	1	Mago-Leccia 1972	ICNMHN-4330
<i>S. taeniurus</i> (Valenciennes, 1811)	1	Géry 1977	ICNMHN-4331
<i>Prochilodus nigricans</i> Agassiz, 1829	1	Géry 1977	
<b>Subfamily Anostominae</b>			
<i>Laemolyta varia</i>	1	Santos & Jegu 1996	CV-IAYH
<i>Leporinus agassizii</i> Steindachner, 1876	4	Santos & Jegu 1989	ICNMHN-4319, CV-IAYH
<i>L. fasciatus</i> Agassiz, 1829	4	Géry 1977	ICNMHN-4317, CV-IAYH
<i>L. friderici</i> (Bloch, 1794)	4	Santos & Jegu 1989	ICNMHN-4318, CV-IAYH
<i>Schizodon fasciatus</i> Agassiz, 1829	1	Santos 1980	CV-IAYH
<b>Family Erythrinidae</b>			
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Steindachner, 1901)	1	Planquette et al. 1996	ICNMHN-4359
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)	2	Planquette et al. 1996	ICNMHN-4325, 4360
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	6	Planquette et al. 1996	ICNMHN-4324, CV-IAYH
<b>Family Lebiasinidae</b>			
<i>Pirrhulina (grupo brevis)</i> sp.	16	Géry 1977	ICNMHN-4352
<b>Family Ctenolucidae</b>			
<i>Bouengerella cnavieri</i> (Agassiz, 1829)	1	Yari 1995	CV-IAYH
<i>B. lateristriga</i>	1	Yari 1995	CV-IAYH
<i>B. maculata</i> (Valenciennes, 1849)	4	Yari 1995	ICNMHN-4323, CV-IAYH

Table 1. Continued.

