

# BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376  
DOI 10.21068/c001

Volumen 17 • Número 2 • Julio - diciembre de 2016

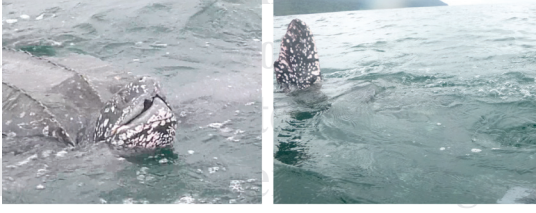
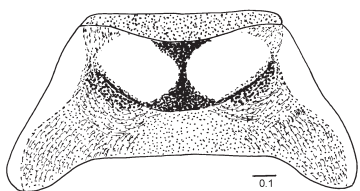
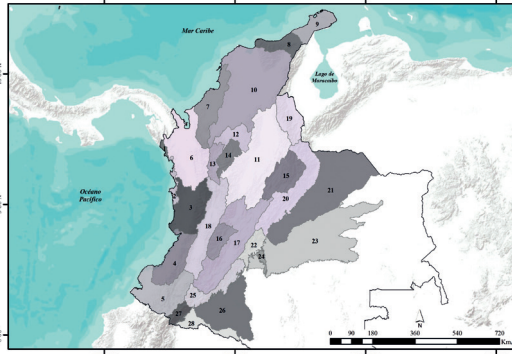
Hifomicetos ingoldianos del río Frio (Floridablanca), Santander, Colombia

*Miconia* altoandi y taxoné primer registros: Comuni

Marta, (la planif Amazonas - Análisis de Valencia

altoandi Heterop *Pipa* (Anura: Pipidae) de sobre su especies del Mag del lago aves - R Natural Colecció

ingoldianos del río Frio (Floridablanca), Santander, Colombia - *miconia curvitheo*



**Biota Colombiana** es una revista científica, periódica-semestral, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del (los) autor (es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración mínima de tres a cuatro meses a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana*. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

**Biota Colombiana** incluye, además, las secciones de Artículos de datos (*Data papers*), Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades Bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

**Biota colombiana** is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

**Biota Colombiana** also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

**Biota Colombiana** es indexada en Pubindex (Categoría A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

**Biota Colombiana** is indexed in Pubindex (Category A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

**Biota Colombiana** es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / **Biota Colombiana** is published two times a year. For further information please contact us.

#### Información

[www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)  
[biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co)  
[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net)

#### Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
José Camelo Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Francisco A. Arias Isaza	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invemar
Charlotte Taylor	Missouri Botanical Garden

#### Editor / Editor

Carlos A. Lasso	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

#### Editor Datos / Data papers Editor

Dairo Escobar	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
---------------	--

#### Asistencia editorial / Editorial assistance

Paula Sánchez-Duarte	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
----------------------	--

#### Traducción / Translation

Donald Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
----------------	--

#### Comité Científico - Editorial / Editorial Board

Adriana Prieto C.	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Ana Esperanza Franco	Universidad de Antioquia
Arturo Acero	Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe
Cristián Samper	WCS - Wildlife Conservation Society
Donald Taphorn	Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela
Francisco de Paula Gutiérrez	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Gabriel Roldán	Universidad Católica de Oriente, Colombia
Germán I. Andrade	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Giuseppe Colonnello	Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela
Hugo Mantilla Meluk	Universidad del Quindío, Colombia
John Lynch	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Jonathan Coddington	NMNH - Smithsonian Institution
José Murillo	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Josefa Celsa Señaris	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Juan A. Sánchez	Universidad de los Andes, Colombia
Juan José Neif	Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Argentina
Martha Patricia Ramírez	Universidad Industrial de Santander, Colombia
Monica Morais	Herbario Nacional Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia
Pablo Tedesco	Muséum National d'Histoire Naturelle, Francia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schmetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Diseño, diagramación e impresión:

Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas - JAVEGRAF

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767

Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

---

# Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca), Santander, Colombia

Ingoldian hyphomycetes of the Frío River (Floridablanca), Santander, Colombia

Eliana X. Narváez-Parra, Javier H. Jerez-Jaimes y Carlos J. Santos-Flores

---

## Resumen

La diversidad de hifomicetos ingoldianos en Colombia se conoce a partir de tres estudios que reportan en conjunto 18 especies de estos hongos. Para el oriente colombiano no hay registros de estos microorganismos. En este estudio se procedió a coleccionar muestras de espumas en la subcuenca del río Frío en el municipio de Floridablanca (Santander) en octubre de 2013 y septiembre de 2014. En este inventario se reportan 23 taxa de hifomicetos, de las cuales 20 corresponden a nuevos registros. *Clavatospora tentacula* se encontró en los dos periodos de muestreo. Se observó un marcado descenso en la riqueza de especies relacionada con la disminución de las lluvias en el año 2014.

**Palabras clave.** Conidios. Diversidad de hongos. Hongos acuáticos. Variación pluviométrica.

## Abstract

The diversity of Ingoldian hyphomycetes in Colombia is known from three studies that reported in total 18 species of these fungi. For eastern Colombian there are no records of these microorganisms. In this study foam samples were collected in the Frío River drainage in the municipality of Floridablanca (Santander) in October 2013 and September 2014. In this inventory 23 hyphomycetes taxa are reported of which 20 are new records for Colombia. *Clavatospora tentacula* was found in both sample periods. A marked decline in species richness related to the reduction of rainfall in the year 2014 was observed.

**Key words.** Aquatic fungi. Conidia. Diversity of fungi. Rainfall variation.

## Introducción

El grupo de los hifomicetos ingoldianos incluye los hongos que producen conidios en ambientes acuáticos y cuya morfología presenta distintas formas: radiadas o estrelladas, con una parte central desde las cuales tres o cuatro brazos son proyectados en posición divergente; también se presentan grupos que producen conidios sigmoides,

fusiformes, enrollados y esféricos (Ingold 1975, Shearer *et al.* 2007). Su importancia radica en el rol preponderante que cumplen en el ciclo de nutrientes en los ríos, ya que facilitan la descomposición de la materia orgánica, permitiendo así el flujo de la energía en los niveles superiores de la cadena trófica del río (Bärlocher 2005). La mayoría de estos

hongos crecen, se desarrollan y esporulan en aguas de características fisicoquímicas y microbiológicas óptimas, principalmente en las corrientes de agua limpia, bien aireadas y con moderada turbulencia, mientras que otros son tolerantes a condiciones desfavorables, como altas concentraciones de materia orgánica o de metales pesados, por lo cual pueden ser catalogados como indicadores de calidad de agua (Bärlocher 2000, Pascoal *et al.* 2003).

Los hifomicetos tienen una amplia distribución mundial, pero la mayoría de las especies que se han identificado están localizadas en las regiones frías y templadas, mientras que en los trópicos son pocos los trabajos realizados, a pesar de ser la franja geográfica donde se localiza la mayor diversidad de especies vegetales y animales, que contribuyen al enriquecimiento de la flora y fauna acuática de aguas corrientes. Estos microorganismos fúngicos facilitan el ciclaje de nutrientes y suministro de energía al primer nivel trófico del sistema lótico, los invertebrados detritívoros (Bärlocher 1992, Santos-Flores y Betancourt-López 1997, Schoenlein-Crusius y Grandi 2003, Rincón *et al.* 2005, Luna-Fontalvo 2009, Bärlocher *et al.* 2010).

En Colombia la biota fúngica acuática ha sido poco estudiada. Está el trabajo de Santos-Flores y Betancourt-López (1997) donde reportan ocho especies de hifomicetos en los ríos Apulo, Ubaté y Zumbador. Luna-Fontalvo (2009) basado en el estudio de hongos asociados a la hojarasca en el río Gaira, reportó cinco especies de hifomicetos. Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013) reportaron seis especies de hifomicetos en las espumas del río Hacha (Florencia-Caquetá), como parte del proyecto “Composición fúngica y sus relaciones con los niveles de contaminación orgánica en ecosistemas andino-amazónicos”. El presente trabajo tiene por objeto contribuir al conocimiento de la diversidad de hifomicetos en Colombia, además de constituir el primer registro para el oriente del país y el primer estudio en el río Frío del municipio de Floridablanca (Santander), por lo que no representa de manera estricta un trabajo sistemático.

## Material y métodos

### Área de estudio

El municipio de Floridablanca pertenece a la cuenca del río Lebrija y tiene dos subcuencas: río Frío y río de Oro. Este trabajo se realizó en la subcuenca del río Frío incluyendo un tributario y un caño, de este río dependen las microcuencas: río Frío alto, río Frío bajo, Zapamanga y Aranzoque o Mensuli o la Estancia. El río Frío nace en el municipio de Tona, cruza Floridablanca, produce el consumo de agua de Floridablanca y termina en los tanques de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander, Empas. (Varón 2012).

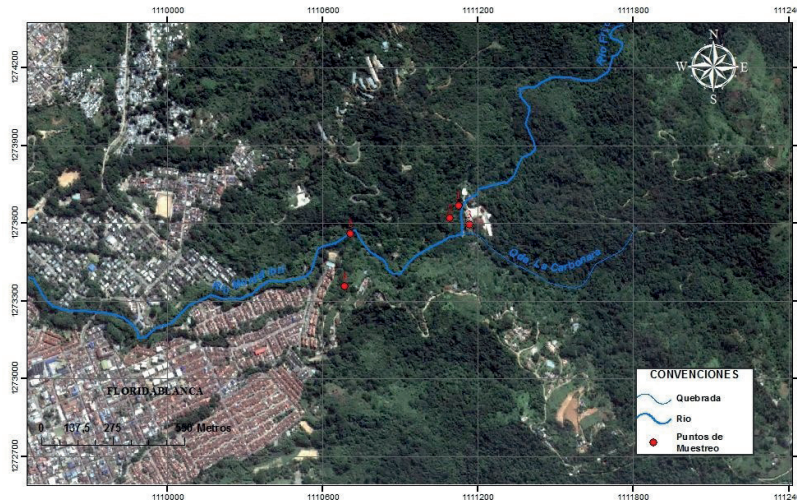
Un caño se define como un curso natural de agua de flujo intermitente, propio de zonas planas y un tributario corresponde a un río, arroyo o curso secundario de agua que desemboca en otro mayor y se considera sinónimo de afluente (<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/hidrologia>).

### Puntos de muestreo

En octubre de 2013 se realizó el primer muestreo en el río Frío en los puntos ubicados a los 7° 4'7,92"N -73° 4'31,8" O y en septiembre de 2014 se realizó un segundo muestreo en este río, en donde se colectaron las muestras en los siguientes puntos localizados a los 7° 4'1,26" N -73° 4'32,52" O (caño), 7° 4'9"N -73° 4'16,8" O (río), 7° 4'11,34" N- 73° 4'18,18" O (río) y 7° 4'9,78" N- 73° 4'19,26" O (río) (Figuras 1 y 3 A - C). Los meses de los muestreos fueron determinados por la fecha de realización del “Taller de hifomicetos acuáticos” organizado por los autores de este estudio en la Universidad de Santander (UNDES) (octubre 2013) y el desarrollo de una investigación corta en el curso de Biología para Microbiología de la misma universidad (septiembre 2014).

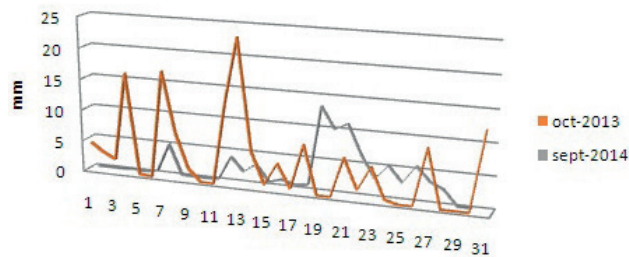
### Variación pluviométrica de los meses de octubre de 2013 y septiembre de 2014

Los registros pluviométricos para la zona, de los años 2013 y 2014 fueron suministrados de la estación meteorológica La Judía, por la Corporación para la



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo de espumas en el río Frío, costado SE del municipio de Floridablanca, imagen satelital tomada de <https://www.google.es/intl/es/earth/>.

Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). La figura 2 muestra la variación en el régimen de lluvias para los meses de muestreo en cada año (septiembre 2013 y octubre 2014), en octubre de 2013 se registraron 145,2 mm de lluvias y 81,4 mm para septiembre de 2014 en la zona de muestreo.



**Figura 2.** Variación pluviométrica de los meses de octubre de 2013 y septiembre de 2014.

### Muestras de espumas

Las muestras de espuma se ubicaron visualmente mediante recorridos por la ribera del río, éstas fueron colectadas con cucharas plásticas estériles en lugares con pequeños remolinos, entre rocas y en sitios con menor velocidad de la corriente de agua. Fueron depositadas en bolsas ziploc, fijadas con azul de lactofenol al 1% y se guardaron en una nevera portátil

(Figura 3 D) para ser trasladadas al laboratorio de Biología, de la Universidad de Santander, donde fueron analizadas bajo un microscopio de luz Leica DM 500 con cámara digital ICC50HD a 400X. Para la identificación de las especies se siguió la clave de Santos-Flores y Betancourt-López (1997).



**Figura 3.** Sitios de recolección de espumas del río Frío: A) tributario directo del río. B) Caño. C) Río Frío. D) Conservación de las muestras.

### Análisis de similitud

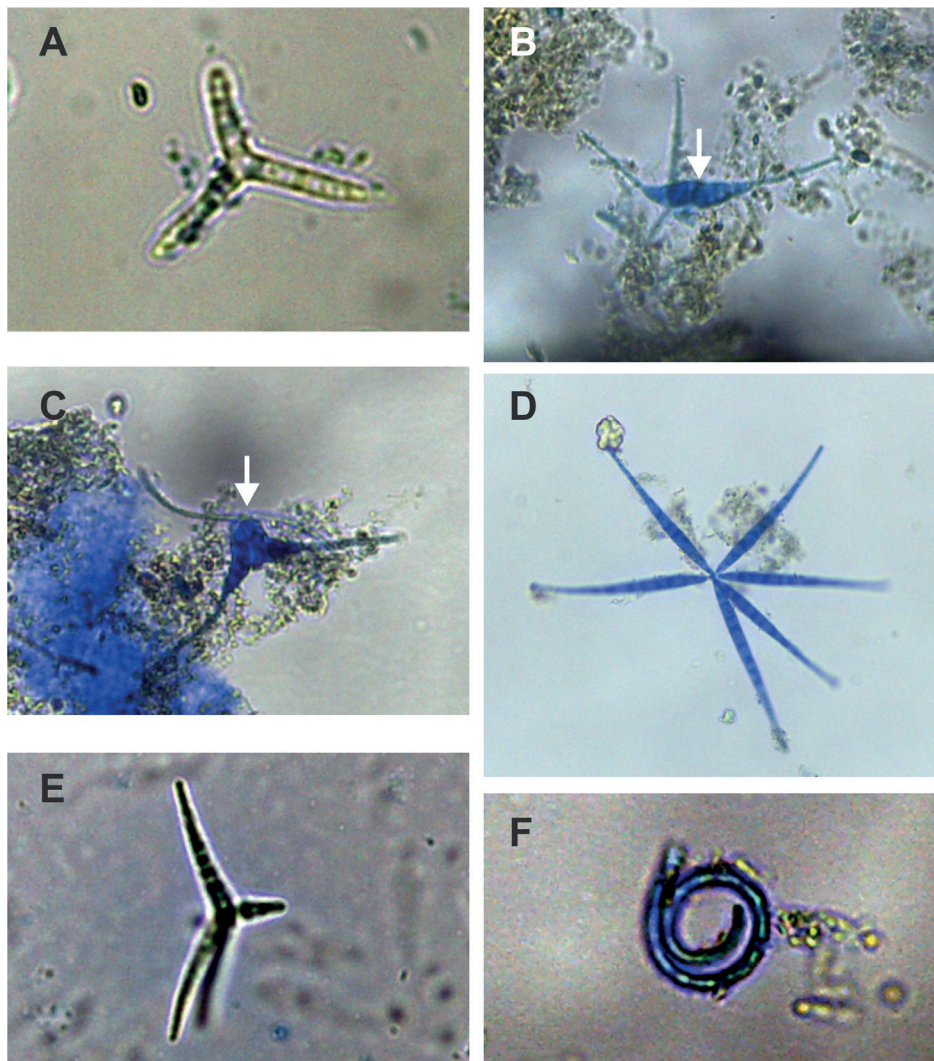
Para determinar la similitud entre los dos periodos de muestreo se calcularon los índices de Jaccard, Sorensen y Baroni-Urbani y Buser según Krebs (1999).

### Resultados

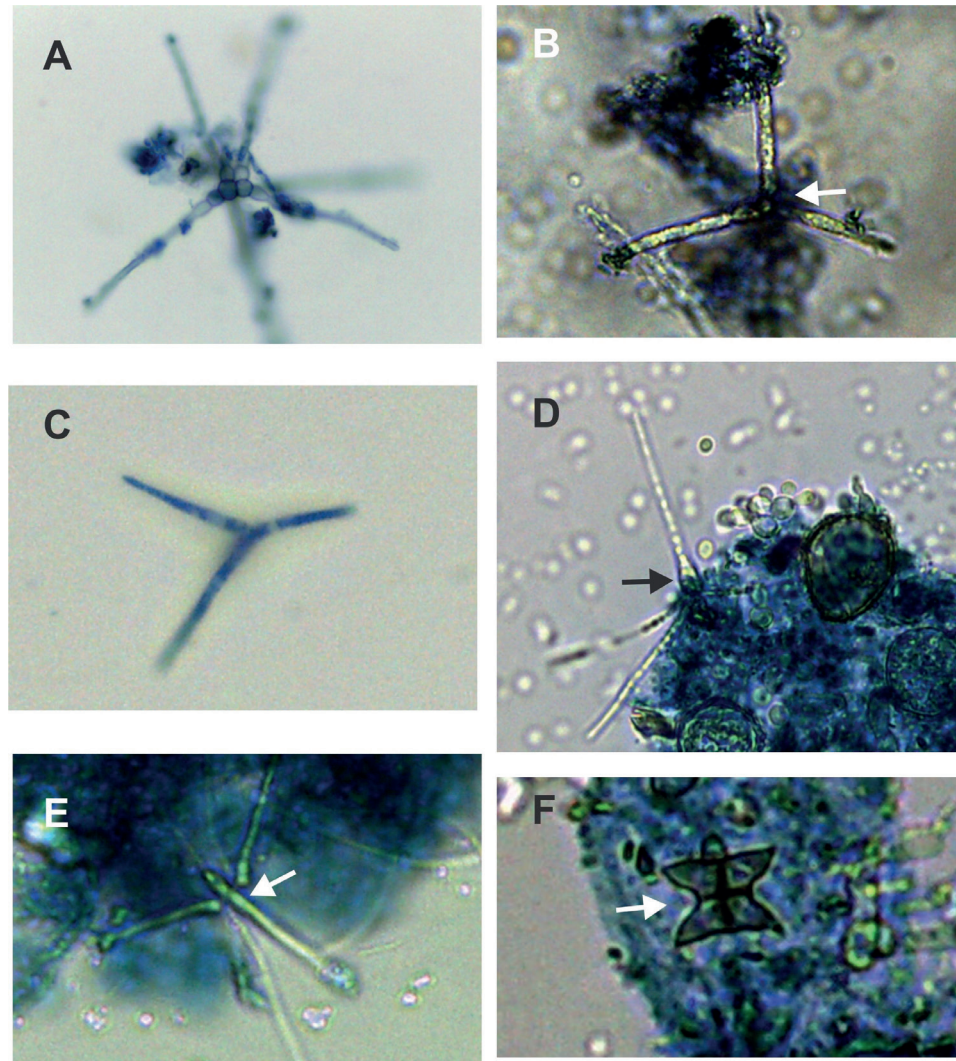
Durante los muestreos 2013 y 2014 se registraron 23 taxa de hifomicetos ingoldianos, para octubre de 2013 se reportan 16 taxa y para septiembre de 2014 ocho taxa. Las figuras 4 y 5 muestran once de las especies

colectadas. En ambos años se colectaron espumas de pequeños tributarios o caños que recogen material de la zona riparia, además del río Frío (Tabla 1).

Para los meses de muestreo (octubre 2013 y septiembre 2014) sólo la especie *Clavatospora tentacula* (Figura 5 D) fue común en el río Frío, por lo que los índices de similitud son casi nulos en los dos periodos de muestreo (Tablas 2 y 3). *Phalangispora constricta* se halló tanto en el tributario como en el río en el año 2013.



**Figura 4.** Algunos hifomicetos ingoldianos colectados en el río Frío. Parte 1. A) *Trinacrium* sp. B) *Conidia* de *Campylospora* sp. vista desde arriba C) *Campylospora chaetocladia*. D) *Flabellospora verticillata*. E) *Triscelophorus acuminatus*. F) *Helicomyces* sp1.



**Figura 5.** Algunos hifomicetos ingoldianos colectados en el río Frío. Parte 2. A) *Tripospermum* sp.? B) *Lemonniera* sp. C) *Alatospora* sp. D) *Clavatospora tentacula*. E) *Triscelophorus curviramifer*. F) *Scutisporus brunneus*.

Los valores de riqueza de especies fueron mayores en el tributario (S=11) que en el río Frío (S=6) en el año 2013, en relación al año 2014, donde se obtuvieron más especies en el río Frío (S=6) que en el caño (S=2). Es notorio el descenso en la riqueza de especies entre los dos periodos, para el año 2013 la riqueza fue de 16 y para el año 2014 la riqueza fue de 8 taxa.

De los taxa colectados, nueve especies corresponden a nuevos registros para Colombia (Anexo 1): *Anguillospora longissima*, *Anguillospora*

*pseudolongissima*, *Campylospora parvula*, *Flabelliospora verticillata* (Figura 4 D), *Phalangispora constricta*, *Scutisporus brunneus* (Figura 5 F), *Tripospermum porosporiferum*, *Triscelophorus acuminatus* (Figura 4 E), *Triscelophorus curviramifer* (Figura 5 E), además de 10 géneros: *Alatospora* sp. (Figura 5 C), *Beltrania* sp., *Camposporium* sp., *Tripospermum* sp.? (Figura 5 A), *Helicomycetes* sp.1 (Figura 4 F), *Helicomycetes* sp. 2, *Isthmolongiospora* sp., *Lemonniera* sp. (Figura 5 B), *Trinacrium* sp. (Figura 4 A), *Weisneriomyces* sp. y una especie por confirmar: *Varicosporium* cf. *giganteum*.

**Tabla 1.** Hifomicetos ingoldianos encontrados en la cuenca del río Frío.

Octubre 2013		Septiembre 2014	
Tributario	Río Frío	Caño	Río Frío
<i>Anguillospora pseudolongissima</i>	<i>Anguillospora longissima</i>	<i>Lemonniera</i> sp.?	<i>Alatospora</i> sp.?
<i>Belthrania</i> sp.	<i>Campylospora chaetocladia</i>	<i>Trinacrium</i> sp.	<i>Clavatospora tentacula</i>
<i>Camposporium</i> sp.	<i>Clavatospora tentacula</i>		<i>Scutisporus brunneus</i>
<i>Campylospora filicladia</i>	<i>Flabellospora verticillata</i>		<i>Triscelophorus acuminatus</i>
<i>Campylospora parvula</i>	<i>Helicomycetes</i> sp.1		<i>Triscelophorus curviramifer</i>
<i>Helicomycetes</i> sp.2	<i>Phalangispora constricta</i>		<i>Tripospermum</i> sp.
<i>Isthmolongiospora</i> sp.			
<i>Phalangispora constricta</i>			
<i>Tripospermum porosporiferum</i>			
<i>Varicosporium</i> cf. <i>giganteum</i>			
<i>Weisneriomyces</i> sp.			
<b>S=11</b>	<b>S=6</b>	<b>S=2</b>	<b>S=6</b>

**Tabla 2.** Registro de especies en los dos periodos de muestreo.

Especie	2013	2014
<i>Alatospora</i> sp.?	0	1
<i>Anguillospora longissima</i>	1	0
<i>Anguillospora pseudolongissima</i>	1	0
<i>Belthrania</i> sp.	1	0
<i>Camposporium</i> sp.	1	0
<i>Campylospora chaetocladia</i>	1	0
<i>Campylospora filicladia</i>	1	0
<i>Campylospora parvula</i>	1	0
<i>Tripospermum</i> sp.?	0	1
<i>Clavatospora tentacula</i>	1	1
<i>Flabellospora verticillata</i>	1	0
<i>Helicomycetes</i> sp.1	1	0
<i>Helicomycetes</i> sp.2	1	0
<i>Isthmolongiospora</i> sp.	1	0
<i>Lemonniera</i> sp.?	0	1
<i>Phalangispora constricta</i>	1	0
<i>Scutisporus brunneus</i>	0	1
<i>Trinacrium</i> sp.	0	1
<i>Tripospermum porosporiferum</i>	1	0
<i>Triscelophorus acuminatus</i>	0	1
<i>Triscelophorus curviramifer</i>	0	1
<i>Varicosporium</i> cf. <i>Giganteum</i>	1	0
<i>Weisneriomyces</i> sp.	1	0
<b>Total especies</b>	<b>16</b>	<b>8</b>



**Tabla 3.** Valores de similitud para los dos periodos de muestreo.

		Índices		
		Jaccard	Sorensen	Baroni-Urbani y Buser
Número de especies comunes 2013-2014	1			
Número de especies muestreo 2013	15	0,04	0,08	0,04
Número de especies muestreo 2014	7			

La especie *Campylospora chaetocladia* (Figura 4 C) se registra en este estudio para el río Frío y en el año 2009 fue registrada por Luna-Fontalvo en el río Gaira y por Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013) para el río Hacha (Caquetá). *Campylospora filicladia* para el río Frío (Santander) y para el río Hacha (Caquetá); *Clavatospora tentacula* para el río Frío (Santander) (Figura 5 D) y para el río Gaira (Luna-Fontalvo 2009) y *Helicomyces* sp. para el río Frío (Figura 4 F) y el río Gaira.