Taxon	n	Identification references	Collection code
<b>Family Cynodontidae</b>			
<i>Hydrolicus scomberoides</i> (Cuvier, 1819)	3	Castro 1994	ICNMHN-4314, CV-IAVH
<i>Raphiodon vulpinus</i> Agassiz, 1829	1	Castro 1995	
<i>Raphiodon gibbus</i> (Agassiz, 1829)	1	Lauzanne & Loubens 1985	ICNMHN-4313
<b>Family Characidae</b>			
<i>Agoniates anchovia</i> (Eigenmann, 1916)	5	Géry 1977	ICNMHN-4309, CV-IAVH
<i>Charax gibbosus</i> Linnaeus, 1758	1	Géry 1977	ICNMHN-4349
<i>Acestrorhynchus</i> sp.	2	Géry 1977	ICNMHN-4381
<i>Brycon melanopterus</i> Cope, 1872	3	Manher 1992	ICNMHN-4308, CV-IAVH
<i>B. cephalis</i> Günther, 1869	1	Manher, 1992	
<i>Brycon</i> sp.1	1	Géry 1977	CV-IAVH
<i>Tetragonopterus chalcus</i> Agassiz, 1829	2	Eigenmann 1912	ICNMHN-4311
<i>Chalcens macrolepidotus</i> Cuvier, 1818	4	Géry 1977	ICNMHN-4310, CV-IAVH
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818)	2	Lauzanne & Loubens 1985	
<i>Mylossoma duriventris</i> (Cuvier, 1818)	1	Machado-Allison & Fink 1995	CV-IAVH
<i>Myelus schomburgkii</i> (Jardine, 1844)	2	Machado-Allison & Fink 1995	ICNMHN-4305
<i>M. rubripinnis</i> (Müller & Troschel, 1844)	5	Machado-Allison & Fink, 1995	ICNMHN-4306
<i>M. asterias</i> (Müller & Troschel, 1845)	2	Machado-Allison & Fink 1995	ICNMHN-4295
<i>Myelus</i> sp.	7	Machado-Allison & Fink 1995	
<i>Metynnis luna</i> Cope, 1878	1	Machado-Allison & Fink 1995	ICNMHN-4307
<i>Pristobrycon calmoni</i> (Steindachner, 1908)	1	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4298
<i>P. maculipinnis</i> Fink & Machado-Allison, 1992	6	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4299, CV-IAVH
<i>P. striolatus</i> Steindachner, 1908?	2	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4303, CV-IAVH
<i>Pristobrycon</i> sp.1	4	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4297, CV-IAVH
<i>Pristobrycon</i> sp.2	1	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4297
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	15	Jegu & Santos 1988	ICNMHN-4296, CV-IAVH
<i>S. elongatus</i> Kner, 1860	11	Géry 1977	ICNMHN-4301, CV-IAVH
<i>S. altuvei</i> Ramirez, 1965	4	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4302, CV-IAVH
<i>S. cf. nalseni</i>	6	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4304, CV-IAVH
<i>S. cf. medinae</i> Ramirez, 1965	1	Machado-Allison & Fink 1996	ICNMHN-4300
<i>Triphortheus elongatus</i> (Günther, 1864)	2	Géry 1977	ICNMHN-4315
<i>T. angulatus</i> Cope, 1871	2	Géry 1977	CV-IAVH
<i>T. pictus</i> (Garman, 1890)	1	Géry 1977	ICNMHN-4316
<i>Bryconops caudomaculatus</i> (Günther, 1864)	2	Géry 1977	ICNMHN-4361
<i>Moenkhansia lepidinra</i> (Kner, 1859)	4	Géry 1992	ICNMHN-4362
<i>M. oligolepis</i> (Günther, 1864)	6	Géry 1977	ICNMHN-4364
<i>M. colletii</i> (Steindachner, 1908)	2	Géry 1977	ICNMHN-4365
<i>M. comma</i> Eigenmann, 1908)	1	Géry 1977	ICNMHN-4366
<i>M. cf. simulata</i> Eigenmann, en Pearson, 1925	4	Géry 1977, Planquette et al. 1996	ICNMHN-4350
<i>Astyanax validus</i> Géry Planquette & Le Bail, 1991	3	Planquette et al. 1996	ICNMHN-4351
<i>Hemigrammus analis</i> Durbin, 1909	1	Géry 1977	ICNMHN-4367
<i>H. bellottii</i> (Spix, 1882)	9	Géry 1977	ICNMHN-4368
<i>H. levi</i> Durbin, en Eigenmann, 1908)	14	Géry 1977	ICNMHN-4369
<i>H. vorderwinkleri</i> Géry, 1963	1	Géry 1977	ICNMHN-4370
<i>H. melanochrous</i> Fowler, 1913	5	Géry 1977	ICNMHN-4371
<i>Hemigrammus</i> sp.1	11	Géry 1977	ICNMHN-4372
<i>Hemigrammus</i> sp.2	1	Géry 1977	ICNMHN-4373
<b>Order SILURIFORMES</b>			
<b>Family Doradidae</b>			
<i>Doras cf. cariu</i>	1	Eigenmann 1925	CV-IAVH
<i>Oxidoras niger</i> (Valenciennes, 1840)	1	Lauzanne & Loubens 1985	CV-IAVH
<i>Scorpiodoras heckelii</i> (Kner, 1855)	3	Burgess 1989	ICNMHN-4329, CV-IAVH



Table I. Continued.

Taxon	n	Identification references	Collection code
<b>Family Pimelodidae</b>			
<i>Brachiplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	1	Castro 1986a	
<i>Goeldiella eques</i> (Mueller & Troschel, 1848)	1	Burgess 1989	CY-IAVH
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	1	Mees 1974	ICNMHN-4333
<i>Leiarius marmoratus</i> (Gill, 1870)	2	Castro 1986a	
<i>Leiarius pictus</i>	3	Burgess 1989	ICNMHN-4327, CY-IAVH
<i>Phractocephalus hemiofliperus</i> (Schneider, 1801)	2	Lauzanne & Loubens 1985	
<i>Pimelodina flavipinnis</i> (Stewart, 1986)	1	Burgess 1989	CY-IAVH
<i>Pimelodus bloccii</i> Valenciennes, 1840)	9	Lauzanne & Loubens 1985	ICNMHN-4328, CY-IAVH
<i>Platynematichthys notatus</i> (Schornburgk, 1841)	2	Castro 1986	
<i>Pseudopimelodus</i> sp.	2	Burgess 1989	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	2	Castro 1986	
<i>P. tigrinum</i> (Valenciennes, 1840)	2	Castro 1986	
<i>Sorubim lima</i> (Schneider, 1801)	4	Castro 1986	CY-IAVH
<b>Family Ageneiosidae</b>			
<i>Ageneiosus brevifilis</i> Valenciennes, 1840	1	Burgess 1989	ICNMHN-4332
<b>Family Callichthyidae</b>			
<i>Callichthys callichthys</i>	1	Burgess 1989	CY-IAVH
<b>Family Helogenidae</b>			
<i>Helogenes marmoratus</i> Günther, 1863	1	Vari & Ortega 1986	ICNMHN-4374
<b>Family Hypophthalmidae</b>			
<i>Hypophthalmus</i> sp.	1	Lauzanne & Loubens 1985	
<b>Family Loricariidae</b>			
<i>Lasiancistrus</i> sp.	1	Burgess 1989	ICNMHN-4375
<i>Loricaria</i> sp.	1	Burgess 1989	ICNMHN-4357
<b>Order GYMNOTIFORMES</b>			
<b>Family Hypopomidae</b>			
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (Steindachner, 1868)	1	Mago-Leccia 1994	CY-IAVH
<b>Order CYPRINODONTIFORMES</b>			
<b>Family Aplocheilidae</b>			
<i>Rivulus cf. elongatus</i> Fels & de Rham, 1981	2	Huber 1992	ICNMHN-4378
<i>Rivulus cf. ophiomimus</i> Kullander, 1986	1	Huber 1992	ICNMHN-4379
<b>Order BELONIFORMES</b>			
<b>Family Belonidae</b>			
<i>Belonion dibranchodon</i> Collette, 1966	2	Collette 1966	ICNMHN-4380
<b>Order SYNBRANCHIFORMES</b>			
<b>Family Synbranchidae</b>			
<i>Synbranchius marmoratus</i>	1	Santos et al. 1984	ICNMHN-4376
<b>Order PERCIFORMES</b>			
<b>Family Sciaenidae</b>			
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	1	Lauzanne & Loubens 1985	
<b>Family Cichlidae</b>			
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	4	Kullander 1986	ICNMHN-4348, CY-IAVH

Table 1. Continued.

Taxon	n	Identification references	Collection code
<i>Aequidens</i> sp.1	2	Kullander 1986	ICNMHN-4353
<i>Aequidens</i> sp.2.	1	Kullander 1986	CV-IAVH
<i>Apistogramma cf. regani</i>	5	Kullander 1980	ICNMHN-4356
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	8	Kullander 1986	ICNMHN-4343, CV-IAVH
<i>Bujurquina marie</i>	1	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4345
<i>Cichla monoculus</i> Spix, 1831	10	Cala et al. 1996	ICNMHN-4334, CV-IAVH
<i>Crenicara</i> sp.	1	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4355
<i>Crenicichla anthurus</i> Cope, 1872	4	S. Reid, in prep.	ICNMHN-4337, CV-IAVH
<i>Crenicichla lenticulata</i> Heckel, 1840	6	S. Reid, in prep.	ICNMHN-4335, CV-IAVH
<i>Crenicichla lugubris</i> Heckel, 1840	3	S. Reid, in prep.	ICNMHN-4336, CV-IAVH
<i>Geophagus cf. brasiliensis</i>	1	Gosse, in prep.	ICNMHN-4346
<i>Geophagus jurupari</i> Heckel, 1840	9	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4339, CV-IAVH
<i>Geophagus surinamensis</i> Bloch, 1791	6	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4340, CV-IAVH
<i>Geophagus</i> sp.1.	1	Gosse, in prep.	ICNMHN-4347
<i>Geophagus</i> sp.2.	2	Gosse, in prep.	CV-IAVH
<i>Heros severus</i> Heckel, 1840	5	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4342, 4377, CV-IAVH
<i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840)	6	Lowe-McConnell 1969	ICNMHN-4354, CV-IAVH
<i>Satanoperca daemon</i> Heckel, 1840	2	Gosse, in prep.	ICNMHN-4341, CV-IAVH
<i>Symphysodon aequilasciatum</i> Pellegrin, 1883	2	Loiselle 1994	
<i>Uaru amphiacanthoides</i> Heckel, 1840	5	Loiselle 1994	ICNMHN-4338, CV-IAVH