*Helicomyces* es un hongo anamorfo de *Tubeufia*, emparentado con la familia Tubeufiaceae, Dothideomycetes (Ascomycota) (Goos 1987). Dicha relación fue demostrada por Tsui *et al.* (2006) mediante análisis filogenéticos moleculares. A menudo es reportado de ambientes terrestres y de agua dulce (Nakagiri e Ito 1995, Tsui *et al.* 2001, Sivichai *et al.* 2002). Las especies acuáticas son consideradas hongos aeroacuáticos porque sacan provecho de las hojas que caen en los arroyos y estanques y sus formas conidiales quedan expuestas al aire (Kendrick 2003).

## Discusión

En este estudio se observó un descenso en la riqueza de especies del año 2013 al año 2014, cuya causal está asociada al intenso verano que predominó en el año 2014, con una reducción del 44 % en la intensidad de las lluvias.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que el régimen de lluvias afecta la riqueza de especies de hifomicetos ingoldianos en las fuentes hídricas (Tabla 1), periodos con abundantes lluvias

incrementan la riqueza, mientras que los periodos secos la disminuyen, la intensidad de estos fenómenos influye de manera proporcional en la riqueza de especies de estos hongos. Gönczöl y Révay (2004) encontraron diferencias en el número de especies de hongos hifomicetos colectados en desagües en Hungría en relación a la variación en la intensidad de las lluvias en el periodo de 2002-2003, también observaron que tanto las especies como el número de conidios mostraron diferencias significativas, reflejando la importancia del agua en estos ambientes.

El número de nuevos registros de hifomicetos ingoldianos en este estudio, muestra la gran diversidad de este grupo y también al desconocimiento de ellos en Colombia, debido a la falta de investigaciones en esta área. Hay conocimiento de algunas especies para los ríos Apulo (una especie), Ubaté (dos especies), Zumbador (dos especies), Páramo de Guasca (dos especies) (Santos-Flores y Betancourt-López 1997); Gaira, cinco especies (Luna-Fontalvo 2009); Hacha, seis especies (Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez 2013) y el presente estudio (23 especies) (Anexo 1), que indican un gran potencial de estos hongos en los ríos alto andinos.

Desde los primeros trabajos de Ingold (1942), se han llevado a cabo numerosos estudios con hifomicetos acuáticos y aeroacuáticos principalmente en ríos, pero se conoce muy poco sobre los hongos transportados por la lluvia desde los árboles. *Phalangispora constricta* fue registrada tanto en el tributario como en el río Frío en el año 2013, indicando que su origen puede darse desde el interior del bosque. Gönczöl y Révay (2004) sugieren una existencia activa de

algunos hifomicetos acuáticos que habitan sobre los árboles. Los géneros *Tripospermum*, *Lemonniera* y *Flabellospora* han sido reportados en agua de lluvia del dosel e incluso de hojas intactas (Ando y Tubaki 1984, Czezugza y Orłowska 1994). De éstos, los dos primeros han sido reportados en tributarios en el presente trabajo.

Gönczöl y Révay (2004) no lograron demostrar la existencia activa de hongos hifomicetos sobre árboles vivos, de las pocas especies que encontraron se destaca *Trinacrium* y *Tripospermum myrti* frecuentes en los ríos, pero que están ampliamente distribuidas en el agua de lluvia que cae de los árboles, indicando para estos autores que estas especies no son hongos acuáticos verdaderos. *Trinacrium* sp. en este estudio se colectó en un caño canalizado rodeado de abundante vegetación arbórea. *Tripospermum* sp. se halló en un tributario en el 2013 y en el río Frío en el 2014, sugiriendo que los géneros *Tripospermum*, *Trinacrium* y *Lemonniera* pueden estar asociados a la vegetación del bosque. La presencia, concentración de conidios y la composición de las especies de hongos no sólo varía con la estación, sino que también con la composición de la vegetación del bosque ripario, que juega un papel importante en la comunidad de los hongos ingoldianos (Chan *et al.* 2000).

## Conclusiones

En este estudio se reportan 23 taxa de hifomicetos ingoldianos, de los cuales nueve especies y 10 géneros son nuevos registros para el país, una especie por confirmar y tres especies son comunes a otros estudios realizados en Colombia, incluyendo el presente. La severidad de la época seca del 2014 tuvo relación directa con el descenso de la riqueza de especies de hongos ingoldianos.

No se encontró similitud en la composición de especies en los dos periodos de muestreo.

*Lemonniera* sp. y *Trinacrium* sp., pueden provenir de fuentes arbóreas. *Clavatospora tentacula* estuvo presente en el río Frío durante el periodo 2013-2014 considerándose una especie común.

Se requieren estudios ecológicos más profundos y de mayor duración para comprender la diversidad y la dinámica anual de los hongos ingoldianos en el río Frío y en los ríos colombianos.

## Agradecimientos

A Nancy Aguilar Villamizar y John Villamizar auxiliares del laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales *in vitro* de la Universidad de Santander UDES y al estudiante de Geología de la Universidad Industrial de Santander UIS, Álvaro Osma por su colaboración en los muestreos.

## Bibliografía

- Ando, K. y K. Tubaki. 1984. Some undescribed Hyphomycetes in the rain drops from intact leaf surface. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 25: 21-37.
- Bärlocher, F. 1992. The Ecology of Aquatic Hyphomycetes. Berlin. 225 pp.
- Bärlocher, F. 2000. Water-borne conidia of aquatic hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Botany* 78: 157-167.
- Bärlocher, F. 2005. Freshwater fungal communities. Pp. 39-59. *En: Dighton, J., P. Oudemans y J. White. (Eds.). The Fungal Community. 3ra. Ed. CRC Press, Boca Raton. .*
- Bärlocher, F., J. E. Helson y D. D. Williams. 2010. Aquatic hyphomycete communities across a land-use gradient of Panamanian streams. *Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie* 177: 209-221.
- Chan, S. Y., T. K. Goh y K. D. Hyde. 2000. Ingoldian fungi in Hong Kong. *En: Hyde, K. D., W. H. Ho y S. B. Pointing. (Eds.). Aquatic Mycology across the Millennium. Fungal Diversity* 5: 89-107.
- Czezugza, B. y M. Orłowska. 1994. Some aquatic fungi of Hyphomycetes on tree leaves. *Annales Academiae Medicae Bialostocensis* 39: 86-92.
- Gönczöl, J. y Á. Révay. 2004. Fungal spores in rainwater: stemflow, through fall and gutter conidial assemblages. *Fungal Diversity* 16: 67-86.
- Goos, R. D. 1985. A review of the anamorph genus *Helicomyces*. *Mycologia* 77 (4): 606-618.
- Goos, R. D. 1987. Fungi with a twist: the helicosporous hyphomycetes. *Mycologia* 79: 1-22.
- Ingold, C. T. 1975. An Illustrated Guide to Aquatic and Water-borne Hyphomycetes (Fungi Imperfecti) with notes

- on their Biology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication N° 30. Ambleside. 97 pp.
- Ingold, C. T. 1942. Aquatic Hyphomycetes of decaying alder leaves. *Transactions of the British Mycological Society* 25: 339-417.
- Kendrick, B. 2003. Analysis of morphogenesis in hyphomycetes: new characters derived from considering some conidiophores and conidia as condensed hyphal systems. *Canadian Journal of Botany* 81: 75-100.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. 2nd Ed. Addison -Wesley Educational Publishers, Inc. 620 pp.
- Luna-Fontalvo, J. 2009. Hongos anamórficos acuáticos asociados a la hojarasca en el río Gaira de la costa del Caribe colombiano. *Intrópica* 4: 37-43.
- Nakagiri, A. y T. Ito. 1995. Some dematiaceous hyphomycetes on decomposing leaves of *Satakentia liukiensis* from Ishigaki Island, Japan. *Institute for Fermentation Research Communications* 17: 75-98.
- Tsui, C. M. K., K. D. Hyde e I. J. Hodgkiss. 2001. Longitudinal and temporal distribution of freshwater ascomycetes and dematiaceous hyphomycetes on submerged wood in the Lam Tsuen River, Hong Kong. *Journal of the North American Benthological Society* 20: 533-549.
- Tsui, C. K. M., S. Sivichai y M. L. Berbee. 2006. Molecular systematics of *Helicoma*, *Helicomycetes* and *Helicosporium* and their teleomorphs inferred from rDNA sequences. *Mycologia* 98 (1): 94-104
- Pascoal, C., M. Pinho, F. Cassio y P. Gomes. 2003. Assessing structural using leaf breakdown: studies on a polluted river. *Freshwater Biology* 48: 2033-2044.
- Rincón, J., I. Martínez, E. León y N. Ávila. 2005. Procesamiento de la hojarasca de *Anacardium excelsum* en una corriente intermitente tropical del noroeste de Venezuela. *Interciencia* 30: 228-234.
- Ruíz-Chalá, G. A. y M. Peláez-Rodríguez. 2013. Registro de Hifomicetos acuáticos para la región Andino-Amazónica Colombiana. *Biota Colombiana* 14 (2): 337-340.
- Santos-Flores, C. y C. Betancourt-López. 1997. Aquatic and water-borne Hyphomycetes (Deuteromycotina) in streams of Puerto Rico (including records from other Neotropical locations). *Caribbean Journal of Science Special Publication* 2: 1-116.
- Shearer, C., E. Descals, B. Kohlmeyer, J. Kohlmeyer, L. Arvanova, D. Padgett, D. Porter, H. Raja, J y H. Schmit. 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and Conservation* 16: 49-67.
- Shoenlein-Crusius, I. y R. Grandi. 2003. The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 1-13.
- Sivichai, S., E. B. G. Jones y N. Hywel-Jones. 2002. Fungal colonisation of wood in a freshwater stream at Tad Ta Phu, KhaoYai National Park, Thailand. *Fungal Diversity* 10: 113-129.
- Varón, G. L. A. 2012. Informe Ambiental del municipio de Floridablanca "Estado actual de los recursos naturales y del medio ambiente". Floridablanca, Santander. Contraloría Municipal de Floridablanca. 135 pp.

**Anexo 1.** Registro de especies de hifomicetos para Colombia en diferentes estudios.

Especie	Referencia	Localidad	Fuente Hídrica
<i>Alatospora</i> sp.? Ingold	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Anguillospora longissima</i> (Sacc. & Syd.) Ingold	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Anguillospora pseudolongissima</i> Ranzoni	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Belthrania</i> sp. Penzig	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Camposporium</i> sp. Harkness	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Campylospora chaetocladia</i> Ranzoni	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha

Cont. **Anexo 1.** Registro de especies de hifomicetos para Colombia en diferentes estudios.

<b>Especie</b>	<b>Referencia</b>	<b>Localidad</b>	<b>Fuente Hídrica</b>
<i>Campylospora chaetoclada</i> Ranzoni	Luna-Fontalvo (2009)	Puerto Mosquito	Río Gaira
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Campylospora filicladia</i> Nawawi	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha
<i>Campylospora parvula</i> Kuzuha	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Tripospermum</i> sp.? Spegazzini	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Clavariopsis aquatica</i> (De Wildeman) Ingold	Luna-Fontalvo (2009)	Puerto Mosquito	Río Gaira
<i>Clavatospora tentacula</i> (Umphlett) Nilsson	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Clavatospora tentacula</i> (Umphlett) Nilsson	Luna-Fontalvo (2009)	Puerto Mosquito	Río Gaira
<i>Dendrosporium lobatum</i> Plakidas and Edgerton ex Crane	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	El Ocaso (Cundinamarca)	Río Apulo
<i>Flabellospora acuminata</i> Descals and Webster	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha
<i>Flabellospora verticillata</i> Alasoadura	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Flagellospora curvula</i> Ingold	Luna-Fontalvo (2009)	Puerto Mosquito	Río Gaira
<i>Gyoeffyyella craginiformis</i> (Petersen) Marvanová	Santos - Flores <i>et al.</i> Ined	Páramo de Guasca (Cundinamarca)	?
<i>Gyoeffyyella speciosa</i> (Miura) Ingold	Santos - Flores <i>et al.</i> Ined	Páramo de Guasca (Cundinamarca)	?
<i>Helicomycetes roseus</i> Link	Goos 1985		?
<i>Helicomycetes</i> sp.1 Link ex Wallroth	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Helicomycetes</i> sp.2 Link ex Wallroth	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Helicomycetes</i> sp. Link ex Wallroth	Luna-Fontalvo (2009)	Puerto Mosquito	Río Gaira
<i>Isthmolongispora</i> sp. Matsushima	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Lemonniera</i> sp.? De Wildeman	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Mycofalcella calcarata</i> Marvanová, Khattab & J. Webster	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha
<i>Pestalotia</i> sp. De Not	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha
<i>Phalangispora constricta</i> Nawawi & Webster	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Phalangispora nawawii</i> Kuthub.	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	Ubaté (Cundinamarca)	Río Ubaté
<i>Pleuropedium tricladioides</i> Marvanová & Iqbal	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	Páramo de Guasca (Cundinamarca)	?

Cont. **Anexo 1.** Registro de especies de hifomicetos para Colombia en diferentes estudios.

Especie	Referencia	Localidad	Fuente Hídrica
<i>Pyramidospora ramificata</i> Miura	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	Ubaté (Cundinamarca)	Río Ubaté
<i>Scutisporus brunneus</i> Ando & Tubak	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Tetracladium apiense</i> Sinclair & Eicker	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	El Ocaso (Cundinamarca)	Río Zumbador
<i>Tetracladium furcatum</i> Descals & Webster	Santos - Flores y Betancourt-López (1997)	El Ocaso (Cundinamarca)	Río Zumbador
<i>Trinacrium</i> sp. Riess	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Tripospermum porosporiferum</i> Matsushima	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Triscelophorus acuminatus</i> Nawawi	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Triscelophorus curviramifer</i> Matsushima	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Triscelophorus monosporus</i> Ingold	Ruíz-Chalá y Peláez-Rodríguez (2013)	Florencia (Caquetá)	Río Hacha
<i>Varicosporium</i> cf. <i>giganteum</i> Crane	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío
<i>Weisneriomyces</i> sp. Koorders	Narváez-Parra, Santos-Flores y Jerez-Jaimes (este estudio)	Floridablanca (Santander)	Río Frío

Eliana Ximena Narváez-Parra  
 Universidad de Santander UDES,  
 Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,  
 Santander, Colombia  
 enarvaez@udes.edu.co, exnarvaez@gmail.com

Javier H. Jerez-Jaimes  
 Asesor científico independiente,  
 Colombia  
 javjerez@gmail.com

Carlos J. Santos-Flores  
 Universidad de Puerto Rico,  
 Departamento de Biología,  
 Facultad de Artes y Ciencias,  
 Recinto Universitario de Mayagüez,  
 San Juan, Puerto Rico  
 charliejosesantos@yahoo.com, carlosjose.santos@upr.edu

Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca),  
 Santander, Colombia

**Citación del artículo.** Narváez-Parra, E. X., J. H. Jerez-Jaimes y C. J. Santos-Flores. 2016. Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca), Santander, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 1–11. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a01

Recibido: 10 de diciembre de 2015  
 Aceptado: 23 de septiembre de 2016

---

# ***Miconia curvitheca* (Melastomataceae), una nueva especie nativa de los bosques altoandinos y subpáramos de los Andes centrales, Colombia**

*Miconia curvitheca* (Melastomataceae), a new native species from the high Andean forests and subparamos of the central Andes, Colombia

**Juan M. Posada-Herrera y Humberto Mendoza-Cifuentes**

---

## **Resumen**

*Miconia curvitheca* sp. nov. (Melastomataceae) es descrita y su nombre validado. Esta especie tiene una distribución restringida a los bosques altoandinos y subpáramos del sur y centro de la cordillera Central colombiana entre los 2900 y 3700 m s.n.m. desde el departamento del Cauca hasta los límites de los departamentos de Quindío, Tolima y Valle del Cauca. Se caracteriza por la forma curva de sus tecas y la especie más similar es *M. cuatrecasae*, de la que se diferencia por la combinación de caracteres de hojas de menor tamaño, ovario con cuatro lóculos y flores siempre bisexuales.

**Palabras clave.** Anteras curvas. Bosques altoandinos. Flora de Colombia. Indumento ocre. Miconieae.

## **Abstract**

*Miconia curvitheca* (Melastomataceae) is described and the name is validated. This species is restricted to high Andean forests and subparamos and is distributed in the southern and central part of the Central Colombian Cordillera of the Andes between 2900 and 3700 m elevation, from the department of Cauca to the limits of the departments of Quindío, Tolima and Valle del Cauca. It is characterized by the curved shape of its anthers and differs from the most similar species, *M. cuatrecasae*, by the following combination of characters: smaller leaves, always bisexual flowers and ovary always four-celled.

**Key words.** Curved anthers. Flora of Colombia. High Andean forests. Miconieae. Ocher yellow indument.

## **Introducción**

El género *Miconia* (Melastomataceae), cuenta con alrededor de 1050 especies descritas, por lo que se considera el género de plantas leñosas más diverso con distribución exclusiva al Neotropico (Goldenberg *et al.* 2013). En Colombia, se conocen cerca de 350 especies del género (Almeda *et al.* 2015); sin embargo, el número actual es mayor considerando

que constantemente aparecen nuevos registros de especies para el país y especies nuevas. Tal es el caso de *Miconia curvitheca*, que corresponde a un nombre inédito de un taxón endémico para Colombia. El nombre de esta especie fue dado por Henry A. Gleason en la década de 1940 con base en colecciones de José Cuatrecasas procedentes de la cordillera

Central de Colombia. Jhon Wurdack continuó usando este nombre por lo que existe un buen número de ejemplares identificados como *M. curvitheca* en los herbarios de Colombia y algunos de Estados Unidos.

Con la realización del listado de la familia para el Catálogo de Plantas de Colombia (Bernal *et al.* 2015), investigadores asociados al Herbario Nacional Colombiano (Rodrigo Bernal y Zaleth Cordero) identificaron este nombre como una especie inédita. Posteriormente y gracias a la realización de nuevas colectas y la revisión exhaustivas de las colecciones de los herbarios nacionales por parte de los autores, se estableció que el nombre corresponde a un taxón nuevo endémico a Colombia y asociado a zonas de páramos y subpáramos de la cordillera Central. En este artículo se presenta la publicación válida y correcta del nombre de este taxón, documentando su descripción y distribución.

## Material y métodos

Se revisaron colecciones de la especie inédita *Miconia curvitheca* depositados en los herbarios COL, CUVC, HUA y VALLE. Adicionalmente se realizaron salidas de campo al departamento del Tolima en donde se colectaron ejemplares asociados a este taxón. Con las nuevas colecciones y los ejemplares depositados en los herbarios nacionales, se procedió a describir la especie revalidando el nombre inédito propuesto de Henry A. Gleason. Complementariamente se estableció una clave que para diferenciar el complejo de especies de género *Miconia* de alta montaña que presenta hojas pequeñas con indumento denso por el envés.

Los datos geográficos fueron obtenidos a partir de la información referente de cada localidad presente en las colecciones, estos datos se georreferenciaron manualmente y se visualizaron en Qgis (Quantum GIS Development Team, 2016).

***Miconia curvitheca*** Posada-Herrera & Humberto Mend., **sp. nov.** (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Tipo: COLOMBIA. **Valle del Cauca:** municipio de Sevilla, carretera Roncesvalles-Barragán, sector de

“La Mina”, límites con el departamento del Tolima, 3381 m s.n.m., 24 ene 2014, fl, *J. M. Posada & A. F. Bohórquez 474* (Holotipo: CUVC, Isotipo: COL).

**Diagnosis.** *Leafblades 1.8-4.2 cm long and below with dense ochre yellow indument; erect inflorescences; flowers 5 merous, sessiles and bisexuals. This species is related to Miconia cuatrecasae, but differs in having shorter leaves, always bisexual flowers and ovary four-celled.*

Arbusto de 1,5–2 m de altura; entrenudos de 5–39 cm de largo, teretes. Ramas, peciolos e inflorescencia con indumento denso color amarillo ocre; tricomas pinoides, 0,1–0,2 mm de largo. Hojas isofilas o en ocasiones desiguales una de la otra en longitud. Peciolos teretes, 0,3–0,8 cm de largo, 0,5–1,0 mm de diámetro. Lámina de 1,8–4,2 x 0,5–1,3 cm, estrechamente oblonga, de textura cartácea quebradiza; margen parcialmente revoluto; base aguda, obtusa, algunas veces desigual; ápice obtuso o levemente mucronado; haz glabra, con la nervadura impresa; envés con indumento en toda la superficie similar a la de los peciolos. Nerviación acródroma, con un par de venas secundarias basales acompañando a la vena media y desplegándose cerca al margen de la hoja, basales, con 22–27 venas terciarias aledañas a la vena media y distanciadas 0,7–2,7 mm en la parte media de la lámina; nerviación terciaria inconspicua por la pubescencia; toda la nervadura por el envés con indumento denso de tricomas pinoides 1,3–1,5 mm de largo, de color ocre. Inflorescencia paniculada, terminal, erecta, de 2–7 cm de largo, con 30–58 flores; eje central con 3–5 nudos de ramificación, primer internodo terete y de 0,5–1,1 cm de largo; paraclados basales 0,6–1 cm de largo, con un nivel de ramificación; ápice de los ejes con 3 a 7 flores agrupadas en cabezuelas; brácteas caedizas, lineares, 1,5 mm de largo. Flores aromáticas, sésiles o subsésiles; cuando son subsésiles sostenidas por pedicelos 0,8–1 mm de longitud; 5 meras, diplostémonas. Hipanto campanulado, de 2,5–3,5 x 2,4–3,2 mm, externamente con indumento similar al de las ramas pero menos denso, a veces con la superficie de color rojo claro; *torus* 0,5 mm de grosor. Cáliz lobulado; lóbulos anchamente redondeados, de

0,5-0,7 x 0,7-0,8 mm, membranáceos; dientes externos anchamente triangulares y de ápice agudo, 0,2 x 0,6 mm, externamente con indumento similar al hipanto. Corola patente; pétalos 2,5 x 1,3 mm, obovados, blancos, pruinosos en la superficie adaxial. Estambres isomórficos, dispuestos simétricamente en un círculo alrededor del estilo; anteras y conectivo de color blanco o crema; filamentos de 1,7 mm de largo y 0,16 mm de ancho cerca a la base, geniculados en la mitad de su longitud; conectivo con dos prolongaciones ventrales en la base, estos pequeños apéndices de 0,2 x 0,2 mm; anteras de 0,6-1,1 mm, oblongas y curvas hacia el dorso, con dos poros apicales de 0,15 mm de diámetro. Estilo, recto, 2,6 mm de largo, en la base de 0,3 mm de diámetro; estigma capitado, 0,6 mm de diámetro. Ovario 4 locular, totalmente fusionado

al hipanto, anchamente ovoide, 1,2 x 1,3 mm; ápice truncado y glabro; placentas de 0,5 x 0,4 mm, con rudimentos seminales en todas las superficies. Fruto en baya de color blanco, de 2–2,5 mm de largo, 2,7–3 mm diámetro. Semilla obovada u ovoide, 0,9 mm x 0,5 mm, testa de color marrón claro, rafe conspicuo y de color marrón oscuro.