and may be extinct in Guyana (Géry 1977), although Goulding *et al.* (1988) collected 23 specimens of *Agoniates* sp. in the Río Negro, Brasil. Also, K. Winemiller (pers. comm.) collected several specimens in Casiquiare watershed in Venezuela. In Taraira, *A. anchovia*, was commonly captured in open waters when water levels seasonally rise.

The *Pristobrycon* has a wide distribution in the Amazon and Orinoco basins (Machado-Allison & Fink 1995). In Taraira, three species were collected: *P. calmoni*, *P. maculipinnis*, and *P. striolatus*. A more extensive review of *Pristobrycon* specimens is necessary, because additional forms that may be other species also were collected.

*Scorpiodoras* is a monospecific genus, *Scorpiodoras heckelii*, described from the Río Negro, Brazil (Burgess 1989). This species was collected from Lago Taraira, unfortunately without habitat information.

*Pimelodina* is also monospecific genus, with the species *P. flavipinnis*, having a wide distribution

in the Río Amazonas from Pucalpa, Perú, to Belem, Brazil (Burgess 1989). A single specimen was collected from Taraira, unfortunately without habitat information.

From the species reported in this checklist, 41.67% are reported from the Río Negro collections made by Goulding *et al.* (1988) in the lower and middle stretch (1200 km). The Río Negro has several physical and chemical characteristics in common with Río Apaporis and Taraira, i.e. high temperature, high transparency, low pH and low nutrient content (Goulding *et al.* 1988, Correa 1999), and both are located within the Guyana Shield (Dominguez 1975, Goulding *et al.* 1988). There are few obvious geographic barriers between these two watersheds that could promote allopatric speciation. Thus, the two rivers should have similar ichthyofaunas. This supports the conclusion drawn from the Río Negro survey that suggests a high similarity between fish genera of that river and those of other Amazonian and Orinoco rivers (Goulding *et al.* 1988). The survey of Lago Taraira probably undersampled several species due to limitation of the sampling methods

and the specialized behavior of certain species (e.g., nocturnal gymnotoids and small species conceal themselves in rocky and sandy substrates). To more clearly delineate the biogeography of the western Guyana Shield, surveys are needed in the middle and upper part of Apaporis and the confluence of the lower reach with Caquetá-Japurá River.

The Lago Taraira receives little fishing pressures, most of which occurs during the low-water season. This low fishing pressure and low impacts to the surrounding forest ecosystem make this lake well suited for long-term study of natural ecological interactions.

### Acknowledgements

This research was supported by Tropenbos Foundation–Colombia and Organization for Tropical Studies–OTS. I wish to thank the Instituto Alexander Von Humboldt for permission to examine the Hernando López collection and Omacha Foundation for logistic support. I thank James Parker for providing access to his collection and Javier Maldonado for helping me with the identification of some specimens. I thank the Inst. Cienc. Nat.-Mus. Hist. Nat., Universidad Nacional de Colombia by allowed me to use the fish collection, with the supervision of German Galvis and José Ivan Mojica. Finally, I thank Sara Bennett and Thomas Defler to share with me the dream named Caparu.

### References

Burgess, W. 1989. An atlas of freshwater and marine catfish. A preliminary survey of the Siluriformes. Neptune, N.J.T.H.F. Pub. Inc. 784 p.