**Distribución y hábitat.** Esta especie se distribuye a lo largo de la cordillera Central de Colombia en ecosistemas de bosques altoandinos y subpáramos, entre los 2900-3700 m de altitud, desde la región del páramo de Puracé en el departamento del Cauca hasta el páramo de Chili-Barragán y páramo de Anaime en límites de los departamentos de Quindío, Valle del Cauca y Tolima (Figura 1).

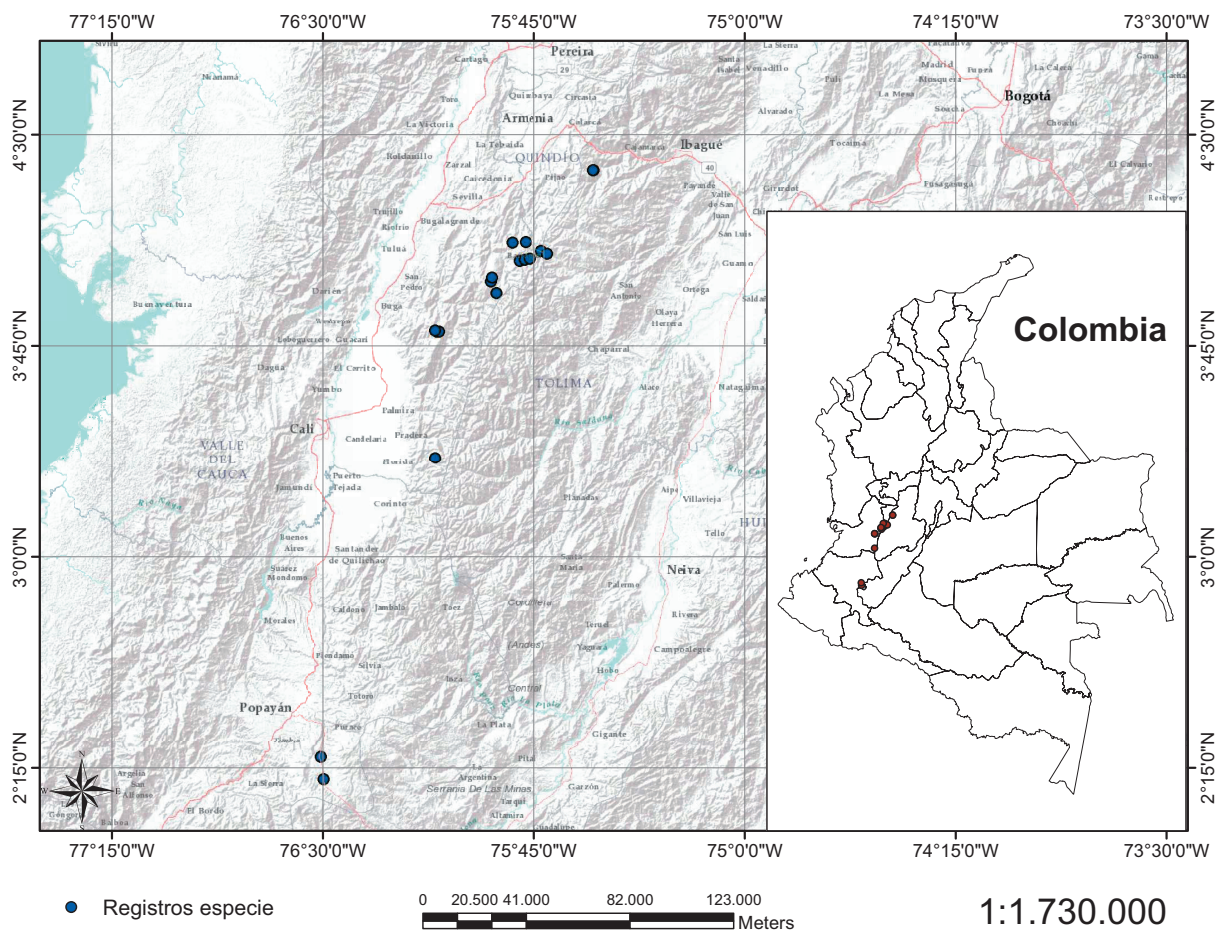


Figura 1. Distribución de *Miconia curvitheca*.



**Fenología.** Esta especie fue observada sólo con flores en enero y noviembre, y con frutos y flores en los meses de febrero y marzo.

**Etimología.** El epíteto específico es retomado del original asignado por Henry A. Gleason y hace referencia a la forma curva de las tecas (Figuras 2 y 3).

**Notas taxonómicas**

Esta especie es similar a *Miconia salicifolia* y con la cual en ocasiones comparte hábitats de subpáramo, pero se diferencian en que *M. curvitheca* también crece en ecosistemas de bosque altoandino y en crecimientos de vegetación secundaria, nunca en zonas abiertas o de paramo. *M. curvitheca* presenta hojas en disposición abierta (vs. disposición vertical), tiene inflorescencias terminales erectas y con 30-58 flores (vs inflorescencias terminales o subterminales. pé-

dulas con 2 a 6 flores), presenta flores pentámeras con el ápice del ovario glabro (vs. flores tetrámeras y el ápice del ovario con tricomas pinoides). También es similar a *Miconia tamana* Wurdack pero se diferencia de esta especie en que *M. tamana* presenta un hipanto de menor tamaño (1,4-1,7 vs. 2,5-3,5), pétalos glabros (pruinosos en *M. curvitheca*), los estambres son rectos y tienen cuatro poros (vs. curvos con dos poros en *M. curvitheca*), el ovario está parcialmente fusionado al hipanto y presenta tres lóculos (vs. totalmente fusionado y con cuatro lóculos en *M. curvitheca*).

*Miconia cuatrecasae* Markgr es otra especie vegetativamente parecida a *M. curvitheca*. Hay pocos registros en herbarios y en la descripción original no hay mayor detalle de las características florales. Se diferencia de *M. curvitheca* en que las hojas son de mayor tamaño (10 a 14 cm de ancho vs 1,8 a 4,2), aunque hay variación en este carácter. Las observaciones de ejemplares asignados a esta especie muestran la presencia de flores unisexuales y bisexuales en el mismo individuo, y ovario 3 locular, caracteres que la diferencia de *M. curvitheca*. El nombre de *M. curvitheca* fue propuesto por Gleason y se conserva debido a que ya hay un buen número de ejemplares con este nombre asignado en los herbarios nacionales. Sin embargo, el carácter de las tecas curvas puede no ser siempre evidente debido que las anteras son bastante cortas.

**Clave para las especies similares a *Miconia curvitheca***

- 1. Inflorescencia péndula, flores 4 meras, hojas dispuestas verticalmente..... *M. salicifolia*
- 1'. Inflorescencia erecta, flores 5 meras, hojas dispuestas perpendicularmente.....2
- 2. Flores pediceladas, estambres rectos con 4 poros, distribuida en límites entre Colombia y Venezuela en el macizo del Tamá..... *M. tamana*
- 2'. Flores sésiles o subsésiles, estambres curvos con dos poros, sin presencia en el macizo del Tamá.....3



**Figura 2.** *Miconia curvitheca*. A) Pubescencia del tallo. B) Detalle de la nervadura. C) Flor. D) Vista lateral, frontal y dorsal del estambre en botón. E) Detalle del pétalo. F) Semilla. Basado en J. M. Posada & A. F. Bohórquez 474 (CUVC-Holotipo).



Figura 3. Detalle de las flores. J. M. Posada 616 (Paratipo-CUVC). Foto: Edier Soto.

3. Láminas de 10 a 14 cm de largo, ovario 3 locular, flores unisexuales y bisexuales en el mismo individuo, distribuida en la cordillera Oriental de Colombia..... *M. cuatrecasae*
- 3'. Láminas de 1,8 a 4,2 cm de largo, ovario 4 locular, flores siempre bisexuales en el mismo individuo, distribuida en la cordillera Central de Colombia..... *M. curvitheca*

### Ejemplares examinados

Paratipos: Colombia. **Cauca:** municipio de Puracé, margen derecho del río Negro, 3 km de la Inspección de Policía de Paletará, 2900 m s.n.m., 10 oct 1986, (fr), *C. Restrepo & A. Duque* 219, (CUVC); páramo de Paletará, 3000 m s.n.m., 13 nov 1968, (fr), *S Espinal-T & J. E. Ramos* 3276 (COL); páramo de Paletará, páramos cercanos al río Cauca, 2900 m s.n.m., fl, 25 ago. 1961, *L. Uribe-Uribe* 3828 (COL). Carretera de Coconuco a Paletará, 3000-3100 m s.n.m., fl, 10 abr 1970, *G. Lozano-C & P. M. Ruiz* 1581

(COL). **Quindío:** municipio de Génova, vereda San Juan Alto, predio Juntas, 3420 m s.n.m., nov 2003, est, *E. Méndez et al.* 910 (HUA). **Valle del Cauca:** municipio de Florida, vereda La Diana, finca de Luis Trocha, 3420 m s.n.m., 28 feb 1990, fr, *S. Sarria* 991, (CUVC); municipio de Tuluá, corregimiento de Barragán, hoya del río Bugalagrande, páramo de Bavaya, 3600-3680 m s.n.m, 16 marzo. 1946, fl, *J. Cuatrecasas* 20054, (COL, BC); municipio de Tuluá, corregimiento de Barragán, 3200-3700 m s.n.m., nov 21-3 dic 1997, fl, *W. G. Vargas* 4197 (COL); municipio de Trujillo, cerro del Pan de Azúcar, 3700 m s.n.m., 26 feb 1969, fl, *J. Cuatrecasas, S. Espinal & J. Ramos* 27571 (COL); cerro del Pan de Azúcar, 3300-3700 m s.n.m., Agto 23 1968, fl, *S. Espinal-T & J. E. Ramos* 2457 (CUVC, HUA), cabecera del río Tuluá, quebrada de las Vegas, 3280-3380 m s.n.m., 26 mzo. 1946, fl, *J. Cuatrecasas* 20403 (VALLE), municipio de Tuluá, corregimiento de Barragán 3200-3700, 3 a 21 nov 1997, fl, *W. G. Vargas* 4228 (HUA). **Tolima:** municipio de Cajamarca, camino al páramo de Anaime, “El Palomar”, 2800



**Figura 4.** COL000003326. © Instituto de Ciencias Naturales -Facultad de Ciencias- Universidad Nacional de Colombia. J. Cuatrecasas 20054 (Paratipo-COL).

m s.n.m., 6-9 de junio 2000, fr, *W. G. Vargas* 8205 (HUA). Municipio de Roncesvalles, páramo de la Yerbabuena, reserva de la fundación Proaves, camino hacia la laguna de “Los Patos”, 3200 m s.n.m., 18 ene 2014, fl, *J. M. Posada & A. F. Bohórquez* 431 (CUVC, FMB); carretera Roncesvalles-Barragán, sector “La Carpa”, arbustal en regeneración, lugares

con señas de entresaca de leña. 3379 m s.n.m., fl, *J. M. Posada & A. F. Bohórquez* 441 (FMB), municipio de Roncesvalles, páramo de la Yerbabuena, reserva de la fundación Proaves, camino hacia la laguna de “Los Patos”, 3200 m s.n.m., 19 feb 2016, fl y fr, *J. M. Posada & E. Soto* 616 (CUVC).

## Agradecimientos

El primer autor agradece a Natalia Castaño por las sugerencias que realizó al documento, a Andrés Felipe Bohórquez y Néstor Fabio Álzate por su compañía durante las exploraciones en el páramo de “La Yerbabuena”, al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por facilitar la imagen del holotipo y en especial a Carlos Parra por permitir acceder a las colecciones del Herbario Nacional Colombiano (COL). A los compañeros del Herbario Universidad de Caldas (FAUC) María Alejandra Buitrago, Julio Andrés Sierra al Herbario y especialmente Luis Fernando Coca por la ilustración de la especie. Al Herbario de la Universidad del Valle (CUVC) a su directora Alba Marina Torres por sus sugerencias, al investigador Edier Soto, al profesor Philip A. Silverstone-Sopkin por los comentarios hechos al manuscrito y al biólogo de la Universidad de Caldas Daniel Felipe Aristizabal por su ayuda con el mapa de distribución.

## Bibliografía

- Almeda, F., H. Mendoza-Cifuentes, D. S. Penneys, F. A. Michelangeli y M. Alvear. *En*: Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- COL000003326. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 2014. *En*: Jstor Global Plants. ©2000-2014 ITHAKA. <http://plants.jstor.org/specimen/col000003326?s=t>. Visitado el 07 oct 2014.
- Goldenberg, R., F. Almeda, M. K. Caddah, A. B. Martins, J. Meirelles, F. A. Michelangeli y M. Weiss. 2013. Nomenclator botanicus for the neotropical genus *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae). *Phytotaxa* 106 (1): 1–171.
- QGIS Development Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>

Juan Mauricio Posada-Herrera  
Herbario Universidad del Valle, Cali,  
Valle del Cauca, Colombia  
[juan.posada87@gmail.com](mailto:juan.posada87@gmail.com)

Humberto Mendoza-Cifuentes  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt,  
Claustro de San Agustín, Villa de Leyva,  
Boyacá, Colombia  
[hmendoza@humboldt.org.co](mailto:hmendoza@humboldt.org.co)

*Miconia curvitheca* (Melastomataceae), una nueva especie nativa de los bosques altoandinos y subpáramos de los Andes centrales, Colombia

**Citación del artículo.** Posada-Herrera, J. M. y H. Mendoza-Cifuentes. 2016. *Miconia curvitheca* (Melastomataceae), una nueva especie nativa de los bosques altoandinos y subpáramos de los Andes centrales, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 12–18. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a02

Recibido: 25 de mayo de 2016  
Aceptado: 03 de octubre de 2016

---

## Estudios morfológicos y taxonómicos en *Digitaria* Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): inventario y primer registro de *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. para Sudamérica

Morphological and taxonomic studies in *Digitaria* Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): checklist and first report of *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. for South America

Diego Giraldo-Cañas

---

### Resumen

Como resultado de estudios recientes en gramíneas neotropicales, se presenta el inventario del género *Digitaria* para Sudamérica, el cual está representado por 65 taxones, 53 especies nativas (34 endémicas) y 12 especies introducidas-naturalizadas. La mayor riqueza específica de *Digitaria* se registró en Brasil (48 especies, de las cuales 12 son endémicas), seguido por Venezuela (29/1), Paraguay (28/0), Colombia (27/2), Argentina (26/1) y Bolivia (24/1). Por otra parte, se registra por primera vez para Sudamérica a *D. velutina* (Forssk.) P. Beauv. —una especie nativa de África, Arabia y Yemen— y se discute su similitud morfológica con *D. abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. Los binomios *D. bonplandii* Henrard y *D. mattogrossensis* (Pilg.) Henrard, se reconocen como sinónimos de *D. corynotricha* (Hack.) Henrard.

**Palabras clave.** *Axonopus*. *Digitaria abyssinica*. Flora de Colombia. Flora de Sudamérica. Gramíneas neotropicales.

### Abstract

As a result of recent studies on Neotropical grasses, a checklist of the South American species of *Digitaria* is provided. This checklist includes 65 species, of which 53 are native (34 are endemic) and 12 are introduced-naturalized. Brazil has 48 species (12 endemic), followed by Venezuela (29/1), Paraguay (28/0), Colombia (27/2), Argentina (26/1), and Bolivia (24/1). On the other hand, *D. velutina* (Forssk.) P. Beauv., a native species from Africa, Arabia, and Yemen, is recorded for the first time in South America. This paper includes the morphological similarities and differences between *D. velutina* and *D. abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. The names *D. bonplandii* Henrard and *D. mattogrossensis* (Pilg.) Henrard, are included in the synonymy of *D. corynotricha* (Hack.) Henrard.

**Key words.** *Axonopus*. *Digitaria abyssinica*. Flora of Colombia. Flora of South America. Neotropical grasses.

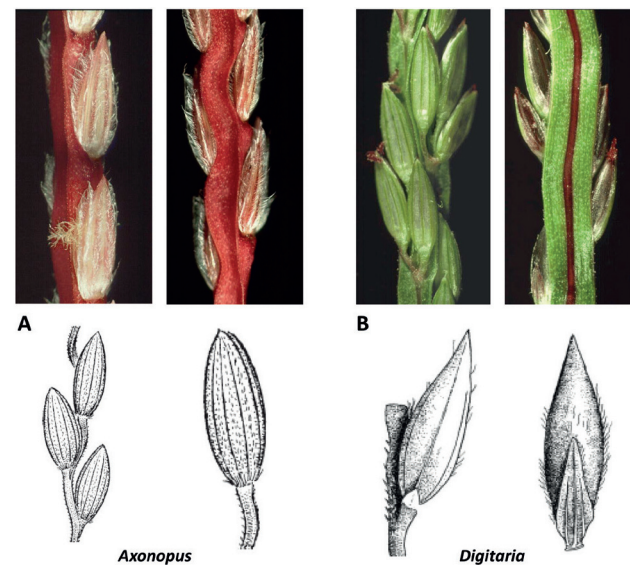
## Introducción

*Digitaria* Haller es reconocido como uno de los géneros más difíciles en la tribu Paniceae y su dificultad taxonómica radica en el gran número de especies, la amplia distribución geográfica, complejidad de caracteres (e. g. principalmente los referidos a la micromorfología y la anatomía de las espiguillas y el antecio superior) y el pobre conocimiento de las relaciones morfológicas, anatómicas y filogenéticas entre sus especies (Webster 1983, Webster y Hatch 1983, Clayton y Renvoize 1999, Giraldo-Cañas 2004, 2005, 2013a). Sin embargo, las hipótesis filogenéticas disponibles para *Digitaria*, con base en análisis morfológico-anatómicos y moleculares, muestran a este género como monofilético (Duvall *et al.* 2001, Giussani *et al.* 2001, Vega *et al.* 2009, Morrone *et al.* 2012), aunque este podría ser para o polifilético (Kellogg 2015).

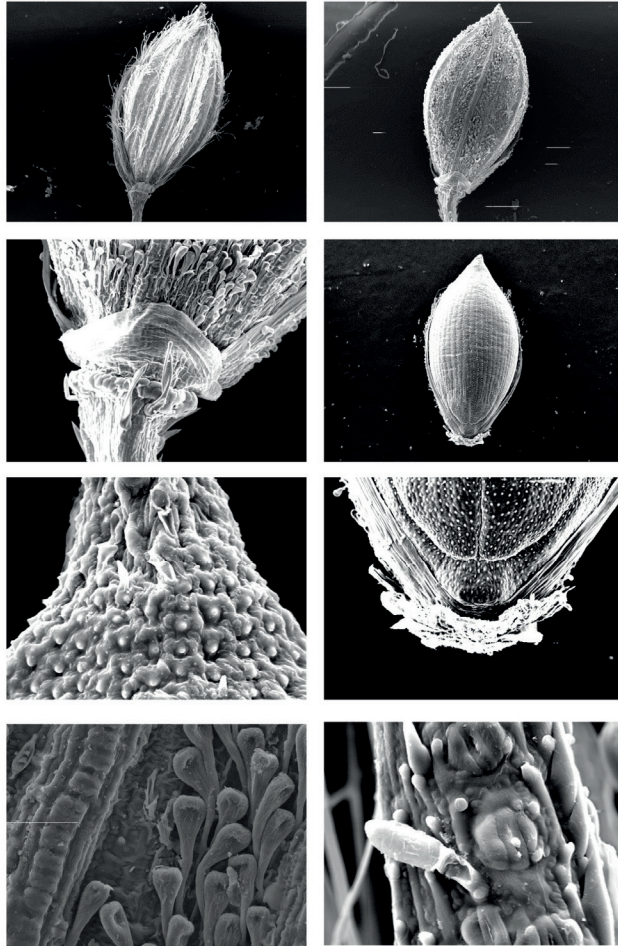
Los representantes de *Digitaria* son frecuentemente confundidos por numerosos botánicos, inclusive por agrostólogos, con algunos representantes del género neotropical *Axonopus* P. Beauv. No obstante, estos géneros se pueden reconocer y separar fácilmente, ya que *Digitaria* se caracteriza por tener espiguillas agrupadas en pares, tríadas, tétradas e incluso en grupos de cinco (muy raramente solitarias) (versus espiguillas solitarias en *Axonopus*), por sus espiguillas plano-convexas con orientación abaxial (versus biconvexas y adaxiales en *Axonopus*), por la presencia de gluma inferior (estructura ausente en *Axonopus*) (Black 1963, Nicora y Rúgolo de Agrasar 1987, Watson y Dallwitz 1992, Giraldo-Cañas 2005, 2013a, 2014) y por su antecio superior muy ornamentado (versus pobremente ornamentado en *Axonopus*) (Giraldo-Cañas 2002, 2004) (Figuras 1, 2 y 3). Por otra parte, *Digitaria* tiene un número básico de cromosomas  $x$  igual a nueve, mientras que en *Axonopus  $x$  es igual a diez (Morrone *et al.* 2012, Giraldo-Cañas 2014).*

*Digitaria* se distribuye principalmente en regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, con algunos representantes en las regiones templadas (Nicora y Rúgolo de Agrasar *op. cit.*); sus especies

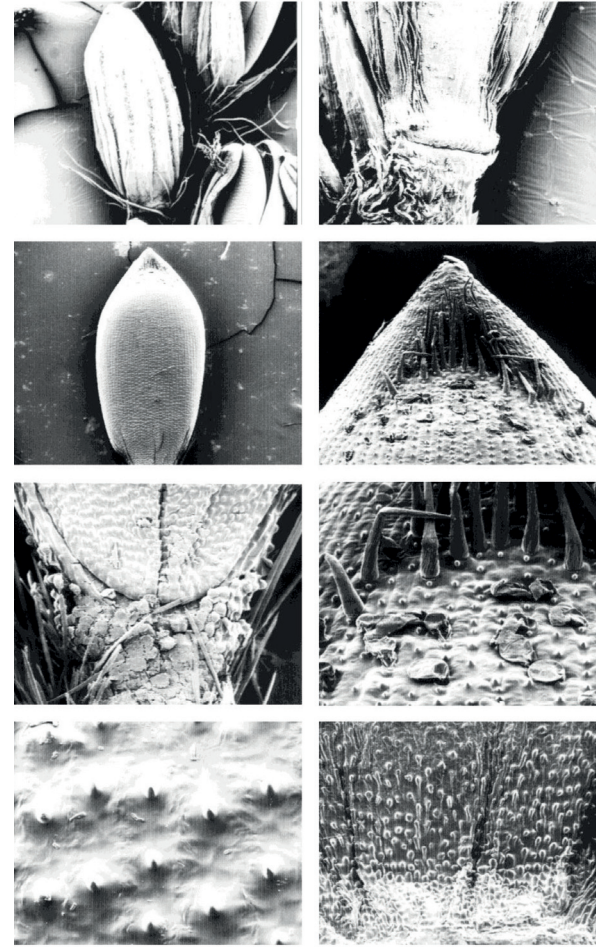
crecen principalmente por debajo de los 1000 m de altitud, aunque algunas pueden alcanzar *ca.* 3500 m (Nicora y Rúgolo de Agrasar *op. cit.*). En el continente americano se le encuentra desde Canadá y las Antillas hasta la Argentina y Chile (Vega y Rúgolo de Agrasar 2003). De las 220-230 especies conocidas para el género (Clayton y Renvoize 1999, Vega y Rúgolo de Agrasar 2005, 2007, Vega *et al.* 2009, Morrone *et al.* 2012, Kellogg 2015), 101 habitan en el Nuevo Mundo (Vega y Rúgolo de Agrasar 2003) y de estas, 65 especies crecen en Sudamérica como se detallará más adelante. *Digitaria* constituye un importante grupo no sólo a nivel económico, siendo algunos de sus representantes importantes forrajeras, sino también a nivel ecológico, dada su abundancia y diversidad en algunos ecosistemas (sabanas naturales, cerrados, afloramientos rocosos de los escudos precámbricos sudamericanos, áreas degradadas, áreas de cultivos de regiones montañosas como de praderas-pastizales y selvas basales) (Giraldo-Cañas 2005).



**Figura 1.** Principales diferencias morfológicas entre los géneros *Axonopus* P. Beauv. y *Digitaria* Haller. A) Racimos y espiguillas de *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. (nótese las espiguillas solitarias y la ausencia de gluma inferior). B) Racimos y espiguillas de *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (nótese las espiguillas en tríadas y la presencia de gluma inferior) (A y B tomadas de Watson y Dallwitz 1992).



**Figura 2.** Características del ornamento de espiguillas y antecio superior en el género *Digitaria* Haller (varias especies; tomadas de Giraldo-Cañas 2004).



**Figura 3.** Características del ornamento de espiguillas y antecio superior en el género *Axonopus* P. Beauv. (varias especies; tomadas de Giraldo-Cañas 2002).

En el presente estudio, se documenta, por primera vez, la presencia de *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. en Sudamérica (una especie nativa de África, Arabia y Yemen), se presenta el inventario del género *Digitaria* para Sudamérica y se actualizan las áreas de distribución para cada una de las especies presentes en Sudamérica. Así, se contribuye con el inventario de la flora agrostológica sudamericana.

### Material y métodos

El inventario del género *Digitaria* en Sudamérica está basado en datos combinados de inventarios personales del autor, derivados de varias exploraciones de campo y de las visitas a los herbarios AFP, BAA, CAUP, CDMB, CHOCO, COAH, COL, FMB, HECASA,

HPUJ, HUA, HUQ, IBGE, INPA, JAUM, LLANOS, MEXU, MO, NY, PSO, QCA, RSA, SI, SURCO, TOLI, UDBC, UIS, UPTC, US, UTM, VALLE y VEN, acrónimos abreviados de acuerdo con Thiers (2016). Los datos de distribución por país también están basados en diferentes fuentes bibliográficas, tales como Henrard (1950), Luces de Febres (1963), Rosengurtt *et al.* (1970), Rúgolo de Agrasar (1974, 1994), Häfliger y Scholz (1980), Renvoize (1984), Marticorena y Quezada (1985), Killeen (1990), Brako y Zarucchi (1993), Tovar (1993), Vega y Rúgolo de Agrasar (2002, 2003, 2005, 2007), Giraldo-Cañas (2003, 2004, 2005, 2010, 2011, 2013a, 2013b), Renvoize *et al.* (2006), Funck *et al.* (2007), Zuloaga *et al.* (2008), do Canto Dorow (2010), Vega y Rúgolo (2012) y Finot *et al.* (2015).

Las técnicas usadas corresponden a las empleadas clásicamente en taxonomía y sistemática biológicas (véanse las referencias en Giraldo-Cañas *et al.* 2012, Giraldo-Cañas 2014). Se siguió el concepto morfológico de especie, con base en los postulados expuestos por Crisci (1994), Uribe Meléndez (2008) y Giraldo-Cañas (2014), esto es “una especie se define como un conjunto de individuos que presenta un espectro continuo de variación fenotípica y separado de otros conjuntos por discontinuidades morfológicas; en otras palabras, las especies son hipótesis acerca de la discontinuidad de la naturaleza”. En el inventario del género para Sudamérica, la palabra referencia corresponde, en la mayoría de los casos, a un ejemplar testigo depositado en un herbario o puede corresponder a una fuente bibliográfica, donde se cita la respectiva especie para Sudamérica.

## Resultados y discusión

***Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv.**, Ess. Agrostogr.: 51, 173. 1812. *Phalaris velutina* Forssk., Fl. Aegypt.-Arab. 17. 1775. TIPO: Yemen. Bulghose, montibus Hadiensibus, mar 1763, *P. Forsskål 115* (*Herb. Forsskålii no. 115*) (holotipo: C, visto digitalmente), non *Milium velutinum* DC., Cat. Pl. Horti Monsp. 126. 1813. *Digitaria velutina* (DC.) Hitchc., Proc. Biol. Soc. Wash. 40: 84. 1927, nom. illeg. hom. [= *Digitaria leucites* (Trin.) Henrard]. Figuras 4, 5 y 6.

**Distribución geográfica y ecológica.** *Digitaria velutina* es nativa de África, Arabia y Yemen (Pohl 1980, Webster 1983, Poilecot 1995, 1999) y se le ha encontrado naturalizada en Australia (Webster 1983, Pohl y Davidse 1994), Costa Rica y México (Pohl 1980, Pohl y Davidse 1994, Vega y Rúgolo de Agrasar 2003, 2007, Sánchez-Ken 2012); aquí se registra por primera vez para Sudamérica. *Digitaria velutina* crece en áreas abiertas, alteradas, zonas de cultivo e incluso, en áreas urbanizadas, entre el nivel del mar y los 2600 m de altitud. Al parecer, su presencia en el Nuevo Mundo corresponde a una introducción reciente (Pohl y Davidse 1994).

Esta novedad se une a los hallazgos recientes que constituyen los primeros registros para la flora sudame-

ricana, tales como *Anthoxanthum davidsei* (R. W. Pohl) Veldkamp (Giraldo-Cañas 2011), *Calamagrostis pittieri* Hack. (Giraldo-Cañas y Mayorga 2001), *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin. (Giraldo-Cañas 2012), *Ctenium concisum* Swallen (Giraldo-Cañas 2013b), *Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf (Renvoize *et al.* 2006, Giraldo-Cañas 2011, 2013a), *Echeandia flavescens* (Schult. & Schult. f.) Cruden (Giraldo-Cañas 2015a), *Eleusine multiflora* Hochst. ex A. Rich. (Giraldo-Cañas 2015b) y *Paspalum jaliscanum* Chase (Giraldo-Cañas 2011). Lo anterior indica que aún se está lejos de completar el inventario de la diversidad vegetal, no sólo en Sudamérica sino en Colombia, toda vez que la mayoría de los nuevos registros son precisamente de este país. En este sentido, sólo en gramíneas se han documentado recientemente 122 especies por primera vez para Colombia (Giraldo-Cañas 2013b).



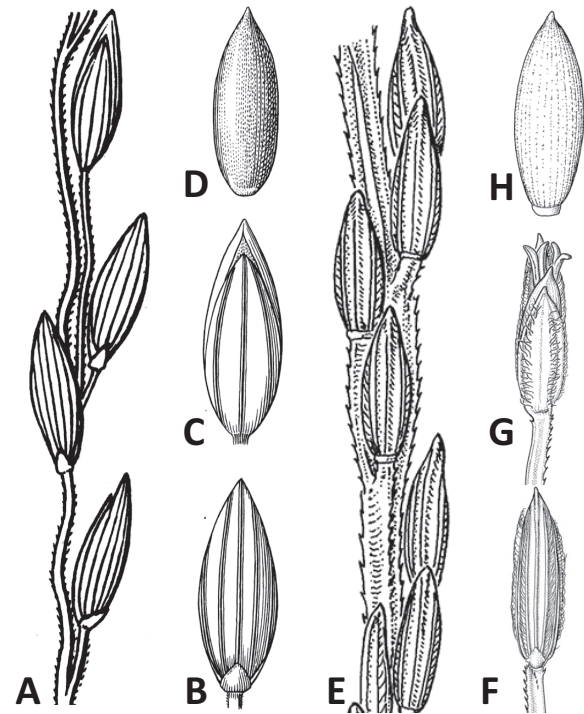
**Figura 4.** *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. A) Hábito y panoja completa. B) Detalle de un racimo. C) Detalle de dos espiguillas. D) Espiguilla, vista desde la gluma superior. E) Espiguilla, vista desde la gluma inferior. F) Antecio superior, visto desde la pálea superior. G) Antecio superior, visto desde la lema superior [tomado de: D. Giraldo-Cañas 5890 (COL)].





**Figura 5.** *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. [*D. Giraldo-Cañas* 5890 (COL)]. Hábito y panojas [nótese los racimos proximales frecuentemente con órdenes de ramificación consecutiva (racimos compuestos)].

**Observaciones.** *Digitaria velutina* se reconoce fácilmente por sus panojas, las cuales tienen racimos proximales frecuentemente con órdenes de ramificación consecutiva (racimos compuestos) (Figuras 4 y 5), por sus espiguillas pilosas y elíptico-lanceoladas, por su gluma inferior enervia, por su gluma superior 3-nervia, por su lema inferior 5-nervia y por sus anteras diminutas de hasta 0,5 mm de longitud (Figuras 4 y 6). Sin embargo, por su hábito con cañas decumbentes y ramificadas, entrenudos y nudos glabros, vainas papiloso-pilosas, lígulas de hasta 2 mm de longitud, espiguillas pareadas y de 1,8-2 mm de longitud, antecio superior grisáceo y por su cariopsis elíptica blanquecina, ésta podría confundirse con la especie



**Figura 6.** Detalles de racimos, espiguillas y antecios superiores. *Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. A) Porción de un racimo. B) Espiguilla vista desde la gluma inferior y la lema inferior. C) Espiguilla vista desde la gluma superior. D) Antecio superior visto desde la lema superior [todo de Giraldo-Cañas (2013a)]. *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. E) Porción de un racimo. F) Espiguilla vista desde la gluma inferior y la lema inferior. G) Espiguilla vista desde la gluma superior (nótese que la gluma superior es más corta que la espiguilla). H) Antecio superior visto desde la lema superior [tomado de: D. Giraldo-Cañas 5890 (COL)].

africana *Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, la cual ya se encuentra naturalizada en varios países americanos. No obstante, *D. abyssinica* se reconoce fácilmente por sus panojas con racimos simples (sin ramificaciones consecutivas), por sus espiguillas pareadas elípticas y glabras, por su gluma inferior ovado-deltaoidea y uni-nervia, por su gluma superior 3-6-nervia, por su lema inferior 7-nervia y por sus anteras de 1-1,1 mm de longitud (Figura 6). Ambas especies se pueden separar por varias características, las cuales se detallan en la tabla 1. La descripción completa de estas dos especies se encuentra en Henrard (1950), Pohl (1980), Webster (1983) Pohl y Davidse (1994), entre otras obras.

**Tabla 1.** Principales diferencias entre *Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf y *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv.

Característica	<i>Digitaria abyssinica</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	<i>Digitaria velutina</i> (Forssk.) P. Beauv.
Racimos	Todos los racimos simples; racimos escasos por panoja	Los racimos proximales con órdenes consecutivos de ramificación; numerosos racimos por panoja
Espiguillas	Elípticas, glabras, 1,9–2,1 mm long.	Elíptico-lanceoladas, pilosas, 1,8–2 mm long.
Gluma inferior	Uni-nervia, 0,3–0,7 mm long.	Enervia, 0,1–0,2 mm long.
Gluma superior	3–6-nervia, 1,6–1,8 mm long.	3-nervia, 1,5–1,7 mm long.
Lema inferior	7-nervia	5-nervia
Lema superior	1,7–1,9 mm long.	1,6–1,7 mm long.
Anteras	1–1,1 mm long.	0,4–0,5 mm long.
2n	36 (Pohl y Davidse 1994)	18 (Pohl y Davidse 1994)
Ejemplares analizados	COLOMBIA. D. Giraldo-Cañas et al. 4469, 5220, 5511, 5590, 5591, 5596, 5612 (COL). COSTA RICA. G. Davidse et al. 23156 (MO). ECUADOR. S. Lægaard 18622, 19488 (COL). PANAMÁ. P. M. Peterson 7359 (COL, US). PERÚ. D. Giraldo-Cañas 3761, 5527, 5529 (COL)	COLOMBIA. D. Giraldo-Cañas 5324, 5890 (COL, UPTC). COSTA RICA. R. W. Pohl 14160 (MO). MÉXICO. G. Davidse & J. Davidse 30277 (COL, MO, US)

**Especímenes examinados:**

**COLOMBIA. Boyacá:** cordillera Oriental andina, municipio de Villa de Leyva, vereda Salto y Bandera, finca “*Gatan asucune zpuyquyz quypcuas bzascua*”, a 5,7 km al noroeste de la plaza principal de Villa de Leyva, a 1,5 km de la intersección de la carretera veredal en el Alto de Los Migueles, en dirección al valle del río Cane; pendientes medias y moderadas; sustratos rocosos, pedregosos y arenosos (raramente arcillosos) con capa orgánica delgada y sujetos a fuerte erosión; precipitación 942 mm/año, con fuerte estacionalidad; temperatura media 17°C; alta radiación solar; fuertes vientos y baja humedad relativa; ocasional en áreas de cultivo, en medio de *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Dichantherium acuminatum* (Sw.) Gould & C. A. Clark, *Euphorbia peplus* L., *Paspalum notatum* Flügge y *Phyllanthus niruri* L., 2250 m, 4 abr 2015, D. Giraldo-Cañas

5890 (COL, UPTC). **Cundinamarca:** cordillera Oriental andina, Bogotá D. C., jardinera norte del edificio El Cubo de Colsubsidio, calle 53 × carrera 30, en medio de una matriz de *Anigozanthos* sp. y *Liriope* sp., crecía junto con *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl, *Poa annua* L. y *Oxalis* sp., 2600 m, 22 may 2012, D. Giraldo-Cañas 5324 (COL, UPTC).

**COSTA RICA. San José:** San José, Alley between Av. 7-9, 150 m E of Iglesia Santa Teresita, 1100 m, 28 sep 1982, R. W. Pohl 14160 (MO).

**MÉXICO. México D. F.:** Campus of Universidad Nacional Autónoma de México, ca. 2000 m, 30 nov 1984, G. Davidse & J. Davidse 30277 (COL, MO, US).

**Inventario de las especies del género *Digitaria* presentes en Sudamérica:*****Digitaria* Haller**Tipo: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.Sinónimos: *Syntherisma* Walter, *Trichachne* Nees, *Valota* Adans*Andropogon insularis* L. = ***Digitaria insularis* (L.) Fedde***Axonopus digitatus* (Sw.) P. Beauv.; = ***Digitaria nuda* Schumach***Cynodon ternatus* Hochst. ex A. Rich.; = ***Digitaria ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf*****Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**Sinónimos: *Panicum abyssinicum* Hochst. ex A. Rich., *Syntherisma abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Newbold.

Distribución por país en Sudamérica: Colombia, Ecuador, Perú.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3761* (COL)*Digitaria adscendens* (Kunth) Henrard= ***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler***Digitaria aequatoriensis* (Hitchc.) Henrard= ***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard*****Digitaria aequiglumis* (Hack. & Arechav.) Parodi**Sinónimos: *Panicum aequiglume* Hack. & Arechav.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *J. Arechavaleta s.nro.* (US).*Digitaria affinis* Opiz ex Bercht.= ***Digitaria similis* Beetle ex Gould*****Digitaria andicola* Gir.-Cañas**Sinónimos: *Digitaria cuatrecasasii* A. S. Vega & Rúgolo.

Distribución por país en Sudamérica: Colombia y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3319* (COL).*Digitaria arechavaletae* Roseng., B. R. Arill. & Izag. = ***Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi*****Digitaria argillacea* (Hitchc. & Chase) Fernald**Sinónimos: *Syntherisma argillacea* Hitchc. & Chase

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *S. Lægaard 18610* (AAU, COL).***Digitaria atra* Luces**

Distribución por país en Sudamérica: Venezuela.

Estatus: endémica de Sudamérica (Venezuela).

Referencia: *Müller s.nro.* (MO).*Digitaria aurea* (P. Beauv.) Spreng.= ***Axonopus aureus* P. Beauv.*****Digitaria balansae* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil y Paraguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Brasil y Paraguay).

Referencia: *B. Balansa 91* (BAA).***Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.**Sinónimos: *Panicum bicornis* (Lam.) Kunth, *Paspalum bicornis* Lam.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3623* (COL).*Digitaria bonplandii* Henrard= ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard*****Digitaria californica* (Benth.) Henrard**Sinónimos: *Panicum californicum* Benth., *Trichachne californica* (Benth.) Chase

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3795* (COL).

***Digitaria cardenasiana* Gir.-Cañas**

Distribución por país en Sudamérica: Colombia.

Estatus: endémica de Sudamérica (Colombia).

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3556* (COL).

***Digitaria catamarcensis* Rúgolo**

Distribución por país en Sudamérica: Argentina y Bolivia.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina y Bolivia).

Referencia: *L. R. Parodi 14356* (SI).

***Digitaria chacöensis* (Parodi) Henrard**

Sinónimos: *Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi var. *chacöensis* Parodi.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina).

Referencia: *L. R. Parodi 8250* (BAA).

***Digitaria chaseae* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *A. Chase 11050* (US).

***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler**

Sinónimos: *Digitaria adscendens* (Kunth) Henrard, *Digitaria marginata* Link, *Digitaria tarapacana* Phil., *Panicum adscendens* Kunth, *Panicum ciliare* Retz.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Estatus: nativa

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3806* (COL).

*Digitaria clavitricha* R. W. Pohl  
= ***Digitaria venezuelae* Henrard**

***Digitaria connivens* (Trin.) Henrard**

Sinónimos: *Panicum connivens* Trin.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *Martius s. nro.* (US).

***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**

Sinónimos: *Digitaria bonplandii* Henrard, *Digitaria mattogrossensis* (Pilg.) Henrard, *Digitaria villiculmis* Henrard, *Panicum adustum* Nees var. *mattogrossense* Pilg., *Panicum corynotrichum* Hack.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil, Paraguay y Venezuela.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil, Paraguay y Venezuela).

Nota: la consideración de los binomios *Digitaria bonplandii* Henrard y *Digitaria mattogrossensis* (Pilg.) Henrard, como sinónimos de *Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard, sigue a Renvoize (1984).

Referencia: *A. F. M. Glaziou 20124* (COL, US).

***Digitaria costaricensis* R. W. Pohl**

Distribución por país en Sudamérica: citada para Venezuela por Vega y Rúgolo de Agrasar (2005, 2007).

Estatus: nativa.

Referencia: *R. Gómez & M. Ramia 869* (VEN).

*Digitaria cuatrecasii* A. S. Vega & Rúgolo  
= ***Digitaria andicola* Gir.-Cañas**

***Digitaria curvinervis* (Hack.) Fernald**

Sinónimos: *Panicum curvinerve* Hack., *Syntherisma curvinervis* (Hack.) Hitchc. & Chase.

Distribución por país en Sudamérica: Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *Hernández León s. nro.* (COL, US).

***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

Sinónimos: *Digitaria lanuginosa* (Nees) Henrard var. *cuyabensis* (Trin.) Henrard, *Digitaria malacophylla* (Hitchc.) Henrard, *Panicum cuyabense* Trin., *Syntherisma cuyabensis* (Trin.) Hitchc., *Syntherisma malacophylla* Hitchc.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Surinam y Uruguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Surinam, Uruguay).

Referencia: *A. G. Schulz* 12172 (COL).

*Digitaria decumbens* Stent  
= ***Digitaria eriantha* Steud.**

***Digitaria didactyla* Willd.**

Sinónimos: *Digitaria swazilandensis* Stent

Distribución por país en Sudamérica: citada para Surinam como *Digitaria swazilandensis* Stent por Funck *et al.* (2007), pero este registro es dudoso, ya que en el continente americano sólo ha sido citada para los EE.UU. (véase Vega y Rúgolo de Agrasar, 2003).

Referencia: Funck *et al.* (2007).

***Digitaria dioica* Killeen & Rúgolo**

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil y Colombia.

Estatus: endémica de Sudamérica (Bolivia, Brasil y Colombia).

Referencia: *D. Giraldo-Cañas* 2506 (COAH, COL).

***Digitaria doellii* Mez**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *Schott* 4849 (BAA).

*Digitaria dusenii* Chase ex Renvoize  
= ***Digitaria purpurea* Swallen**

***Digitaria enodis* (Hack. ex Arechav.) Parodi**

Sinónimos: *Paspalum enode* Hack. ex Arechav.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil y Uruguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil y Uruguay).

Referencia: *J. Arechavaleta* 132 (SI).

***Digitaria eriantha* Steud.**

Sinónimos: *Digitaria decumbens* Stent, *Digitaria pentzii* Stent

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *J. R. Wood* 3852 (COL).

***Digitaria eriostachya* Mez**

Sinónimos: *Digitaria fallens* Parodi

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay).

Referencia: *B. Balanse* 146 (BAA).

*Digitaria fallens* Parodi  
= ***Digitaria eriostachya* Mez**

***Digitaria fiebrigii* (Hack.) A. Camus**

Sinónimos: *Digitaria hirtigluma* Hitchc., *Panicum fiebrigii* Hack., *Syntherisma fiebrigii* (Hack.) Chase

Distribución por país en Sudamérica: Paraguay.

Estatus: nativa.

Referencia: *K. Fiebrig* 5371 (US).

***Digitaria filiformis* (L.) Koeler**

Sinónimos: *Panicum filiforme* L.

Distribución por país en Sudamérica: Citada para Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay por Rúgolo de Agrasar (1994), para Colombia por Häfliger y Scholz (1980) y para Venezuela por Vega y Rúgolo de Agrasar (2005).

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *T. Killeen* 798 (COL, SI).

***Digitaria fragilis* (Steud.) Luces**

Sinónimos: *Digitaria rhachitricha* Henrard,

*Paspalum fragile* Steud.

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana y Venezuela; citada para Colombia por Luces de Febres (1963), Killeen (1990), Vega y Rúgolo de Agrasar (2005, 2007) y Renvoize *et al.* (2006).

Estatus: endémica de Sudamérica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana y Venezuela).

Referencia: *T. S. Filgueiras 2223* (COL, IBGE, SI).

*Digitaria fusca* (J. Presl) Merr.

= ***Digitaria violascens* Link**

***Digitaria fuscescens* (J. Presl) Henrard**

Sinónimos: *Paspalum fuscescens* J. Presl

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 4137* (COL).

***Digitaria gardneri* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *Gardner 2336* (COL).

***Digitaria gerdesii* (Hack.) Parodi**

Sinónimos: *Panicum gerdesii* Hack.

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil y Paraguay

Estatus: endémica de Sudamérica (Bolivia, Brasil y Paraguay).

Referencia: *J. F. Gerdes 50* (US).

*Digitaria glaberculmis* Swalen

= ***Digitaria venezuelae* Henrard**

*Digitaria hirtigluma* Hitchc.

= ***Digitaria febrigii* (Hack.) A. Camus**

***Digitaria hololeuca* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *A. Chase 8660* (MO, US).

***Digitaria horizontalis* Willd.**

Sinónimos: *Panicum horizontale* (Willd.) G. Mey., *Panicum sanguinale* L. var. *horizontale* (Willd.) Schweinf.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3897* (COL).

***Digitaria induta* Swallen**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Referencia: *J. R. Swallen 3660* (US).

***Digitaria insularis* (L.) Fedde**

Sinónimos: *Andropogon insularis* L., *Panicum insulare* (L.) G. Mey., *Panicum leucophaeum* Kunth, *Trichachne insularis* (L.) Nees, *Valota insularis* (L.) Chase.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3296* (COL).

***Digitaria ischaemum* (Schreb.) Schreb. ex Muhl.**

Sinónimos: *Panicum ischaemum* Schreb.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil, Chile; citada para Colombia por Häfliger y Scholz (1980).

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: do Canto Dorow (2010).

***Digitaria killeenii* A. S. Vega & Rúgolo**

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia.

Estatus: endémica de Sudamérica (Bolivia).

Referencia: *T. Killeen 1922* (SI, MO).

***Digitaria lanuginosa* (Nees) Henrard**

Sinónimos: *Paspalum lanuginosum* Nees

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Brasil,

Guayana Francesa y Guyana.

Estatus: nativa.

Referencia: *F. Sello s. nro.* (US).

*Digitaria lanuginosa* (Nees) Henrard var. *cuyabensis* (Trin.) Henrard

= ***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

Sinónimos: *Panicum recalvum* (Nees) Kunth, *Reimaria laxa* Rchb., *Trichachne laxa* (Rchb.) Hitchc., *Trichachne recalva* Nees, *Valota laxa* (Rchb.) Hitchc. & Chase.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Surinam y Venezuela.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Surinam y Venezuela).

Referencia: *J. M. Pires 3815* (COL).

***Digitaria lehmanniana* Henrard**

Sinónimos: *Digitaria nervalis* Henrard.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *G. Davidse 26454* (COL, MO).

***Digitaria leiantha* (Hack.) Parodi**

Sinónimos: *Panicum adustum* Nees var. *leianthum* Hack.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay).

Referencia: *T. Rojas III* (BAA).

***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

Sinónimos: *Digitaria leucites* (Trin.) Henrard var. *glabella* (Chase) Henrard, *Digitaria velutina* (DC.) Hitchc., *Milium filiforme* Lag., *Milium velutinum* DC., *Panicum leucites* Trin., *Paspalum velutinum*

(DC.) Kunth, *Syntherisma velutina* (DC.) Chase subsp. *glabella* Chase.

Distribución por país en Sudamérica: Citada para Colombia por Vega y Rúgolo de Agrasar (2005, 2007).

Estatus: nativa.

Referencia: *I. Idinöel s. nro.* (COL, US).

*Digitaria leucites* (Trin.) Henrard var. *glabella* (Chase) Henrard

= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

***Digitaria longiflora* (Retz.) Pers.**

Sinónimos: *Paspalum longiflorum* Retz.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil, Colombia, Guyana, Perú y Surinam.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 4510* (COL).