Cala, P. 1987. La ictiofauna dulceacuicola de Colombia: una visión histórica y su estado actual. *Revista Acad. Colomb. Cienc.* 16 (62): 69-84.

Cala, P. 2001. Ictiofauna de agua dulce de Colombia en el contexto global neotropical y su estado

actual: una revisión bibliográfica. *Dahlia* (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 4: 3-14.

Cafá, P., E. González & M. P. Varona. 1996. Aspectos biológicos y taxonómicos del tucunaré, *Cichla monoculus* (Pisces: Cichlidae). *Dahlia* (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 1: 23-37.

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

Castro, D. M. 1994. Peces del Río Putumayo sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo (CAP). Mocoa, Putumayo, Colombia. 174 p.

Castro, D. M. 1995. Fishery in the Colombian Amazon. p. 265-281. En: Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas. Agora Impresores Ltda. Bogotá.

Castro, D. M & A. L. Arboleda. 1988. Lista preliminar de los peces del Río Caquetá, Colombia. *Bol. Fac. Biol. Mar.* 7-14 p.

Collette, B. B. 1966. *Belonion*, a new genus of freshwater needlefishes from South America. *Amer. Mus. of Nat. Hist. Novitates* No. 2274

Correa, S. B. 1999. Estudio ecológico preliminar de asociaciones de peces en el Lago Taraira, bajo Río Apaporis, Amazonia colombiana. Trabajo de grado, Universidad del Valle, Cali. 150p.

Dominguez, O.C. 1975. El Río Apaporis, visión antropogeográfica. *Rev. Col. Antrop.* 18: 131-181.

Eigenmann, C. 1912. The freshwater fish of British Guyana. *Mem. Carnegie Mus.* V: 578p.

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

Eschmeyer, W.N. 1998. Catalog of fishes. 1-3: 1-2905. California Academy of Sciences, San Francisco.

FAO, 1988. Clupeoid fish of the world. FAO fisheries synopsis 7(125), Part. I. U. N. Dev. Programme. FAO, Rome.

Géry, J. 1977. Characoids of the world. Neptune city, NJ. TFH Pub. 672 p.