*Digitaria malacophylla* (Hitchc.) Henrard

= ***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

*Digitaria marginata* Link

= ***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler**

*Digitaria mattogrossensis* (Pilg.) Henrard

= ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**

*Digitaria megapotamica* Mez

= ***Lousiella elephantipes* (Nees ex Trin.) Zuloaga**

***Digitaria myriostachya* (Hack.) Henrard**

Sinónimos: *Panicum myriostachyum* Hack.

Distribución por país en Sudamérica: Brasil

Estatus: Endémica de Sudamérica (Brasil)

Referencia: *E. H. G. Ule 1342* (W)

***Digitaria neesiana* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).

Nota: citada para Colombia por Killeen (1990), Barbosa Castillo (1992) y Escobar *et al.* (1993), pero dicho registro estaba basado en materiales mal determinados (los ejemplares colombianos realmente

corresponden a ***Digitaria dioica* Killeen & Rúgolo**.  
Referencia: *T. S. Filgueiras* 3202 (IBGE).

*Digitaria nervalis* Henrard  
= ***Digitaria lehmanniana* Henrard**

***Digitaria nuda* Schumach.**

Sinónimos: *Axonopus digitatus* (Sw.) P. Beauv.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Surinam y Venezuela.  
Estatus: introducida-naturalizada.  
Referencia: *L. M. Etchichury* 27 (COL, SI).

***Digitaria pampinosa* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).  
Referencia: *A. Chase* 10383 (US).

***Digitaria paraguayensis* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Argentina y Paraguay.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina y Paraguay).  
Referencia: *B. Balansa* 94 (US).

***Digitaria parva* Swallen**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil y Venezuela.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil y Venezuela).  
Referencia: *J. R. Swallen* 7002 (US).

*Digitaria pentzii* Stent  
= ***Digitaria eriantha* Steud.**

***Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi**

Sinónimos: *Digitaria arechavaletae* Roseng., B. R. Arill. & Izag., *Digitaria saltensis* Henrard, *Panicum adustum* Nees var. *phaeotrix* (Trin.) Hack., *Panicum phaeotrix* Trin.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay).  
Referencia: *A. G. Schulz* 3275 (COL).

*Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi var. *chacöensis* Parodi  
= ***Digitaria chacöensis* (Parodi) Henrard**

***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard**

Sinónimos: *Digitaria aequatoriensis* (Hitchc.) Henrard, *Panicum pittieri* Hack., *Trichachne pittieri* (Hack.) Hitchc., *Syntherisma aequatoriensis* Hitchc., *Valota pittieri* (Hack.) Chase.  
Distribución por país en Sudamérica: Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela.  
Estatus: nativa.  
Referencia: *S. Lægaard* 20410 (AAU, COL).

*Digitaria platycaulis* (Poir.) Desv.  
= ***Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.**

*Digitaria plebeia* Phil.  
= ***Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.**

***Digitaria purpurea* Swallen**

Sinónimos: *Digitaria dusenii* Chase ex Renvoize.  
Distribución por país en Sudamérica: Brasil.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).  
Referencia: *P. Dusén* 15670 (US).

***Digitaria queenslandica* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Citada para Brasil por do Canto Dorow (2010).  
Estatus: introducida-naturalizada.  
Referencia: do Canto Dorow (2010).

***Digitaria rangelii* Gir.-Cañas**

Distribución por país en Sudamérica: Colombia.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Colombia).  
Referencia: *C. Fuentes & J. Amaya* 764 (COL).

*Digitaria rhachitricha* Henrard  
= ***Digitaria fragilis* (Steud.) Luces**



***Digitaria sabulicola* Henrard**

Distribución por país en Sudamérica: Brasil.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).  
Referencia: Vega y Rúgolo de Agrasar (2003).

***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

Sinónimos: *Leptocoryphium penicilligerum* Speg., *Panicum insulare* (L.) G. Mey. var. *sacchariflorum* (Nees) Hack., *Panicum sacchariflorum* (Nees), Steud., *Trichachne penicilligera* (Speg.) Parodi, *Trichachne sacchariflora* Nees, *Valota penicilligera* (Speg.) Chase ex Parodi.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.  
Estatus: nativa.  
Referencia: *W. Archer* 623 (COL, US).

*Digitaria saltensis* Henrard  
= ***Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi**

***Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.**

Sinónimos: *Digitaria plebeia* Phil., *Panicum sanguinale* L.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Uruguay y Venezuela.  
Estatus: introducida-naturalizada.  
Referencia: *D. Giraldo-Cañas* 3973-A (COL).

***Digitaria sejuncta* (Hack. ex Pilg.) Henrard**

Sinónimos: *Panicum sejuncta* (Hack. ex Pilg.)  
Distribución por país en Sudamérica: Brasil.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil).  
Referencia: *H. S. Irwin et al.* 29522 (COL, NY).

[*Digitaria sellowii* (Müll. Hal.) Henrard]  
Sinónimos: *Trichachne sellowii* Müll. Hal.  
Nota: especie dudosa (no se ha resuelto su estatus) (véase Vega y Rúgolo de Agrasar 2003).

***Digitaria setigera* Roth**

Distribución por país en Sudamérica: Bolivia, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Perú

y Surinam; citada para Chile por Finot *et al.* (2015).  
Estatus: introducida-naturalizada.  
Referencia: *D. Giraldo-Cañas* 4597 (COL).

***Digitaria similis* Beetle ex Gould**

Sinónimos: *Digitaria affinis* Opiz ex Bercht., *Trichachne affinis* Swallen.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Perú y Venezuela; citada para Colombia por Rúgolo de Agrasar (1994), Vega y Rúgolo de Agrasar (2002, 2003, 2005, 2007) y Vega y Rúgolo (2012).  
Estatus: nativa.  
Referencia: *I. Caponio* 137 (COL, SI).

***Digitaria singularis* Mez**

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil y Paraguay.  
Estatus: Endémica de Sudamérica (Argentina, Brasil y Paraguay).  
Nota: quizás este binomio sea un sinónimo de ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**, pero se requieren más análisis de los materiales tipo.  
Referencia: *B. Balansa* 4368 (BAA).

***Digitaria swalleniana* Henrard**

Sinónimos: *Trichachne sericea* Swallen.  
Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Paraguay, Perú y Uruguay.  
Estatus: endémica de Sudamérica (Argentina, Brasil, Paraguay, Perú y Uruguay).  
Referencia: *J. R. Swallen* 9120 (US).

*Digitaria swazilandensis* Stent  
= ***Digitaria didactyla* Willd.**

*Digitaria tarapacana* Phil.  
= ***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler**

***Digitaria tenuis* (Nees) Henrard**

Sinónimos: *Trichachne tenuis* Nees.  
Distribución por país en Sudamérica: Brasil, Guyana y Venezuela.

Estatus: endémica de Sudamérica (Brasil, Guyana y Venezuela).

Referencia: *Martius s. nro.* (SI, US).

***Digitaria ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**

Sinónimos: *Cynodon ternatus* Hochst. ex A. Rich., *Paspalum ternatum* (Hochst. ex A. Rich.) Hook f., *Syntherisma ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Newbold.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Bolivia, Brasil y Venezuela.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *A. Cabrera et al. 32651* (COL, SI).

*Digitaria uniflora* Salzm. ex Steud.

= ***Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.**

*Digitaria velutina* (DC.) Hitchc.

= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

***Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv.**

Sinónimos: *Phalaris velutina* Forssk.

Distribución por país en Sudamérica: Colombia.

Estatus: introducida-naturalizada.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 5890* (COL, UPTC).

***Digitaria venezuelae* Henrad**

Sinónimos: *Digitaria clavitricha* R. W. Pohl, *Digitaria glabriculmis* Swalen.

Distribución por país en Sudamérica: Guayana Francesa, Surinam y Venezuela.

Estatus: nativa.

Referencia: *A. Fendler 1739* (US).

*Digitaria villiculmis* Henrard

= ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**

***Digitaria violascens* Link**

Sinónimos: *Digitaria fusca* (J. Presl) Merr., *Panicum violascens* (Link) Kunth, *Paspalum chinensis* Nees, *Paspalum fuscum* J. Presl, *Paspalum minutiflorum* Steud., *Syntherisma chinensis* (Nees) Hitchc., *Syntherisma helleri* Nash, *Syntherisma violascens* (Link) Nash.

Distribución por país en Sudamérica: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam y Venezuela; citada para Chile por Finot *et al.* (2015).

Estatus: nativa.

Referencia: *D. Giraldo-Cañas 3959* (COL).

*Leptocoryphium penicilligerum* Speg.

= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Milium filiforme* Lag.

= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

*Milium velutinum* DC.

= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

*Panicum abyssinicum* Hochst. ex A. Rich.

= ***Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**

*Panicum adscendens* Kunth

= ***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler**

*Panicum adustum* Nees var. *leianthum* Hack.

= ***Digitaria leiantha* (Hack.) Parodi**

*Panicum adustum* Nees var. *mattogrossense* Pilg.

= ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**

*Panicum adustum* Nees var. *phaeotrix* (Trin.) Hack.

= ***Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi**

*Panicum aequiglume* Hack. & Arechav

= ***Digitaria aequiglumis* (Hack. & Arechav.) Parodi**

*Panicum bicornis* (Lam.) Kunth

= ***Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.**

*Panicum californicum* Benth.

= ***Digitaria californica* (Benth.) Henrard**

*Panicum ciliare* Retz.

= ***Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler**

*Panicum connivens* Trin.

= ***Digitaria connivens* (Trin.) Henrard**

*Panicum corynotrichum* Hack.  
= ***Digitaria corynotricha* (Hack.) Henrard**

*Panicum curvinerve* Hack.  
= ***Digitaria curvinervis* (Hack.) Fernald**

*Panicum cuyabense* Trin.  
= ***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

*Panicum fiebrigii* Hack.  
= ***Digitaria fiebrigii* (Hack.) A. Camus**

*Panicum filiforme* L.  
= ***Digitaria filiformis* (L.) Koeler**

*Panicum gerdesii* Hack.  
= ***Digitaria gerdesii* (Hack.) Parodi**

*Panicum horizontale* (Willd.) G. Mey.  
= ***Digitaria horizontalis* Willd.**

*Panicum insulare* (L.) G. Mey.  
= ***Digitaria insularis* (L.) Fedde**

*Panicum insulare* (L.) G. Mey. var. *sacchariflorum*  
(Nees) Hack.  
= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Panicum ischaemum* Schreb.  
= ***Digitaria ischaemum* (Schreb.) Schreb. ex Muhl.**

*Panicum leucites* Trin.  
= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

*Panicum leucophaeum* Kunth  
= ***Digitaria insularis* (L.) Fedde**

*Panicum myriostachyum* Hack.  
= ***Digitaria myriostachya* (Hack.) Henrard**

*Panicum phaeotrix* Trin.  
= ***Digitaria phaeotrix* (Trin.) Parodi**

*Panicum pittieri* Hack  
= ***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard**

*Panicum recalvum* (Nees) Kunth  
= ***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

*Panicum sacchariflorum* (Nees), Steud.  
= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Panicum sanguinale* L.  
= ***Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.**

*Panicum sanguinale* L. var. *horizontale* (Willd.)  
Schweinf.  
= ***Digitaria horizontalis* Willd.**

*Panicum sejuncta* (Hack. ex Pilg.  
= ***Digitaria sejuncta* (Hack. ex Pilg.) Henrard**

*Panicum violascens* (Link) Kunth  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Paspalum bicorne* Lam.  
= ***Digitaria bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.**

*Paspalum chinensis* Nees  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Paspalum enode* Hack. ex Arechav.  
= ***Digitaria enodis* (Hack. ex Arechav.) Parodi**

*Paspalum fragile* Steud.  
= ***Digitaria fragilis* (Steud.) Luces**

*Paspalum fuscescens* J. Presl  
= ***Digitaria fuscescens* (J. Presl) Henrard**

*Paspalum fuscum* J. Presl  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Paspalum lanuginosum* Nees  
= ***Digitaria lanuginosa* (Nees) Henrard**

*Paspalum longiflorum* Retz.  
= ***Digitaria longiflora* (Retz.) Pers.**

*Paspalum minutiflorum* Steud.  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Paspalum ternatum* (Hochst. ex A. Rich.) Hook f.  
= ***Digitaria ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**

*Paspalum velutinum* (DC.) Kunth  
= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

*Phalaris velutina* Forssk.  
= ***Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv.**

*Reimaria laxa* Rchb.  
= ***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

*Syntherisma abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.)  
Newbold  
= ***Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**

*Syntherisma aequatoriensis* Hitchc.  
= ***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard**

*Syntherisma argillacea* Hitchc. & Chase  
= ***Digitaria argillacea* (Hitchc. & Chase) Fernald**

*Syntherisma chinensis* (Nees) Hitchc.  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Syntherisma curvinervis* (Hack.) Hitchc. & Chase  
= ***Digitaria curvinervis* (Hack.) Fernald**

*Syntherisma cuyabensis* (Trin.) Hitchc.  
= ***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

*Syntherisma fiebrigii* (Hack.) Chase  
= ***Digitaria fiebrigii* (Hack.) A. Camus**

*Syntherisma helleri* Nash  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Syntherisma malacophylla* Hitchc.  
= ***Digitaria cuyabensis* (Trin.) Parodi**

*Syntherisma ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Newbold  
= ***Digitaria ternata* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf**

*Syntherisma velutina* (DC.) Chase subsp. *glabella*  
Chase  
= ***Digitaria leucites* (Trin.) Henrard**

*Syntherisma violascens* (Link) Nash  
= ***Digitaria violascens* Link**

*Trichachne affinis* Swallen  
= ***Digitaria similis* Beetle ex Gould**

*Trichachne californica* (Benth.) Chase  
= ***Digitaria californica* (Benth.) Henrard**

*Trichachne insularis* (L.) Nees  
= ***Digitaria insularis* (L.) Fedde**

*Trichachne laxa* (Rchb.) Hitchc.  
= ***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

*Trichachne penicilligera* (Speg.) Parodi  
= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Trichachne pittieri* (Hack.) Hitchc.  
= ***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard**

*Trichachne recalva* Nees  
= ***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

*Trichachne sacchariflora* Nees  
= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Trichachne sellowii* Müll. Hal.  
= ***Digitaria sellowii* (Müll. Hal.) Henrard**

*Trichachne sericea* Swallen  
= ***Digitaria swalleniana* Henrard**

*Trichachne tenuis* Nees  
= ***Digitaria tenuis* (Nees) Henrard**

*Valota insularis* (L.) Chase  
= ***Digitaria insularis* (L.) Fedde**

*Valota laxa* (Rchb.) Hitchc. & Chase  
= ***Digitaria laxa* (Rchb.) Parodi**

*Valota penicilligera* (Speg.) Chase ex Parodi  
= ***Digitaria sacchariflora* (Nees) Henrard**

*Valota pittieri* (Hack.) Chase  
= ***Digitaria pittieri* (Hack.) Henrard**

**Tabla 2.** Riqueza de especies del género *Digitaria* Haller por país en Sudamérica [65 especies, de las cuales 53 son nativas (de estas, 34 son endémicas de Sudamérica) y 12 son introducidas-naturalizadas].

País	Número total de especies/número de especies endémicas (fuente)	Número actual de especies/número de especies endémicas (este estudio)
Argentina	26/1 (Vega y Rúgolo 2012)	26/1
Bolivia	22/1 (Vega y Rúgolo de Agrasar 2002)	24/1
Brasil	39/9 (do Canto Dorow 2010)	48/12
Chile	4/0 (Marticorena y Quezada 1985)	7/0
Colombia	27/3 (Giraldo-Cañas 2013b)	27/2
Ecuador	14/0 (Renvoize <i>et al.</i> 2006)	14/0
Guayana Francesa	10/0 (Funck <i>et al.</i> 2007)	11/0
Guyana	13/0 (Funck <i>et al.</i> 2007)	15/0
Paraguay	27/1 (Rúgolo de Agrasar 1994)	28/0
Perú	18/0 (Giraldo-Cañas 2013a)	18/0
Surinam	12/0 (Funck <i>et al.</i> 2007)	13/0
Uruguay	13/2 (Rosengurt <i>et al.</i> 1970)	11/0
Venezuela	27/1 (Zuloaga <i>et al.</i> 2008, Vega y Rúgolo de Agrasar 2005)	29/1

## Conclusiones

Con este nuevo hallazgo y otros recientes (Giraldo-Cañas 2003, 2004, 2005, 2010, 2011, 2013a, 2013b, Vega y Rúgolo de Agrasar 2002, 2005, do Canto Dorow, 2010), el género *Digitaria* queda representado en Sudamérica por 65 especies, de las cuales 53 son nativas (34 endémicas) y 12 son introducidas-naturalizadas. Brasil presenta la mayor riqueza con 48 especies (12 endémicas) (esta cifra actualiza el número de especies, dado que recientemente sólo se habían considerado 39 especies para este país, Tabla 2), seguido por Venezuela (29/1), Paraguay (28/0), Colombia (27/2), Argentina (26/1) y Bolivia (24/1) (Tabla 2).

El nuevo registro aquí considerado permite ampliar el área de distribución geográfica de la especie citada y asimismo, eleva el número de las gramíneas conocidas para Sudamérica. La novedad aquí tratada se suma a otras recientemente documentadas para Colombia (Giraldo-Cañas y Mayorga 2001, Renvoize *et al.* 2006, Giraldo-Cañas 2011, 2012,

2013a, 2013b, 2015a, 2015b, y datos inéditos), sobre la base de exploraciones realizadas en las áreas secas montañosas de la región andina colombiana, novedades que contemplan variados representantes de las familias Asparagaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae, Polypodiaceae y Primulaceae. Con la nueva información aquí documentada, se contribuye al conocimiento de las Poaceae de Colombia y Sudamérica.

## Agradecimientos

Al Instituto de Ciencias Naturales y a la Universidad Nacional de Colombia por todas las facilidades brindadas para la preparación de este trabajo. A Juan Camilo Ospina González (SI) por el obsequio de valiosa bibliografía y material vegetal. A los evaluadores por sus valiosos comentarios y acertadas sugerencias. Al Comité Editorial por su permanente apoyo y valiosa colaboración. A Marcela Morales (COL) por la elaboración de la ilustración.

Este artículo es una contribución derivada de los proyectos “Estudios morfológicos, anatómicos y taxonómicos en gramíneas neotropicales (Fase II)” y “Estudios florísticos en comunidades xerófilas de la cordillera Oriental andina (Boyacá, Colombia)”, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá D. C.

## Bibliografía

- Barbosa Castillo, C. E. 1992. Contribución al conocimiento de la flórmula del parque nacional natural El Tuparro. Serie Biblioteca Andrés Posada Arango, libro 3: 1–271. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente Inderena, Bogotá D. C.
- Black, G. A. 1963. Grasses of the genus *Axonopus* (a taxonomic treatment). *Advancing Frontiers of Plant Sciences* 5: 1–186.
- Brako, L. y J. L. Zarucchi. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 45: 1–1286.
- Clayton, W. D. y S. A. Renvoize. 1999. Genera Graminum: Grasses of the World. Kew Bulletin, Additional series 13: 1–389. Royal Botanic Gardens, Kew, 3<sup>era</sup> edición.
- Crisci, J. 1994. La especie: realidad y conceptos. En: Llorente Bousquets, J. e I. Luna (Compiladores). Pp: 53–64. *Taxonomía biológica*. Universidad Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México D. F.
- do Canto Dorow, T. S. 2010. *Digitaria* Haller. Pp: 1479–1481. En: Campostrini Forzza R. and P. Leitman (Coordinadoras). Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil 2. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Duvall, M., J. Noll y A. Minn. 2001. Phylogenetics of Paniceae (Poaceae). *American Journal of Botany* 88: 1988–1992.
- Escobar, E., J. Belalcázar y G. Rippstein. 1993. Clave de las principales plantas de sabana de la altillanura de los llanos Orientales en Carimagua, Meta, Colombia. CIAT–Universidad Nacional de Colombia, Cali, 95 pp.
- Finot, V. L., C. Marticorena, A. Marticorena, G. Rojas y J. A. Barrera. 2015. Grasses (Poaceae) of Easter Island – Native and introduced species diversity. En: Lo, Y-H.J., A. Blanco y S. Roy (Eds.). *Biodiversity in ecosystems - Linking structure and function*: 383–406. INTECH, <http://dx.doi.org/10.5772/59154>.
- Funk, V., T. Hollowell, P. Berry, C. Kelloff y S. N. Alexander. 2007. Checklist of the plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). *Contributions from the United States National Herbarium* 55: 1–584.
- Giraldo-Cañas, D. 2002. Estudios micromorfológicos y anatómicos en el género neotropical *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): II. Antecio superior. *Caldasia* 24: 293–316.
- Giraldo-Cañas, D. 2003. Novedades taxonómicas y corológicas en la tribu Paniceae (Poaceae: Panicoideae) para Colombia: *Digitaria* y *Panicum*. *Caldasia* 25: 209–227.
- Giraldo-Cañas, D. 2004. Características micromorfológicas y anatómicas de la espiguilla y el antecio superior del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Caldasia* 26: 1–35.
- Giraldo-Cañas, D. 2005. Las especies colombianas del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Caldasia* 27: 25–87.
- Giraldo-Cañas, D. 2010. Una nueva especie de *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) de Colombia. *Caldasia* 32: 301–309.
- Giraldo-Cañas, D. 2011. Nuevos registros para la flora de Colombia: Eriocaulaceae, Poaceae y Xyridaceae. *Revista BioEtnia* 8: 131–137.
- Giraldo-Cañas, D. 2012. Primer registro de *Chrysopogon aciculatus* (Poaceae: Panicoideae: Andropogoneae) en Sudamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 36: 5–14.
- Giraldo-Cañas, D. 2013a. Novedades agrostológicas para Colombia y Perú: *Axonopus* y *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae). *Caldasia* 35: 299–309.
- Giraldo-Cañas, D. 2013b. Las gramíneas en Colombia: Riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Biblioteca José Jerónimo Triana 26: 1–380. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- Giraldo-Cañas, D. 2014. Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 38: 130–176.
- Giraldo-Cañas, D. 2015a. Novedades taxonómicas y corológicas en *Echeandia* (Asparagaceae). *Caldasia* 37: 61–71.
- Giraldo-Cañas, D. 2015b. Novedades corológicas para las floras de Colombia y Ecuador: *Andropogon* y *Eleusine* (Poaceae). *Ciencia en Desarrollo* 6: 113–118.
- Giraldo-Cañas, D. y C. Mayorga. 2001. Nuevos registros de gramíneas (Poaceae) para la flora de Colombia. *Hickenia* 3 (28): 99–103.
- Giraldo-Cañas, D., P. M. Peterson y I. Sánchez Vega. 2012. The genus *Eragrostis* (Poaceae: Chloridoideae) in