- Géry, J. 1992. Description de deux nouvelles especes proches de *Moenkhausia lepidura* (Kner) (Poissons, Characiformes, Tetragonopteridae) avec une revue du groupe. Rev. Française d'Acuariologie 3: 69-79.
- Goulding, M. 1993. Bosques de inundación amazónicos. Revista Investigación y Ciencia. Mayo: 60-67.
- Goulding, M., M. L. Carvalho & E. G. Ferreira. 1988. Río Negro, rich life in poor water. The Hague, The Netherlands: SPB Acad. 200 p.
- Huber, J.H. 1992. Review of *Rivulus*. Biogeography-relationships. Cybium, Soc. Française d'Ichtyologie. 572 p.
- Jegu, M. & G.M. Dos Santos. 1988. Le genre *Serrasalminus* (Pisces, Serrasalminidae) dans le bas ocaintins (Brésil, Para), avec la description d'une espece nouvelle, *S. geryi*, du bassin Araguaia-Tocantins. Rev. Hibrobiol. Trop. 21(3): 239-274.
- Jimenez, L. F. 1994. Estructura de una comunidad ictica en gramalotes del Trapecio Amazónico. Trabajo de grado. Depto. de Biol., Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Kullander, S. 1980. A taxonomical study of the genus *Apistogramma* Regan, with a revision of Brazilian and Peruvian species (Teleostei: Percoidei: Cichlidae). Bonner Zool. Monogr. 14: 1-152.
- Kullander, S. 1986. Cichlids fish of Río Amazonas drainage of Perú. Swed. Mus. Nat. Hist. Stockholm. 431 p.
- Lauzanne, L. & G. Loubens. 1985. Peces del Río Mamoré. Ed. de L'Orstom. Institut. Française de Res. Sci. pour le Develop. Coop. Paris. 116 p.
- Loiselle, P.V. 1994. The cichlid aquarium. Tetra Press. 447p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1969. The cichlid fish of Guyana, South America, with notes on their ecology and breeding behaviour. Zool. J. Linn. Soc. 49. 255-302.
- Machado-Allison, A. & W.L. Fink. 1995. Sinopsis de las especies de la subfamilia Serrasalminae presentes en la cuenca del Orinoco. Claves, diagnosis e ilustraciones. Universidad Central de Venezuela, Inst. Zool. Trop., Mus. Biol. 150 p.
- Machado-Allison, A. & W.L. Fink. 1996. Los peces caribes de Venezuela. Claves, aspectos ecológicos y evolutivos. Universidad Central de Venezuela, Colección Monogr. 52: 1-149.
- Mago-Leccia, F. 1972. Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Osteichthyes, Cypriniformes), con una sinopsis de las especies de Venezuela. Acta Biol. Venez. 8(1): 35-96.
- Mago-Leccia, F. 1994. Peces eléctricos de las aguas continentales de América. Clasificación y catálogo de los peces eléctricos del orden Gymnotiformes (Teleostei: Ostariophysi), con descripción de nuevos géneros y especies. Bibl. Cien. Fis., Mat. y Nat. XXIX. Caracas. 206 p.
- Manhert, 1992. Notes sur quelques *Brycon* des bassins de l'Amazonie, du Parana - Paraguay et du Sud Est Bresilien. Rev. Suisse Zool. 99(4): 793-819.
- Mees, G.F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces: Nematognathi). Zool. Verhand. Leiden 132: 1-246.
- Mojica, C. J. I. 1999. Lista preliminar de las especies dulceacuicolas de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23 (Suplemento especial): 547-566.
- PAT (Proyecto Eje Apaporis-Tabatinga), 1997. Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasileño. IAC.
- Planquette, P., P. Keith & P.Y. Le Bail. 1996. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome I. Collection du Patrimoine Natur, IEGB-MNHN, INRA, CSP, Min. Env., Paris, 22: 1- 429.
- Rosa, R.S., 1985. A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Condriichthyes: Potamotrigonidae). Ph. D. dissertation, School of Marine Sci., The Coll. of William and Mary, Virginia. 497 p.
- Santos, M. G. 1980. Aspectos de sistemática e morfologia de *Schizodon fasciatus* Agassiz, 1829, *Rhytiodus microlepis* Kner, 1859 e *Rhytiodus argenteofuscus* Kner, 1829 (Osteochthyes, Characoidei, Anostomidae) do lago Janaucá-Amazonas. Acta Amazónica 10 (3): 635-649.
- Santos, G.M. & M. Jegu. 1989. Inventário o taxonômico e redescrção das especies de Anostomideos (*Characiformes*, *Anostomidae*) do baixo Rio Tocantins, Pa, Brasil. Acta Amazónica 19: 159-213.

- Santos, G.M. & M. Jegu. 1996. Inventário taxonômico dos Anostomídeos (Pisces: Anostomidae) da Bacia do Rio Uatama-Am, Brasil, com descrição de duas espécies novas. *Acta Amazônica* 26 (3): 151-184.
- Santos, G.M., M. Jegu & B. Merona. 1984. Catálogo de peixes comerciais do Baixo Rio Tocantins. *Electronorte/CNPq/INPA, Manaus-AM*. 1°. Ed. 83 p.
- Vari, R.P. 1984. Systematics of the Neotropical characiform genus *Potamorhina* (Pisces: Characiformes). *Smith. Contrib. Zool.* 400: 1-36.
- Vari, R.P. 1989a. Systematics of the Neotropical characiform genus *Curimata* (Pisces: Characiformes). *Smith. Contrib. Zool.* 474: 1-61.
- Vari, R.P. 1989b. Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* (Pisces: Characiformes). *Smith. Contrib. Zool.* 481: 1-43.
- Vari, R.P. 1991. Systematics of the Neotropical characiform genus *Steindachnerino* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smith. Contrib. Zool.* 507: 1-118.
- Vari, R.P. 1992. Systematics of the Neotropical characiform genus *Curimatella* Eigenmann and Eigenmann (Pisces: Ostariophysi), with summary comments on the Curimatidae Smith. *Contrib. Zool.* 533: 1-48 p.
- Vari, R.P. 1995. The Neotropical fish family Ctenopomidae supra and infrafamilial phylogenetic relationship, with a revisionary study. *Smith. Contrib. Zool.* 564: 1-97.
- Vari, R. P. & L. Malabarba. 1998. Neotropical Ichthyology: an overview. P. 1-2. In L. Malabarba, R. E. Rei, R. P. Vari, C. A. S. de Lucena & Z. M. S. de Lucena (eds.) *Phylogeny and classification of neotropical fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, Brazil.
- Vari, R.P. & A. Ortega. 1986. The catfish of the Neotropical family Helogenidae (Ostariophysi: Siluroidei). *Smith. Contrib. Zool.* 442: 1-20.