- northwestern South America (Colombia, Ecuador, and Perú): Morphological and taxonomic studies. *Biblioteca José Jerónimo Triana* 24: 1-195. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.
- Giussani, L. M., J. H. Cota-Sánchez, F. O. Zuloaga y E. A. Kellogg. 2001. A molecular phylogeny of the grass subfamily Panicoideae (Poaceae) shows multiple origins of C<sub>4</sub> photosynthesis. *American Journal of Botany* 88: 1993-2012.
- Häfliger, E. y H. Scholz. 1980. Grass weeds 1. Weeds of the subfamily Panicoideae. CIBA-GEIGY Ltd., Basle, 142 pp.
- Henrard, J. T. 1950. Monograph of the genus *Digitaria*. Universitaire Pers Leiden, Leiden, 999 pp.
- Kellogg, E. A. 2015. Poaceae. *En: Kubitzki, K. (Ed.). The families and genera of vascular plants XIII: 1-416.* Springer, Dordrecht.
- Killeen, T. J. 1990. The grasses of Chiquitania, Santa Cruz, Bolivia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77: 125-201.
- Lucas de Febres, Z. 1963. Las gramíneas del Distrito Federal. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría, Instituto Botánico. Caracas, 234 pp.
- Martcorena, C. y M. Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana, Botánica* 42: 1-157.
- Morrone, O., L. Aagese, M. A. Scataglini, D. L. Salariato, S. S. Denham, M. A. Chemisquy, S. M. Sede, L. M. Giussani, E. A. Kellogg y F. O. Zuloaga. 2012. Phylogeny of the Paniceae (Poaceae: Panicoideae): integrating plastid DNA sequences and morphology into a new classification. *Cladistics* 28: 333-356.
- Nicora, E. G. y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 1987. Los géneros de gramíneas de América austral. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 611 pp.
- Pohl, R. W. 1980. Family 15. Gramineae. Flora Costaricensis. *Fieldiana, Botany (New Series)* 4: 1-608.
- Pohl, R. W. y G. Davidse. 1994. *Digitaria* Haller. *Flora Mesoamericana* 6: 365-371.
- Poilecot, P. 1995. Les Poaceae de Côte-d'Ivoire. *Boissiera* 50: 1-734.
- Poilecot, P. 1999. Les Poaceae du Niger. *Boissiera* 56: 1-766.
- Renvoize, S. A. 1984. The Grasses of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew. 301 pp.
- Renvoize, S. A., A. S. Vega y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2006. Gramineae (part 3). Subfam. Panicoideae. *Flora of Ecuador* 78: 1-218.
- Rosengurtt, B., B. Arrillaga de Maffei y P. Izaguirre de Artucio. 1970. Gramíneas uruguayas. Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, Montevideo, 491 pp.
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. 1974. Las especies del género *Digitaria* (Gramineae) de la Argentina. *Darwiniana* 19: 65-166.
- Rúgolo de Agrasar, Z. E. 1994. *Digitaria*. *En: Spichiger, R. y L. Ramella (Eds.), Gramineae V, Panicoideae Paniceae, Flora del Paraguay* 23: 75-139, Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden, Ginebra.
- Sánchez-Ken, J. G. 2012. A synopsis of *Digitaria* (Paniceae, Panicoideae, Poaceae) in Mexico, including the new species *Digitaria michoacanensis*. *Acta Botánica Mexicana* 101: 127-149.
- Thiers, B. 2016. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih> (consultado el 15 de agosto de 2016).
- Tovar, O. 1993. Las gramíneas (Poaceae) del Perú. *Ruizia* 13: 1-480.
- Uribe Meléndez, J. 2008. Monografía de *Frullania* subgénero *Meteoriopsis* (Frullaniaceae, Marchantiophyta). *Caldasia* 30: 49-94.
- Vega, A. S. y Z. E. Rúgolo. 2012. *Digitaria* Haller. *En: Zuloaga, F. O., Z. E. Rúgolo y A. M. Anton (Eds.). Flora Argentina. Flora Vascular de la República Argentina, Volumen 3 - Tomo 1: 287-308, Monocotyledoneae-Poaceae: Aristidoideae a Pharioideae.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA - IMBIV CONICET - Instituto de Botánica Darwinion IBODA, Córdoba (Argentina).
- Vega, A. S. y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2002. Novedades taxonómicas y sinopsis del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) en Bolivia. *Darwiniana* 40: 171-190.
- Vega, A. S. y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2003. *Digitaria*. *En: Zuloaga, F. O., O. Morrone, G. Davidse, T. Filgueiras, P. M. Peterson, R. Soreng y E. Judziewicz (Eds.). Catalogue of New World grasses (Poaceae): III. Subfamilies Panicoideae, Aristoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae. Contributions from the United States National Herbarium* 46: 193-213.
- Vega, A. S. y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2005. Novedades taxonómicas y sinopsis del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) en Colombia y Venezuela. *Darwiniana* 43: 232-267.
- Vega, A. S. y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2007. Novedades taxonómicas y sinopsis del género *Digitaria* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) en América Central. *Darwiniana* 45: 92-119.
- Vega, A. S., G. H. Rua, L. T. Fabbri y Z. E. Rúgolo de Agrasar. 2009. A morphology-based cladistic analysis of

- Digitaria* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Systematic Botany* 34: 312–323.
- Watson, L. y M. J. Dallwitz. 1992 (onwards). The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. Versión: 18 de diciembre de 2012. <http://delta-intkey.com>
- Webster, R. D. 1983. A revision of the genus *Digitaria* Haller (Paniceae: Poaceae) in Australia. *Brunonia* 6: 131–216.
- Webster, R. D. y S. L. Hatch. 1983. Variation in the morphology of the lower lemma in the *Digitaria sanguinalis* Complex (Poaceae). *Iselya* 2: 3–13.
- Zuloaga, F. O., O. Morrone, S. Nozawa y M. Ramia. 2008. *Digitaria* Haller. En: Hokche, O., P. E. Berry y O. Huber (Eds.). Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*: 794–795.

Diego Giraldo-Cañas  
 Universidad Nacional de Colombia,  
 Herbario Nacional Colombiano COL,  
 Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias  
 Bogotá D. C., Colombia.  
[dagiraldoc@unal.edu.co](mailto:dagiraldoc@unal.edu.co)

Estudios morfológicos y taxonómicos en *Digitaria* Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): inventario y primer registro de *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. para Sudamérica

**Citación del artículo:** Giraldo-Cañas, D. 2016. Estudios morfológicos y taxonómicos en *Digitaria* Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): inventario y primer registro de *Digitaria velutina* (Forssk.) P. Beauv. para Sudamérica. *Biota Colombiana* 17 (2): 19-38. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a03

Recibido: 06 de septiembre de 2016  
 Aprobado: 19 de noviembre de 2016



---

# Nuevos registros de Heteroptera (Hemiptera) acuáticos y semiacuáticos de Colombia

New records of aquatic and semi-aquatic Heteroptera (Hemiptera) from Colombia

Dora N. Padilla-Gil

---

## Resumen

Se incluyen 16 especies de chinches acuáticas y semiacuáticas, pertenecientes a diez géneros y siete familias. Se amplía la distribución conocida para 12 especies y se registran por primera vez para Colombia tres especies: *Ovatametra fusca* Kenaga, 1942; *O. gualeguay* Bachmann, 1966 y *Pseudosaldula saxicola* Schuh y Polhemus, 2009, para cada una de las cuales se presenta diagnosis e ilustración. Para todas las especies se elaboraron mapas de distribución geográfica.

**Palabras clave.** Gerromorpha. Insectos acuáticos. Leptopodomorpha. Neotrópico. Nepomorpha.

## Abstract

New records of sixteen species of water bugs are reported, belonging to 10 genera and seven families. Expansions of the geographical distribution are presented for 12 species and three species are recorded for the first time from Colombia: *Ovatametra fusca* Kenaga, 1942; *Ovatametra gualeguay* Bachmann, 1966 and *Pseudosaldula saxicola* Schuh and Polhemus, 2009, a diagnose and illustrations are included for each one of these species. Maps show the geographical distribution of all species.

**Key words.** Aquatic insects. Gerromorpha. Leptopodomorpha. Neotropics. Nepomorpha.

## Introducción

Los heterópteros acuáticos y semiacuáticos son diversos en Sudamérica y están representados por los infraórdenes Gerromorpha, Nepomorpha y Leptopodomorpha (Heckman 2011). Habitan en cuerpos de agua lénticos o lóticos, dulceacuícolas o con diferentes grados de salinidad asociados a estuarios, esteros, manglares y orilla de las costas (Padilla-Gil 2012, 2014a). Gerromorpha y Leptopodomorpha se encuentran en la vegetación marginal de los cuerpos de agua y los primeros también en la película superficial del agua o en plantas acuáticas.

Los gerromorfos están ampliamente estudiados en Colombia, principalmente en las regiones Andina y del Pacífico (Morales y Molano 2009, Padilla-Gil y Pacheco 2012; Padilla-Gil 2013a, b, c, 2015, 2016, Padilla-Gil y García 2013, Padilla-Gil y Moreira 2013a, b). Por otra parte, las regiones Caribe, Orinoquia y Amazonia son poco estudiadas, a pesar de que Padilla-Gil (2014b) registró algunas especies del piedemonte de la Amazonia.

Con base en material colectado por el autor, se registran para Colombia 16 especies de 10 géneros pertenecientes a siete familias; se amplía la distribución geográfica y altitudinal de 13 especies y se presentan tres especies como nuevos registros para Colombia (Figura 1).

## Material y métodos

El material examinado se depositó en la Colección de Entomología de la Universidad de Nariño, Pasto (PSO-CZ) y en la Colección de Entomología del Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá (ICN). La identificación de los especímenes se basó principalmente en las publicaciones de: Truxal (1953), Polhemus (1997), Aristizábal (2002), Schuh y Polhemus (2009), Padilla-Gil (2013a, b). Para la distribución geográfica en Colombia y América fue revisada la base de datos ([sites.google.com/site/distributionaldatabase](http://sites.google.com/site/distributionaldatabase)) y otras referencias que aparecen en los comentarios por especie.

Se listan las especies según el infraorden, detallando para cada una, en la sección de comentarios, aspectos relevantes sobre su distribución geográfica, acompañada de los respectivos mapas. Todas las medidas son presentadas en milímetros. Para los morfotipos de las especies polimórficas se utilizaron las abreviaturas: “apt” para ápteros y “macr” para macrópteros.

## Resultados y discusión

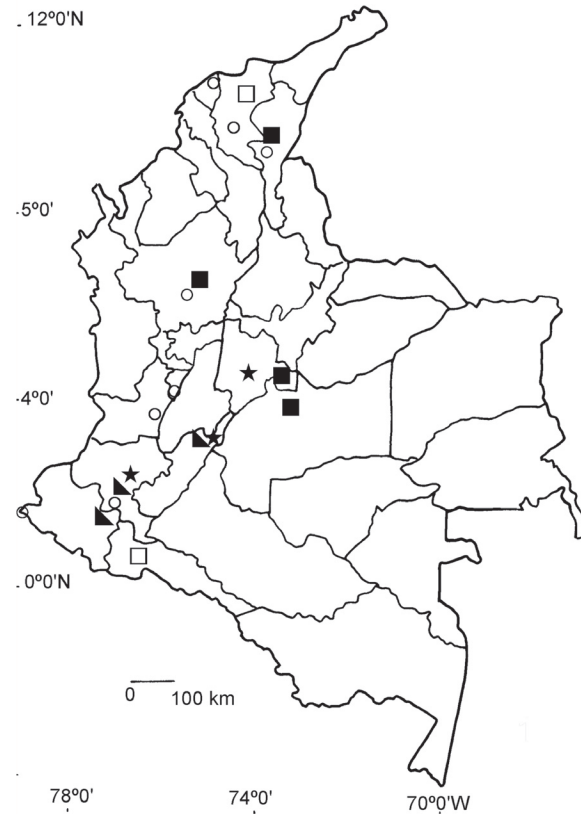
### Nepomorpha

#### Notonectidae

##### *Buenoa pallipes* (Fabricius, 1803)

Ampliación de la distribución geográfica: **Huila**, Villavieja. Desierto de la Tatacoa. 04°35'56" N -74°4'51"O. 387 m s.n.m., 16.V.2009, 3♂, 1♀, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Todos los especímenes colectados corresponden a los de la forma oscura. Registros previos para Colombia: Cundinamarca y Valle del Cauca (Figura 1) (Truxal 1953, Padilla-Gil 2002).



**Figura 1.** Distribución de las especies en Colombia. Estrella: *Buenoa pallipes*; cuadrado negro: *Tenagobia socialis*; cuadrado blanco: *Rheumatobates minutus*; círculo blanco: *Hydrometra caraiba* y triángulo: *Microvelia fanera*.

### Corixidae

##### *Tenagobia socialis* (White, 1879)

Ampliación de la distribución geográfica: **Cundinamarca**, Medina, río Humea. 04°31'28" N -73°31'33"O. 1457 m s.n.m., 19.X.1989, 2♀, 1♂; río Gazamumo. 04°25'00" N -73°17'59"O, 18.X.1989. 2♀, 4♂. Todos D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia: Amazonas, Antioquia, Cesar, Meta, Santander y Tolima (Figura 1) (Nieser 1977, Padilla-Gil 2013c).

### Gerromorpha

#### Gerridae

##### *Ovatametra fusca* Kenaga, 1942

**Nuevo registro:** **Cesar**, Chimichagua, Ciénaga de Zapatosa. 09°6'21,9" N -73°50'18,9"O, 34 m s.n.m.,

23.X.2006, 1 ♂ apt, I. Morales, leg. (ICN-00697). **Córdoba**, Pueblo Nuevo, 08°30'18"N -75°30'27"O, corregimiento El Porro, 52 m s.n.m., 15.VII.2006, 2 ♀ apt, I. Morales, leg. (ICN-00690).

**Diagnosis.** Largo del cuerpo 2,6 mm. Mesonoto con manchas en forma de triángulo en la parte anterolateral y posterolateral y en el centro del margen posterior con una mancha triangular (Figura 2).

**Comentarios.** Primer registro para Colombia (Figura 3), se distribuye en Brasil y Guyana (Kenaga 1942, Moreira *et al.* 2011a).

***Ovatametra gualeguay* Bachmann, 1966**

**Nuevo registro:** Córdoba, Pueblo Nuevo, corregimiento El Porro, ciénaga El Porro, 08°24'N -75°22'O. 52 m s.n.m., 15.VII.2006, 2 ♀ apt, I. Morales, leg. (ICN-He 00690). **Cesar**, corregimiento El Paso, ciénaga Mata de Palma. 09°39'38" N -73°44'49"O, 35 m s.n.m., 4.IV.2007, 1 ♀ apt, I. Morales, leg. (ICN-He 00754).



**Figura 2.** *Ovatametra fusca*, hábitus dorsal del macho.

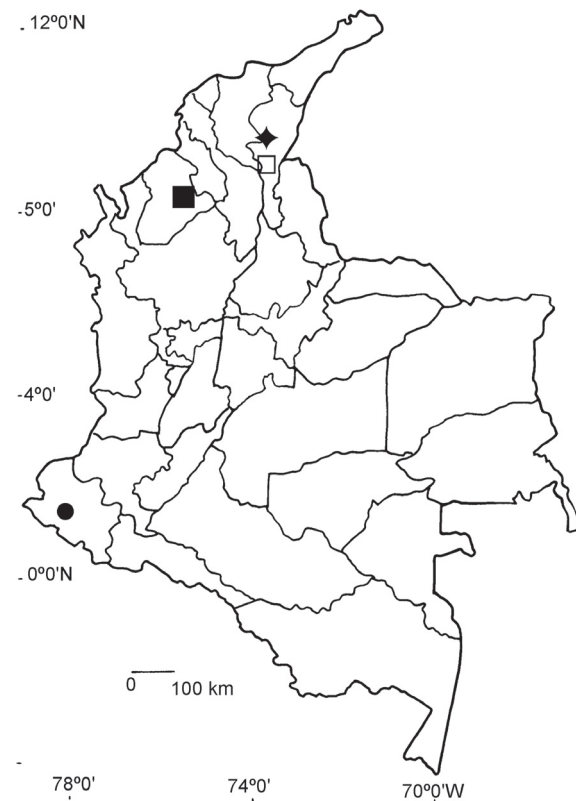
**Diagnosis.** Largo del cuerpo 3 mm. Mesonoto con una franja negra, ancha en la línea media dorsal y dos franjas anchas, negras dorso-laterales con margenes irregulares; además en la mesopleura hay otras dos franjas negras, delgadas. Las franjas no se fusionan en el margen posterior (Figura 4).

**Comentarios.** Primer registro para Colombia (Figura 3), se distribuye en Brasil y Argentina (Bachmann 1966, Moreira *et al.* 2011b).

La hembra (ICN-He 00754) fue determinada erróneamente por Morales y Castro (2010) como *Telmatometroides rozeboomi* (Drake y Harris, 1937).

***Trepobates taylori* (Kirkaldy, 1899)**

Ampliación de la distribución geográfica: **Cauca**, El Patía, Galindez, sitio conocido como “los dos ríos”,



**Figura 3.** Distribución de las especies con nuevos registros en Colombia. cuadrado negro y cuadrado blanco: *Ovatametra fusca*; cuadrado negro y rombo: *Ovatametra gualeguay* y círculo: *Pseudosaldula saxicola*.

01°56' N -77°09' O, 600 m s.n.m., 30.V.2008, 12 ♂ apt, 11 ♀ apt, O. Arcos, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca (Figura 5) (Manzano *et al.* 1995, Aristizábal 2002, Rojas *et al.* 2006, Posso y González 2008, Morales y Castro 2010, Padilla-Gil 2012, Mondragón-Fonseca y Morales 2013).

***Rheumatobates crassifemur crassifemur* Esaki, 1926**

Ampliación de la distribución geográfica: **Putumayo**, Puerto Asís, cerca del río Putumayo, 00°28'55,3" N

-76°30'44,8" W, 180 m s.n.m., 9.XI.2015, 5 ♂ apt, 3 ♀ apt, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia, Bolívar, Caquetá, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Quindío, Santander, Tolima y Valle del Cauca (Figura 5), (Aristizábal 2002, Morales y Molano 2008, Castro y Morales 2011).

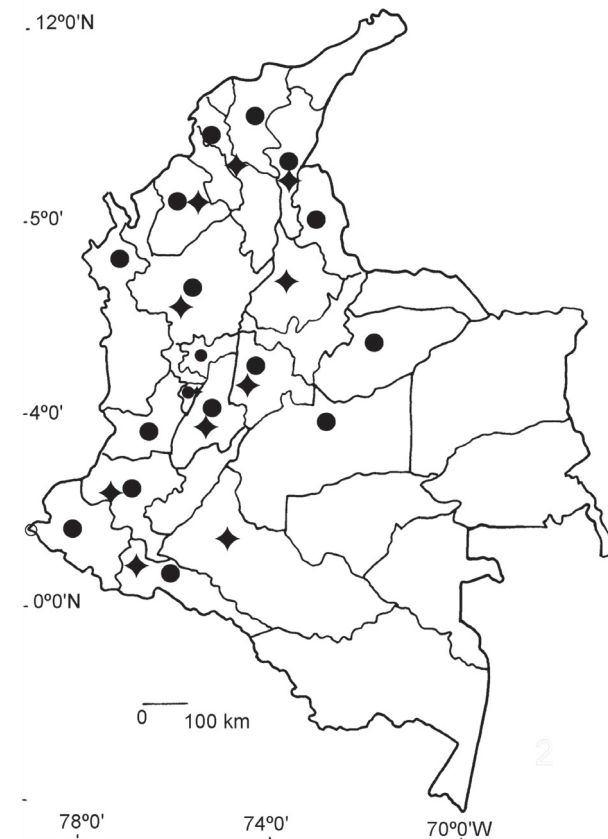
***Rheumatobates minutus* Hungerford, 1936**

Ampliación de la distribución geográfica: **Putumayo**, Puerto Umbría, río Guíneo, 00°51'33,5" N -76°34'53,1" O, 250 m s.n.m., 11. XI. 2015, 1 ♂ apt, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registro previo para Colombia en Magdalena (Figura 1) (Molano *et al.* 2005, Castro y Morales 2011).



**Figura 4.** *Ovatametra gualaguay*, hábitus, vista dorso-lateral de la hembra.



**Figura 5.** Distribución de las especies en Colombia. Círculo negro: *Trepobates taylori*; rombo: *Rheumatobates crassifemur crassifemur*.

**Hydrometridae*****Hydrometra caraiba* Guérin-Méneville, 1856**

Ampliación de la distribución geográfica: **Cauca**, El Patía, Las Tallas, UPIS-Tallas, 02°13'N - 77°08' O. 600 m s.n.m., 26.XII.2000, 3♀ macr, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia, Atlántico, Cesar, Magdalena, Nariño, Quindío y Valle del Cauca (Figura 1), (Padilla-Gil 2013b).

**Veliidae*****Microvelia fanera* (Padilla-Gil, 2013)**

Ampliación de la distribución geográfica: **Huila**, Villavieja, desierto de la Tatacoa. 04°35'56" N -74°4'51" O. 387 m s.n.m., 16.V.2009, 1♂. D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos en Cauca, Nariño y Huila (Figura 1), Padilla-Gil (2013a) la incluyó en estos departamentos con rango altitudinal entre 1450 y 1729 m s.n.m., se amplía este intervalo, ahora de 387 a 1729 m s.n.m.

***Rhagovelia cali* Polhemus 1997**

Ampliación de la distribución geográfica: **Nariño**. Buesaco, km 32, Vereda Pajajoy, 01°12'47" N -77°16'15,7"O, 1970 m s.n.m., 4.XI.2009, 19♂ apt, 35♀ apt, D. N. Padilla, leg. **Nariño**. Génova, Q. El Bohío, 01°32'05" N -77°0,2'3,4"O, 1729 m s.n.m., 16.IV.2013, 16♂ apt, 1♂ macr, 15♀ apt, D. N. Padilla, leg. **Nariño**. San Bernardo, 01°31'16" N -77°1'51"O, Vda La Vega, 16. IV.2013, 1♂ apt, 1♀ apt, D. Pantoja, leg. **Nariño**. La Florida km 65, La Floresta. 10°17'29,7" N -77°24'9,6" O, 2200 m s.n.m., 24.VI.2014, 8♂ apt, 5♀ apt, 1♂ macr, 1♀ macr, O. Arcos. **Nariño**. Piedrancha, Q. El Matadero, 01°8'20" N -77°51'43"O, 1800 m s.n.m., 2.XII.2009, 1♂ apt, 2♀ apt, 1♂ macr, D. N. Padilla, leg; la misma localidad y colector, 27.IV.2010, 2♂ apt, 2♀ apt. **Nariño**. Ricaurte, San Isidro, 01°12'24" N -77°59'11"O, 2.XII.2009, 7♂ apt, 1♀ apt, 1♀ macr. 4♂ macr, D.N. Padilla, leg.; el mismo

municipio, Curcuel, 01°11'17,3" N -77°54'49,2"O, 1450 m s.n.m., 23.XI.2011, 1♂ apt, D. N. Padilla, leg. **Nariño**. Barbacoas, Altaquer, Reserva Natural Río Ñambi, 01°28'20" N -77°35'10"O, 1394 m s.n.m., 8.X.2008, 7♂ apt, 1♀ apt, 1♂ macr, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia, Quindío y Valle del Cauca (Figura 6), (Polhemus 1997 Morales y Molano 2008). La distribución de *R. cali* en Ecuador y en Colombia está asociada con los Andes del occidente.

***Rhagovelia manzanoi* Polhemus, 1997**

Ampliación de la distribución geográfica: **Nariño**. Ricaurte, San Isidro, 01°12'24" N -77°59'11"O, 27.IV.2008, 1♂ apt, 1♀ apt, O. Arcos, leg. **Nariño**. Piedrancha, 01°8'20" N -77°51'43"O, 27.IV.2008, 4♂ apt, 1♀ apt, O. Arcos, leg. **Nariño**. Barbacoas, Altaquer, Carrizal, 01°15'19" N -78°6'16"O, 26.IV.2008, 1♀ apt, O. Arcos, leg.

**Comentarios.** Registro previo en Valle del Cauca (Polhemus 1997), Figura 6.

***Rhagovelia femoralis* Champion 1898**

Ampliación de la distribución geográfica: **Nariño**. Tumaco, Llorente, La Batea, 01°24'8,3" N -78°31'3,4"O, 150 m s.n.m., 4.XI.2009, 19♂ apt, 35♀ apt, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registro previo para Colombia en Valle del Cauca (Figura 6). Esta especie se distribuye desde Costa Rica, Panamá hasta Colombia (Padilla-Gil y Moreira 2013a).

***Rhagovelia zeteki* Drake 1953**

Ampliación de la distribución geográfica: **Nariño**. Tumaco, La Espriella, Candelillas, Copalmaco, 01°28'34" N -78°41'29"O, 150 a 250 m s.n.m., 4.XI.2009, 1♂ apt, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Valle del Cauca y Santander (Figura 6), (Polhemus 1997, Padilla-Gil 2011). Esta especie se distribuye en

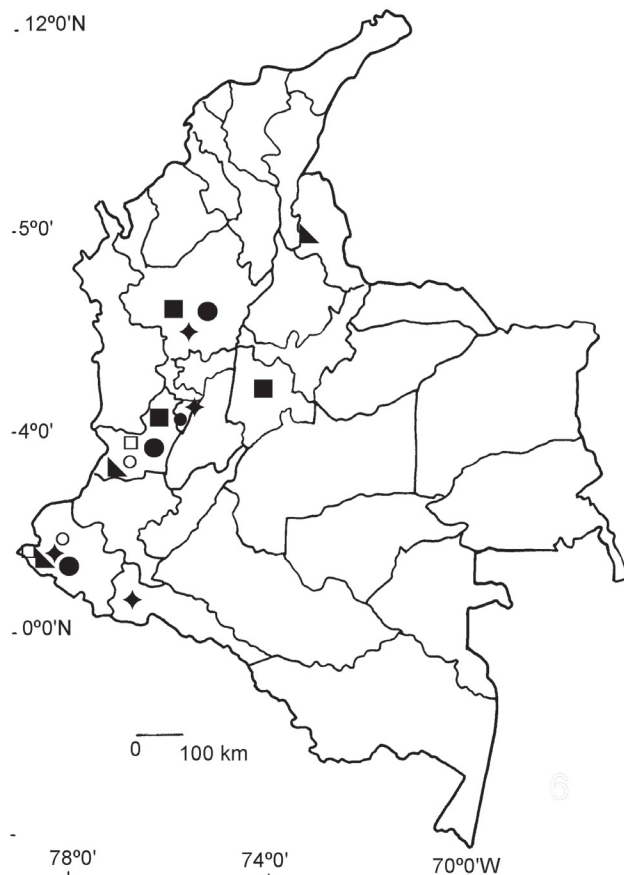
Panamá y Colombia (Padilla-Gil y Moreira 2013a).  
Nuevo intervalo altitudinal 40-250 m s.n.m.

### Mesoveliidae

#### *Mesoveloidea williamsi* Hungerford, 1929

Ampliación de la distribución geográfica: **Putumayo**, Puerto Umbría, río Putumayo, 00°50'25,7" N -76°39'6,9" O, 220 m s.n.m., 11.XI.2015, 1 ♀ macr, D. N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia, Quindío y Nariño (Figura 6), (Álvarez y Roldán 1983, Morales y Molano 2008, Padilla-Gil 2013c).



**Figura 6.** Distribución de las especies en Colombia. Círculo negro: *Rhagovelia cali*; círculo blanco: *Rhagovelia manzanoi*; cuadrado blanco: *Rhagovelia femoralis*; triángulo: *Rhagovelia zeteki*; cuadrado negro: *Pseudosaldula antioquia* y rombo: *Mesoveloidea williamsi*.

### Leptopodomorpha

#### Saldidae

#### *Pseudosaldula antioquia* Schuh y Polhemus, 2009

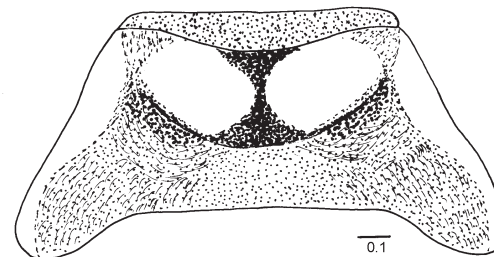
Ampliación de la distribución geográfica: **Cundinamarca**, Tausa, Vereda San Antonio, 05°12'55" N -74°0'38"O, 2950 m s.n.m. 15.XI.2010. 1 ♀, D.N. Padilla, leg.

**Comentarios.** Registros previos para Colombia en Antioquia y Valle del Cauca (Figura 6). Esta especie se distribuye desde el Centro-Oeste de los Andes desde Colombia a Ecuador; en Colombia con intervalo altitudinal entre 1550 y 2230 (Schuh y Polhemus 2009). Se amplía el intervalo altitudinal entre 1500 y 2950 m s.n.m.

#### *Pseudosaldula saxicola* Schuh y Polhemus, 2009

**Nuevo registro:** **Nariño**, Ricaurte, vía a PIALAPI, resguardo indígena Awá, 01°08'12" N -08°02'03" O, 1300-1800 m s.n.m., 4.XI.1995, 2 ♀, 1 ♂, D. N. Padilla, leg. **Nariño**, Tangua, Peñas Blancas, 03°19' N -77°24' O, 2960 m s.n.m., 16.XI.2009, 1 ♀, D. N. Padilla, leg. **Nariño**, Buesaco, Villamoreno, vereda La Esperanza, 01°19'39" N -77°12'11"O, 2640 m s.n.m., 12.X.2009, 1 ♂, D. N. Padilla, leg.

**Diagnosis.** Macho. Largo del cuerpo: 4,60; ancho (hemiélitro): 2,00. Hembra. Largo del cuerpo: 4,86; ancho (hemiélitro): 2,53. Segundo segmento de la antena 1,5 veces más largo que el tercero. Pronoto campanulado con margen posterior cóncavo (Figura 7). Ángulo posterolateral del corion con una mancha amarilla, grande.



**Figura 7.** *Pseudosaldula saxicola*, pronoto en vista dorsal.

**Comentarios.** Primer registro para Colombia (Figura 3), conocida previamente en Argentina y Perú (Schuh y Polhemus 2009).

### Agradecimientos

A Fernando Fernández por permitir la revisión de la colección de Entomología del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

### Bibliografía

- Álvarez, L. y G. Roldán. 1983. Estudio del Orden Hemiptera (Heteroptera) en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 12 (44): 31-45.
- Aristizábal, H. 2002. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. Parte 1. Familia Gerridae. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Guadalupe, Bogotá. Colombia. 239 pp.
- Bachmann, A. O. 1966. *Ovatametra gualeguay*, nueva especie de Gerridae de la República de Argentina (Hemiptera). *Neotropica* 12 (39): 87-90.
- Castro, M. I. e I. T. Morales. 2011. The *Rheumatobates* Bergroth, 1892 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) of Colombia, including the description of *R. plumipes* n. sp. and key to represented species. *Zootaxa* 3040: 1-18.
- Heckman, C. W. 2011. Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Hemiptera-Heteroptera. Olympia, Washington: Spinger. 679 pp.
- Kenaga, E. 1942. A new genus in the Halobatinae (Gerridae-Hemiptera). *Journal of the Kansas Entomological Society* 15 (4): 136-141.
- Manzano, M., N. Nieser y G. Caicedo. 1995. Lista preliminar de heterópteros acuáticos en la isla de Gorgona y llanura del Pacífico. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. *Biblioteca José Jerónimo Triana* (11): 47-72.
- Molano, F., D. L. Camacho-Pinzón y C. Serrato-Hurtado. 2005. Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) de Colombia. *Biota Colombiana* 6 (2): 163-172.
- Mondragón-Fonseca, S. e I. Morales. 2013. Chinchas semiacuáticas presentes en el municipio de San Luis de Gaceno, Boyacá, Colombia. *Revista Ciencia en Desarrollo* 4 (2): 13-18.
- Morales, I. y F. Molano. 2008. Heterópteros acuáticos del Quindío (Colombia): Los infraórdenes Gerromorpha y Nepomorpha. *Revista Colombiana de Entomología* 34 (1): 121-128.
- Morales, I. y F. Molano. 2009. Revisión de los géneros *Eurygerris* y *Tachygerris* (Hemiptera: Tachygerrini) para la región neotropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 395-410.
- Morales, I. y M. I. Castro. 2010. Nuevos registros y ampliación de distribución geográfica para especies de Gerridae (Insecta: Hemiptera) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 15 (1): 271-280.
- Moreira, F. F. F., V. P. Alecrim, J. R. I. Ribeiro y J. L. Nessimian. 2011a. Identification key to the Gerridae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) from the Amazon River floodplain, Brazil, with new records for the Brazilian Amazon. *Zoologia* 28 (2): 269-279.
- Moreira, F. F. F., J. R. I. Ribeiro, J. L. Nessimian, M. M. Itoyama, M. M. U. Castanhole y L. L. V. Pereira. 2011b. New records and distribution expansions for Neotropical water-striders (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha). *Check List* 7 (3): 303-309.
- Nieser, N. 1977. A revision of the genus *Tenagobia* Bergroth (Heteroptera: Corixidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 12 (1): 1-56.
- Padilla-Gil, D. N. 2002. Revisión del género *Buenoa* (Hemiptera, Notonectidae) en Colombia. *Caldasia* 24 (2): 481-491.
- Padilla-Gil, D. N. 2011. Four new species of *Rhagovelia* in the *robusta* group from Colombia (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *Zootaxa* 2975: 35-46.
- Padilla-Gil, D. N. 2012. Los hemípteros acuáticos del municipio de Tumaco (Nariño, Colombia) Guía ilustrada. San Juan de Pasto. Nariño Colombia: Editorial Universidad de Nariño. 88 pp.
- Padilla-Gil, D. N. 2013a. Two new species of *Paravelia* Breddin, 1898 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian *Paravelia* species. *Zootaxa* 3693 (4): 491-502.
- Padilla-Gil, D. N. 2013b. A review of the species of *Hydrometra* Latreille occurring in Colombia, with a key to species and distribution map (Hemiptera: Hydrometridae). *Zootaxa* 3686 (5): 534-542.
- Padilla-Gil, D. N. 2013c. Nuevos registros y ampliación de la distribución de Heterópteros acuáticos en Colombia (Hemiptera, Heteroptera). *Acta Biológica Colombiana* 18 (2): 391-400.
- Padilla-Gil, D. N. 2014a. Distribución espacial de las especies del género *Buenoa* Kirkaldy 1904 (Hemiptera: Notonectidae) en Tumaco (Nariño, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 19 (1): 83-88.
- Padilla-Gil, D. N. 2014b. New records of aquatics Heteroptera (Hemiptera) from the Andean foothills of the Amazonia (Putumayo, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 40 (2): 234-238.

- Padilla-Gil, D. N. 2015. Gerromorpha y Nepomorpha (Heteroptera) del Pacífico de Colombia; lista de especies, distribución geográfica y altitudinal. *Biota Colombiana* 16 (1): 20-35.
- Padilla-Gil, D. N. 2016. Las chinches semi-acuáticas de la Reserva Natural Río Nambi (Nariño) Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 21 (1): 201-206.
- Padilla-Gil, D. N. y B. Pacheco. 2012. New records of *Rheumatobates* Bergroth (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from the Pacific coast of Colombia and Costa Rica, with a key to males of *Rheumatobates* in the Eastern Tropical Pacific. *Zootaxa* 3427: 33-46.
- Padilla-Gil, D. N. y J. P. García. 2013. Análisis de la distribución geográfica de las Gerridae (Hemiptera, Gerromorpha) en los Andes del Suroeste de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18 (2): 381-389.
- Padilla-Gil, D. N. y F. F. F. Moreira. 2013a. Checklist, taxonomy and distribution of the *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Veliidae) of the Americas. *Zootaxa* 3640 (3): 409-424.
- Padilla-Gil, D. N. y F. F. F. Moreira. 2013b. Two new species of *Microvelia*, 1834 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian species. *Zootaxa* 3745 (5): 587-595.
- Posso, C. E. y R. González. 2008. Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. *Revista Colombiana de Entomología* 34 (2): 230-238.
- Polhemus, D. A. 1997. Systematics of the Genus *Rhagovelia* Mayr (Heteroptera: Veliidae) in the Western Hemisphere (Exclusive of the *angustipes* Complex). Entomological Society of America. Langham. 386 pp.
- Rojas, M., F. Molano e I. Morales. 2006. Contribución al conocimiento de chinches semiacuáticas (Hemiptera: Gerridae) en ambientes lóticos y lénticos del departamento de Risaralda. *Revista de Investigación Universidad del Quindío* 16: 37-47.
- Schuh, R. T. y J. T. Polhemus. 2009. Revision and analysis of *Pseudosaldula* Cobben (Insecta: Hemiptera: Saldidae): a group with a classic Andean distribution. *Bulletin American Museum Natural History* 323: 1-102.
- Truxal, F. S. 1953. Revision of the genus *Buenoa*. *University of Kansas Science Bulletin* 35 (11): 1351- 1523.

Dora Nancy Padilla-Gil  
 Universidad de Nariño, Departamento de Biología,  
 San Juan de Pasto, Nariño, Colombia  
 dnpadilla@udenar.edu.co

Nuevos registros de Heteroptera (Hemiptera) acuáticos y semiacuáticos de Colombia

**Citación del artículo:** Padilla-Gil, D. N. 2016. Nuevos registros de Heteroptera (Hemiptera) acuáticos y semiacuáticos de Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 39-46. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a04

Recibido: 13 de enero de 2016  
 Aceptado: 30 de agosto de 2016



---

# Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Aquatic insect communities of the three slopes of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

María F. Barragán, César E. Tamaris-Turizo y Gustavo A. Rúa-García

---

## Resumen

Los insectos acuáticos son importantes en el funcionamiento de los ecosistemas. El objetivo del presente trabajo fue conocer la estructura y distribución de los insectos acuáticos, en cuatro ríos que se encuentran en diferentes flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM): Gaira, Tucurinca, Ranchería y Guatapurí. En cada río se analizaron los microhábitats grava y macrófitas con red surber, la hojarasca con red triangular y las zonas de salpicadura y piedras mediante colecta manual. Se registraron 5803 individuos, 39 familias y 72 taxones. El río Guatapurí presentó la mayor abundancia con 1890 individuos. El orden más abundante fue Ephemeroptera con 1861 individuos. El género *Simulium* presentó la mayor abundancia (14,5 %). En cuanto a la distribución de los organismos, los valores más altos se registraron en grava y hojarasca con 36,93 % y 33,31 %. Durante los periodos de baja precipitación en los ríos Guatapurí y Ranchería se registraron las mayores abundancias de organismos. Se obtuvieron dos nuevos registros, el género *Podonomus* (Chironomidae) en Guatapurí y el género *Stenhelmoides* (Elmidae) en Ranchería. De acuerdo a los resultados se pudo concluir que los ríos de la SNSM tienen alta riqueza genérica comparada con ríos de la zona andina y otras zonas templadas.

**Palabras clave:** Estructura. Distribución espacial. Diversidad. Macroinvertebrados acuáticos. Microhábitats.

## Abstract

Aquatic insects are important in the function of ecosystem. The objective of this study is to describe the structure and distribution of aquatic insects in four rivers which are located on three different slopes of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM): Gaira, Tucurinca, Ranchería and Guatapurí. Gravel and macrophyte microhabitats were analyzed in each river with a Surber sampler, the leaf litter fauna with a triangular net, and spray zones and stones were analyzed by manual collection. 5803 individuals were registered, 39 families and 72 taxa. Guatapurí River presented the greatest abundance number (1890 individuals). The most abundant order was Ephemeroptera with 1861 individuals. *Simulium* presented the higher abundance (14.5 %). The higher abundance was in the gravel 36.93 % and lowest in leaf litter with 33.31 %. We found high abundance during the low rainfall (Guatapurí and Ranchería). Two new records were obtained, *Podonomus* (Chironomidae) in Guatapurí River and *Stenhelmoides* (Elmidae) in Ranchería River. According to the results we could conclude that the rivers of the SNSM have a high generic richness compared with the Andean Zone Rivers and other temperate zones.

**Key words:** Aquatic macroinvertebrates. Diversity. Microhabitats. Spatial distribution. Structure.

## Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos biológicos más abundantes (Rivera-Usme *et al.* 2008) e importantes en el funcionamiento de los ecosistemas lóticos (Muñoz *et al.* 2001, Molina *et al.* 2008), especialmente porque contribuyen en los procesos de fraccionamiento de la materia orgánica y la circulación de nutrientes, que luego son incorporados en la red trófica como fuente energética para consumidores de niveles superiores acuáticos y terrestres (Zúñiga 2010, Roldán *et al.* 2014). Entre otras utilidades se destaca que son usados como indicadores de la calidad de agua (Roldán 2003, Giacometti y Bersosa 2006, Gamboa *et al.* 2008, Moya *et al.* 2009, Zúñiga y Cardona 2009). No obstante, teniendo en cuenta que los sistemas dulceacuícolas son unos de los más amenazados por la explotación de los recursos naturales (Mesa y Fernández 2007), los estudios limnológicos se han considerado de gran utilidad, debido a que permiten conocer variaciones en la biodiversidad y su relación con la hidrología (Bernal *et al.* 2006).

La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) es un sistema montañoso independiente de la cordillera de los Andes la cual presenta condiciones geológicas particulares y sus sistemas acuáticos mantienen una gran biodiversidad. Esta montaña posee tres caras o flancos, que tienen diversas condiciones climáticas debido a su posición frente al mar y a la influencia de los vientos alisios del nordeste (Pro-Sierra 1998).

En la SNSM, la mayoría de los trabajos que abordan insectos acuáticos se han desarrollado en el río Gaira (sector noroccidental), entre los que se destacan aspectos como hábitos alimentarios (Granados-Martínez 2013, Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo 2014), deriva (Tamaris-Turizo *et al.* 2013), distribución (Tamaris-Turizo *et al.* 2007), grupos funcionales alimentarios (Rodríguez-Barrios *et al.* 2011) y bioindicación (Guerrero-Bolaño *et al.* 2003). Por otro lado, en el río Manzanares Serna *et al.* (2015) adelantaron trabajos sobre distribución espacial y temporal con énfasis en las comunidades de Trichoptera. En cuanto a estructura y composición,

Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016) estudiaron este grupo en ocho afluentes de la SNSM. Por su parte Rúa-García *et al.* (2015) registraron la distribución de géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cuatro ríos de la SNSM. Sin embargo, el conocimiento en cuanto a la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos es insuficiente, en este sentido los estudios tanto taxonómicos como ecológicos son importantes, porque contribuyen al entendimiento de la calidad ambiental del recurso hídrico (Roldán *et al.* 2014).

En este estudio se determinó la estructura de las comunidades de insectos acuáticos, realizando dos muestreos en la parte media de los ríos Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Ranchería, los cuales se ubican en diferentes flancos de la SNSM. Se espera que la estructura y composición de los insectos acuáticos no varíe en los diferentes sectores de la SNSM, debido a que estos sistemas presentan características físicas y pluviométricas similares, lo cual es indispensable para la estructuración de la comunidad (Vannote *et al.* 1980, Araúz *et al.* 2000).

## Material y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), situado al norte de Colombia, entre los 10°12'05" - 11°20'11" N y los 72° 36'16" - 74°12'49" W. Posee más de 18 cuencas, las cuales abastecen a los departamentos del Magdalena, Cesar y La Guajira. En dichas cuencas la disminución de la cobertura vegetal asociada a sus fuertes pendientes y la estacionalidad de las lluvias acentúan la inestabilidad del régimen hídrico provocando variaciones en sus caudales (Pro-Sierra 1998). El sector norte de la SNSM bordea el Mar Caribe desde las tierras del sur de La Guajira hasta la desembocadura del río Manzanares en Santa Marta; el sector occidental limita con el Mar Caribe, la Ciénaga Grande de Santa Marta y la planicie del río Magdalena y por último, el sector oriental está limitado por el río Cesar y el río

Ranchería al Norte (Pro-Sierra *op. cit.*). En este estudio se establecieron cuatro estaciones de muestreo en tres sectores de la SNSM, los cuales corresponden al sector noroccidental (río Gaira) que posee vegetación ribereña bien conservada, el sector suroccidental (río Tucurínca) también con un bosque ribereño en buen estado de conservación y el sector oriental (Ranchería y Guatapurí), que cuenta con poca cobertura vegetal y gran disponibilidad de luz. Estos ríos se encuentran entre los 500 y 1100 m s.n.m. (Tabla 1).

### Variabes ambientales

En cada una de las tres caras que conforman la SNSM el clima es controlado por las precipitaciones, exposición al mar y los vientos alisios del nordeste. La cara norte es más húmeda y corresponde al río Gaira. La oriental más seca incluye a los ríos Guatapurí y Ranchería. Finalmente, el flanco occidental (río Tucurínca), presenta dos periodos de lluvias: de abril a junio y de agosto a noviembre y las épocas secas de diciembre a marzo y de junio a agosto (Pro-Sierra 1998). En la cara norte para los años 2009 y 2010 se registraron precipitaciones anuales entre 1955 mm y 3657 mm, en la parte occidental entre 760 mm y 4921 mm, y en la oriental entre 1973 mm y 3302 mm (datos Ideam). No obstante, Ranchería presentó precipitaciones anuales entre 1022 mm y 1605 mm, cabe aclarar que en estos años se presentó el fenómeno de La Niña (Benavides-Ballesteros y Rocha-Enciso

2012). Los valores promedios multianuales para cada mes en cada río se especifican con detalle en Rúa-García *et al.* (2015). En cada río se midieron las siguientes variables ambientales: temperatura del agua (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades) y conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) empleando una sonda multiparamétrica WTW 340i. Adicionalmente, se tomó una muestra de agua de 500 ml y se refrigeró para su análisis en el laboratorio con el fin de medir nutrientes como nitritos, nitratos y fosfatos siguiendo los métodos propuestos por Apha (1992).

### Recolecta e identificación de organismos

En cada sitio se realizaron dos muestreos entre junio de 2009 y noviembre de 2010, para la respectiva recolecta de larvas de insectos acuáticos en cada río (Tabla 1). Se utilizó una red Surber de 0.09 m<sup>2</sup> de área y 250  $\mu\text{m}$  de poro para recolectar los organismos presentes en los microhábitats de grava y macrófitas; con la red triangular se recolectaron organismos de la hojarasca y por colecta manual se revisaron, durante 15 minutos, zonas de salpicadura y piedras de 30 y 40 cm de diámetro, de acuerdo a los métodos propuestos por Zúñiga y Cardona (2009), para un total de una muestra integral por cada sitio. Los organismos se preservaron en alcohol al 96 %. En laboratorio las muestras se determinaron hasta el nivel taxonómico más detallado posible, usando las claves y descripciones taxonómicas de Clifford

**Tabla 1.** Localización de las estaciones, fecha de muestreos y altitud (m s.n.m.) de cada sitio. M: muestreo.

Río	Coordenadas geográficas		Fechas de muestreo	Altitud (m s.n.m.)
Gaira	11°07'44"N	74°05'36"W	M1: junio 2010 M2: agosto 2010	900
Tucurínca	10°41'16,3"N	74°01'29,3"W	M1: abril 2010 M2: mayo 2010	500
Guatapurí	10°43'7,7"N	73°24'05"W	M1: junio 2009 M2: noviembre 2010	1.100
Ranchería	10°57'13,6"N	73°03'15,6"W	M1: septiembre 2009 M2: noviembre 2010	480

(1991), Merritt *et al.* (2008), Domínguez y Fernández (2009), Hanson *et al.* (2010) y Prat *et al.* (2011). En este estudio se incorporan resultados de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, publicados por Rúa-García *et al.* (2015), con el fin de poder establecer la composición de toda la comunidad de insectos acuáticos en los cuatro ríos de la SNSM.

### Análisis de datos

Se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) para realizar la conversión a número efectivo de especies y poder estimar la diversidad con la serie de los Números de Hill ( $N_0$ ,  $N_1$  y  $N_2$ ) donde, la diversidad de orden cero ( $N_0$ ) es conocida como la riqueza ( $S$ ) de especies. Para calcular ( $N_1$  y  $N_2$ ) se utilizó la conversión de Shannon-Weiner ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) a “Número efectivo de especies” descritas en Jost (2006 y 2010), donde  $N_1$  corresponde al número de taxones igualmente abundantes o típicos y  $N_2$  a los abundantes o dominantes (Chao *et al.* 2014). Estas medidas permiten incorporar datos de abundancia y cumplen con una serie de propiedades matemáticas acordes con la interpretación intuitiva del concepto de diversidad, de esta manera la conversión de los índices a diversidades de número efectivo de especies facilita la interpretación de resultados. Por otra parte, para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada, se estimó el índice de equidad de Pielou.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para evaluar cómo la abundancia de los insectos acuáticos se relaciona con los sitios de muestreo. Finalmente, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) usando la abundancia los taxones con mayores auto-valores y las variables ambientales para conocer posibles relaciones entre dichas variables en los sitios muestreados. Las variables ambientales se transformaron con ( $\text{Log}+1$ ). Todos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico de PAST 3.13 versión libre.

## Resultados

### Caracterización ambiental

El río Gaira presentó los valores más altos de fosfatos (2,1 mg/L  $\text{PO}_4$ ), nitritos (1,25 mg/L  $\text{NO}_2$ ) y nitratos (1,55 mg/L  $\text{NO}_3$ ). El valor mayor de conductividad se presentó en los ríos Guatapurí y Ranchería (131  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 125  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y el menor en el Gaira (valores promedios de 34,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Así mismo, en esta estación se presentó el mayor registro de oxígeno disuelto (9,4 mg/L  $\text{O}_2$ ) y en la estación Ranchería el menor (5,4 mg/L  $\text{O}_2$ ). La mayor temperatura (26,5 °C) se observó en el río Ranchería y la menor (19 °C) corresponde al río Gaira. El pH en los ríos Gaira y Tucurínca presentó valores por encima de la neutralidad (7,4 y 7,2) mientras que en los ríos Guatapurí y Ranchería presentó valores por debajo de la neutralidad (6,8 y 6,7); Sin embargo, esta variable siempre estuvo cercana a la neutralidad (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores de las variables físicas y químicas tomadas en cada estación de muestreo.