## 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 discusión. 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 deben darse 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 doble espacio, con amplias márgenes y por un solo lado en papel de buena calidad, tamaño carta. No se aceptan subrayados, los nombres científicos deben escribirse en itálica, siguiendo las reglas internacionales de nomenclatura. Si el manuscrito es aceptado para publicarlo, incluya un diskette con la versión final del mismo, en Word.

**Figuras.** Presentar cada diagrama, gráfica, mapa o fotografía (bajo el nombre de Fig.) en original y copia, en hojas separadas. Las tablas deben ir encabezadas con su leyenda en hojas separadas. Las leyendas de las figuras deben escribirse en hojas separadas—no incorpore el texto en la figura misma. Las tablas y figuras deben ser comprensibles sin tener que referirse al texto. Ilustraciones en color pueden ser publicadas a expensas del autor. Planifique sus ilustraciones al tamaño más pequeño posible (1/4 de página), con figuras, letras y otros símbolos sobre las ilustraciones 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. & A. Södergren. 1999. Occurrence and distribution of organochlorine residues in fish from the Magdalena and Meta rivers in Colombia. *Toxicological and Environmental Chemistry* 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. p. 91-121. In: J.R. Krebs & N.B. Davis (eds.) *Behavioural ecology. An evolutionary approach*. Second edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

En el texto las referencias se harán:

Dahl (1971), o al final de una frase (Dahl 1971).

Los nombres de las revistas serán abreviados de acuerdo a la *World list of scientific periodicals*. Si hay dudas, escriba el nombre completo. No hacer referencia a material inédito.

**Agradecimientos.** Que sean cortos

**NOTA:** Para mejor orientación ver un número reciente de DAHLIA.



---

## CONTENIDO

Homenaje al Profesor Dr. Plutarco Cala Cala.....	3-9
ARDILA RODRÍGUEZ, C.A. <i>Lebiasina nariñensis</i> , una nueva especie de pez para Colombia (Teleostei: Characiformes, Lebiasinidae).....	11-18
ROJAS, Y., K. BARBOSA & J. F. GONZÁLEZ. White Cachama ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) as a Bioindicator of Cadmium-Polluted Waters.....	19-25
OCHOA, D. M., L. C. PEÑA & J. F. GONZÁLEZ. Waterborne Nitrite Exposure on White Cachama, <i>Piaractus brachypomus</i> .....	27-31
CALLE, D. Estimación de la heredabilidad de la talla de bocachico, <i>Prochilodus magdalenae</i> , existente en el centro de estudios hidrobiológicos de la c.v.c en Buga, Colombia.....	33-36
GONZÁLEZ, J. A. & J. E. FORERO. Piscicultura en el departamento del Atlántico, Caribe colombiano.....	37-40
MONTEJO, J., R. ROSADO & J. A. GONZÁLEZ. Evaluación del semen de capitán de la sabana, <i>Eremophilus mutisii</i> (Pisces: Trichomycteridae)..	41-47

P  
O