Variable / Río	Gaira	Tucurínca	Guatapurí	Ranchería
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	34,3	118	131	125
pH (Und)	7,47	7,26	6,82	6,75
Fosfatos mg/L $\text{PO}_4$	2,1	0,14	0,06	0,145
Nitritos mg/L $\text{NO}_2$	1,25	0,05	0,02	0,09
Nitratos mg/L $\text{NO}_3$	1,55	0,1	0,22	0,16
Oxígeno disuelto mg/L $\text{O}_2$	9,4	6,32	5,4	5,41
Temperatura °C	19	24,8	25	26,5

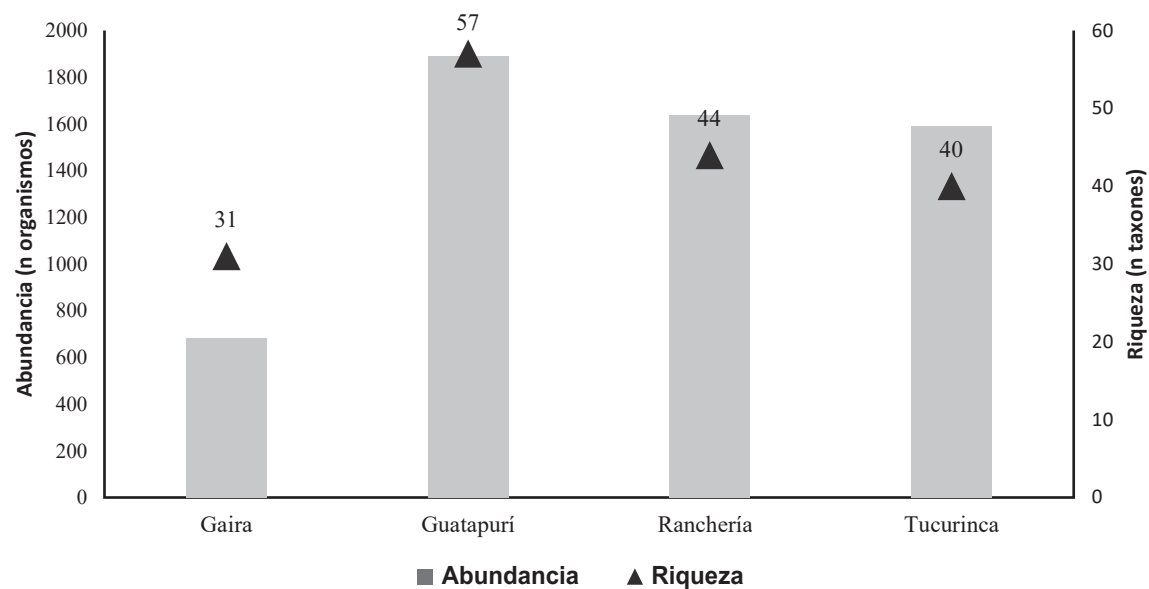
### Estructura de las comunidades

En total se recolectaron 5803 individuos agrupados en nueve órdenes: Coleoptera, Diptera, Odonata, Lepidoptera, Hemiptera, Megaloptera, Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. De estos, 684 individuos correspondieron al río Gaira, 1890 al Guatapurí, 1640 se colectaron en Ranchería y 1589 en Tucurínca. La mayor riqueza de taxones se obtuvo en el río Guatapurí con 57 y la menor en el río Gaira con 31 (Figura 1). En términos generales se registraron 39 familias y 72 taxones, entre los de mayor abundancia se encuentran: *Simulium* (Diptera: Simuliidae), con 14,5 %, *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) con 12,3 %, *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Leptohephidae) con 10,5 % y *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) con 10,05 % (Anexo 1). En cuanto a la distribución de las comunidades en las estaciones de muestreo, la abundancia se relacionó de la siguiente manera: la grava presentó mayor abundancia siendo superior en Ranchería con 765 individuos y menor en Gaira con 185. Seguido se encuentra macrófitas que presentó mayor abundancia en Tucurínca con 572 y menor en Gaira con cero por la ausencia de macrófitas. La hojarasca fue superior en Guatapurí con 823 y menor en Tucurínca con 271. El microhábitat piedra obtuvo

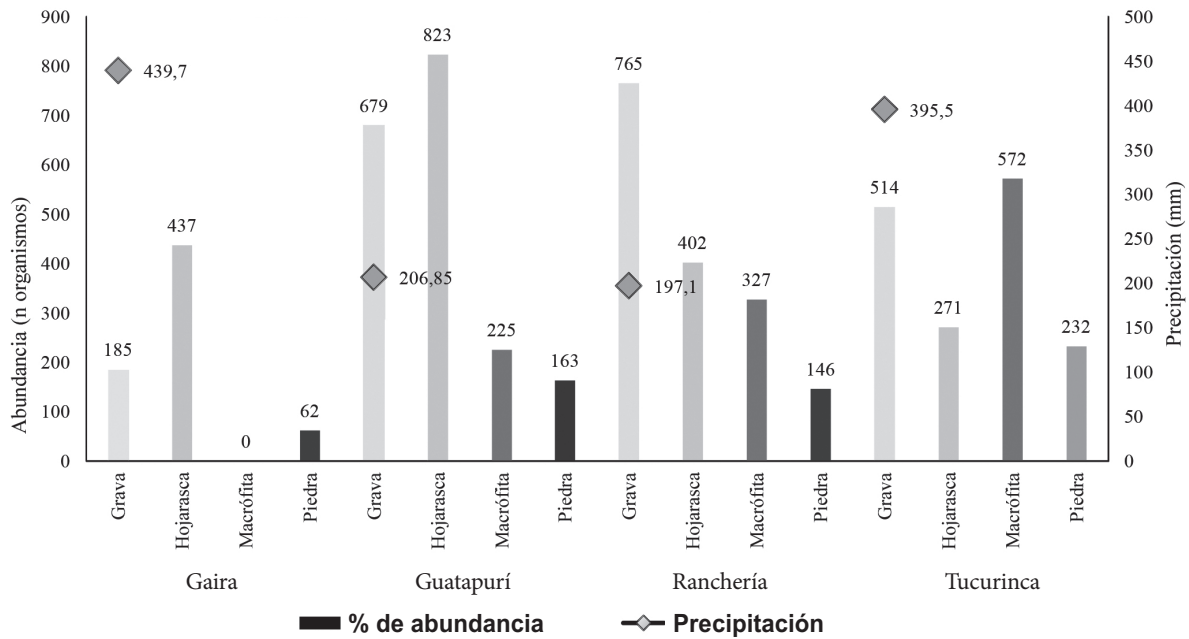
mayor abundancia en Tucurínca con 232 y menor en Gaira con 62 (Figura 2). En el Análisis de Componentes Principales (ACP) los dos primeros ejes suman en sus varianzas un 91,06 %; mostró que Gaira estuvo caracterizado por los altos valores de abundancia de *Anchytarsus* y *Phylloicus*, mientras que la alta abundancia de *Helicopsyche* se asoció a la estación Tucurínca; el Ranchería estuvo definido por los altos valores de abundancia de *Chimarra* y finalmente Guatapurí por las altas abundancias de *Hexatoma*, Staphylinidae, *Atanotolica*, *Limonicola*, Phycitinae sp. 3, *Smicridea* y Crambinae sp.1. (Figura 3).

### Río Gaira

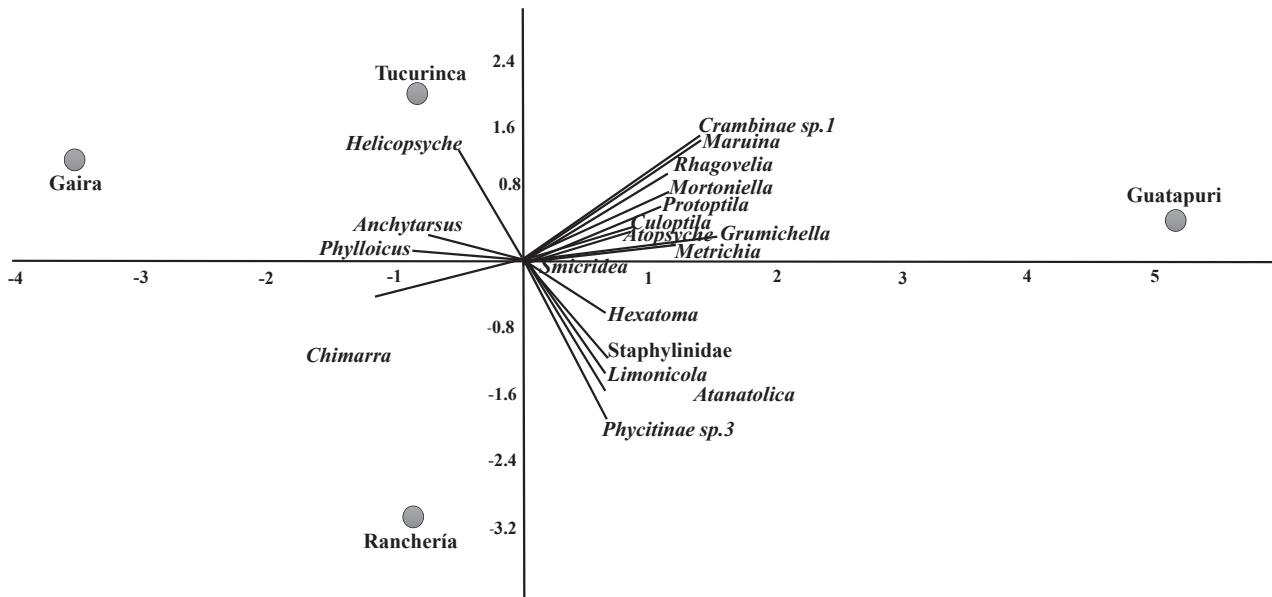
De los 684 individuos, los órdenes con mayor abundancia fueron Plecoptera (251 organismos), Trichoptera (171) y Ephemeroptera (153). Este río presentó el menor número de individuos (684) y una equidad de Pielou ( $J'$ ) de 0,677. Obtuvo los valores más bajos en cuanto a los Números de Hill:  $N_0=31$ ,  $N_1= 10,237$  taxones igualmente abundantes o típicos y  $N_2= 5,701$  taxones abundantes o dominantes (Tabla 3). Con respecto a la distribución de los organismos, la hojarasca presentó



**Figura 1.** Abundancia y riqueza de los taxones encontrados en cada una de los ríos muestreados (Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Ranchería).



**Figura 2.** Abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los ríos muestreados (Gaira, Tucurínca, Guatapuri y Ranchería) en los diferentes microhábitats (grava, hojarasca, macrófita y piedra) y precipitación promedio multianual (mm) de las estaciones climáticas más cercanas.



**Figura 3.** Caracterización de los sitios de muestreo por medio de la abundancia de los insectos acuáticos mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP).

**Tabla 3.** Abundancia e índices de la estructura de las comunidades de insectos acuáticos. Número de individuos (N), Diversidad de Shannon-Weiner (H'), Dominancia de Simpson (D), Equidad de Pielou (J') y serie de los Números de Hill (N0, N1 y N2).

Río	N	H'	D	J'	N0	N1	N2
Guatapurí	1890	2,843	0,092	0,703	57	17,167	10,921
Ranchería	1640	2,787	0,087	0,737	44	16,232	11,543
Tucurinca	1589	2,533	0,113	0,687	40	12,591	8,881
Gaira	684	2,326	0,175	0,677	31	10,237	5,701

el mayor porcentaje de abundancia con el 63,89 % (437 individuos) y el menor corresponde a piedra con 9,06 % (62 individuos). Esta estación tuvo el menor número de individuos y un alto valor de precipitación que corresponde a 439,7 mm (Figura 2).

#### Río Guatapurí

Los órdenes con mayor abundancia fueron Diptera (805 individuos), Ephemeroptera (527 individuos) y Trichoptera (443 individuos). Este río obtuvo el mayor número de individuos (1890 individuos) y una equidad de Pielou (J') de 0,703. Respecto a la diversidad, los valores de los Números de Hill fueron N0=57, N1=17,16 taxones abundantes y N2= 10,921 taxones muy abundantes. En cuanto a la distribución de los organismos, el microhabitat hojarasca mostró el mayor porcentaje de abundancia (43,54 %) y piedra el menor (8,62 %). Esta estación mostró la mayor abundancia de insectos acuáticos y un bajo valor de precipitación el cual fue de 206,85 mm (Figura 2).

#### Río Ranchería

Los órdenes con mayor abundancia fueron Diptera (494 individuos), Ephemeroptera (482 individuos) y Trichoptera (358 individuos). En este río se obtuvieron 1640 individuos y una equidad de Pielou (J') de 0,737. Los valores de los Números de Hill fueron N0=44, N1=16,232 taxones igualmente abundantes o típicos y N2=11,543 taxones abundantes o dominantes. En

cuanto a la distribución de los organismos, la grava presentó el mayor porcentaje de abundancia con 46,65 % (765 individuos) y el menor correspondió a piedra con 8,90 % (146 individuos). Este río obtuvo una alta abundancia de insectos acuáticos presentando un valor bajo de precipitación que corresponde a 197,1 mm (Figura 2).

#### Río Tucurinca

Se registraron un total de 1589 individuos, donde los órdenes con mayor abundancia fueron Ephemeroptera (699 individuos), Trichoptera (443 individuos) y Diptera (238 individuos). Una equidad de Pielou (J') de 0,687. En cuanto a los Números de Hill presentó N0=40, N1=12,591 taxones igualmente abundantes o típicos y N2=8,881 taxones abundantes o dominantes. Con respecto a la distribución de los organismos, el microhábitat macrófitas presentó el mayor porcentaje de abundancia con 36 % (572 individuos) y el menor en piedra con 14,60 % (232 individuos). Este río evidenció una baja abundancia de insectos acuáticos y un alto valor de precipitación con 395,5 mm (Figura 2).

#### Variables ambientales y su relación con los insectos acuáticos

En el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) los dos primeros ejes suman en sus varianzas un 90,89 %. El río Gaira presentó altas abundancias de

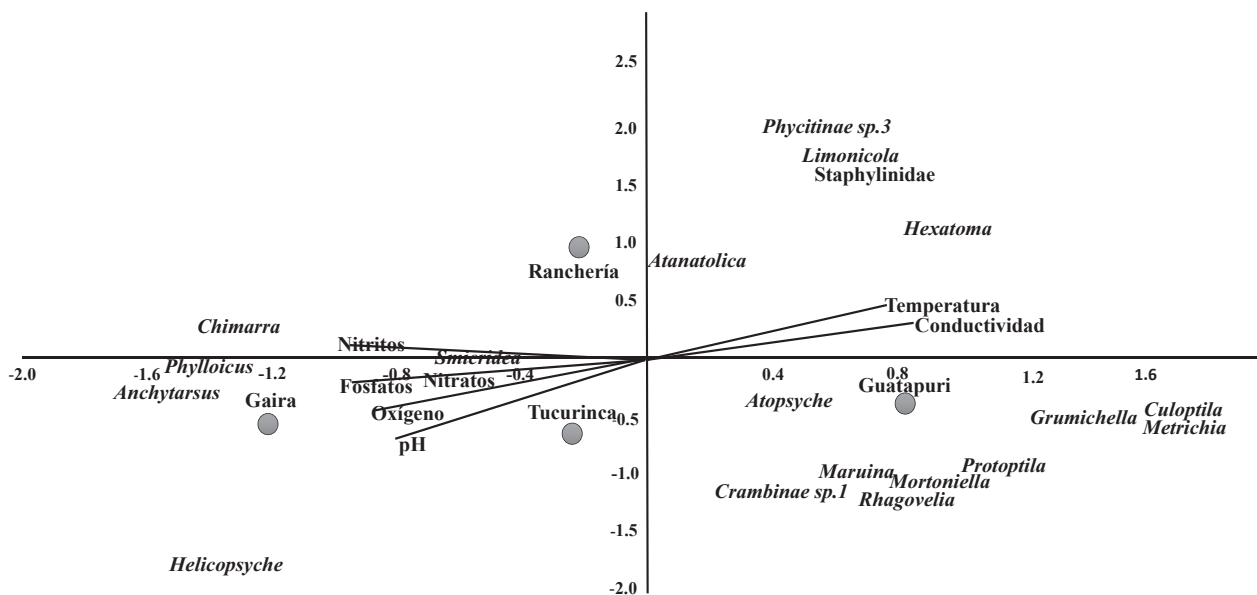
*Phylloicus*, *Anchytarsus* y *Helicopsyche* lo cual se relacionó con los altos valores de oxígeno disuelto (9,4 mg/L O<sub>2</sub>), nitratos (1,5 mg/L NO<sub>3</sub>) y nitritos (1,2 mg/L NO<sub>2</sub>). El río Ranchería evidenció altas abundancias de *Chimarra* y *Atanatolica* asociado con altos valores de nitritos (0,09 mg/L NO<sub>2</sub>). El río Tucurínca, fue definido por las altas abundancias de *Smicridea* y *Helicopsyche*, los cuales se asociaron con los mayores niveles de pH (7,2). Para el río Guatapurí, las variables como temperatura y conductividad estuvieron relacionadas con las altas abundancias de los taxones *Culoptila*, *Protoptila*, *Mortoniella*, *Atopsyche* y *Grumichella* (Figura 4).

## Discusión

El río Gaira presentó los mayores valores en cuanto a nitritos, nitratos y fosfatos (Tabla 2) en comparación con los demás ríos; probablemente se debe a que cerca de esta estación hay grandes extensiones de cultivos de café (Tamaris-Turizo *et al.* 2013, observaciones de la fase de campo) y los nutrientes agregados al suelo pueden ser arrastrados al canal principal. El río Guatapurí registró las menores concentraciones de nitritos y fosfatos, lo cual está relacionado con bajos

impactos de perturbación antrópica evidenciado durante las visitas de campo (Martínez-García 2010). Por otro lado, la baja conductividad registrada en el río Gaira puede estar relacionada con poco arrastre de material de las riberas por ser una cuenca pequeña, similar a lo reportado por Pro-Sierra (1998), Tamaris-Turizo y López-Salgado (2006) y Meza-Salazar *et al.* (2012), donde dicha variable puede estar relacionada con una cobertura vegetal que evita el arrastre de sólidos y por la composición geológica del sitio. Los datos de las variables ambientales coinciden con los registrados por Rodríguez *et al.* (2011) y Tamaris-Turizo *et al.* (2013) en el río Gaira, y por Rúa-García *et al.* (2015) y Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016) para diferentes ríos de la SNSM, quienes afirman que sus cuencas poseen aguas bien oxigenadas, lo cual provee un buen sistema de autodepuración y circulación de nutrientes, las cuales son características típicas de ríos tropicales de montaña.

En general, los 72 taxones encontrados en este estudio, muestran que estos ríos tienen alta riqueza de géneros. Estudios similares realizados por Chará *et al.* (2009) evidenciaron 211 géneros de macroinvertebrados



**Figura 4.** Ordenamiento de las variables ambientales, la abundancia de los insectos acuáticos y los sitios de muestreo mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).



acuáticos en 28 quebradas de municipios del Valle del Cauca. Zúñiga *et al.* (2013) también encontraron una alta riqueza de insectos acuáticos en quebradas de la región andina colombiana. Sin embargo, la baja diversidad encontrada puede explicarse por las intervenciones de carácter antrópico (Bernal *et al.* 2006), tal como es el caso de las estaciones Gaira y Tucurínca. En este estudio no se evaluó el efecto antrópico, pero durante los muestreos se evidenció que los sitios con menor diversidad tenían alto impacto por actividades humanas; además, la abundancia y distribución de los insectos acuáticos en cada estación mostraron relación con la precipitación, coincidiendo con lo propuesto por Jacobsen *et al.* (1997) quienes sugieren que la abundancia y la composición de los insectos acuáticos están relacionadas con las altas temperaturas y periodos de lluvias. No obstante, para Giacometti y Bersosa (2006) en épocas de alta precipitación no favorece el registro de dichos insectos acuáticos.

En Colombia, la familia Chironomidae ha contado con estudios como guías de identificación genérica de larvas (Ospina *et al.* 1999, Ruiz *et al.* 2000) y el reporte de las principales subfamilias (Lizarralde De Grosso 2009). Esta familia se considera parte esencial de la biomasa en ambientes lénticos y lóticos, aun así su conocimiento en cuanto a taxonomía y ecología está siendo incorporado puesto que no se cuenta con la suficiente información (Bello-González *et al.* 2013, Roldán *et al.* 2014). En este estudio se encontró el género *Podonomus* (Chironomidae: Diptera) en el río Guatapurí, el cual se constituye en el primer registro para la SNSM; así mismo, el género *Stenelmoides* (Elmidae: Coleoptera) para el río Ranchería. Cabe resaltar que en Colombia la familia Elmidae es una de las de mayor abundancia y riqueza (Arias-Díaz *et al.* 2007, Roldán *et al.* 2014) y en el Neotrópico esta familia es altamente diversa (González-Córdoba *et al.* 2015). Sin embargo, el conocimiento en cuanto a diversidad, ecología y distribución es escaso, aunque se cuenta con estudios como registros genéricos para la región de la Orinoquia, riqueza genérica (González-Córdoba *et al.* 2015), distribución espacial y temporal (Arias-Díaz *et al.* 2007).

En cuanto a la diversidad, la serie de los números de Hill fue mayor en el río Guatapurí, mostrando que este río tiene una alta riqueza y diversidad en comparación con Gaira y Tucurínca, de acuerdo a los criterios propuestos por Moreno *et al.* (2011), quienes sugieren que usando los números efectivos, se mejoraría la interpretación de la diversidad entre comunidades, ya que se agrupan diferentes componentes y se pueden hacer comparaciones entre diferentes sitios. Los valores de equidad de Pielou registrados en este trabajo, evidencian que todos los taxones no son igualmente abundantes. Rivera-Usme *et al.* (2008) en su estudio, encontraron la mayor diversidad y equidad en quebradas del departamento del Quindío, justificando que estos resultados pueden estar asociados a características propias de los sistemas y las pocas limitaciones fisicoquímicas que impone el medio al establecimiento de la fauna acuática y a la variedad de microhábitats presentes. Por su parte, Pino-Selles y Bernal-Vega (2009) reportaron una equidad de Pielou para cinco meses de muestreo entre 0,57 y 0,78, en donde se observó que variaba con el tiempo, posiblemente por deberse a un bosque de galería con reducida perturbación en la parte alta-media del río David en Panamá.

En el ACC se evidenció que las abundancias de ciertos taxones en cada estación están determinadas por la caracterización ambiental. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016), en donde se muestra relación de los tricópteros como *Phylloicus* y *Helicopsyche* con los valores de oxígeno disuelto y nitritos; *Chimarra* y *Atanatolica* con los valores de nitritos; *Smicridea* con los valores de pH y *Culoptila*, con los valores de temperatura y conductividad. Según Rivera-Abreu (2004), las estaciones que presentan similitud en las condiciones ambientales, muestran comunidades con composiciones semejantes. Por otra parte, Oyanedel *et al.* (2008) encontraron que la diversidad de macroinvertebrados en la cuenca hidrográfica del río Aysen varió en función de las variables físicas del hábitat especialmente las hidráulicas. Además, para hacer comparaciones entre estaciones y para

determinar las influencias de condiciones ambientales sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, la temperatura del agua y la oxigenación permiten determinar la distribución de individuos (Quinn y Hickey 1990).

## Conclusiones

La abundancia de las comunidades de insectos acuáticos fue similar entre los cuatro ríos muestreados, por tanto se puede considerar que estas comunidades son similares en la parte media de los tres flancos de la SNSM, lo cual se ajusta a lo establecido por Vannote *et al.* (1980) en la teoría del río como un continuo. Sin embargo, trabajos experimentales son necesarios para ratificar esta hipótesis. Por otro lado, la estación Gaira difirió de las demás estaciones por las variables ambientales, presentó los mayores registros en los nutrientes (nitrito, nitrato y fosfato), lo cual puede ser considerado como una presión antrópica local. Finalmente, es necesario el desarrollo de trabajos de diversidad con alta resolución taxonómica enfocados al estudio de la autoecología en insectos acuáticos de la SNSM, debido a que muchos atributos estructurales de estas comunidades difieren a los registrados en zonas andinas de Colombia.

## Agradecimientos

A María del Carmen Zúñiga, Marcela González, Narcis Prat, Alonso Ramírez, Pablo Gutiérrez y Cristian Granados por apoyar en la identificación de los organismos. A Cristian Guzmán por apoyar en las faenas de campo e identificación en laboratorio. A Miky Weber y Claudia Weber por facilitar las instalaciones para el muestreo en el río Gaira. A la comunidad indígena Kankuama de Chemesquemena por autorizar los muestreos en el río Guatapurí. A los miembros del Grupo de Investigación en Ecología Neotropical de la Universidad del Magdalena. A los revisores anónimos que con sus comentarios contribuyeron a mejorar el manuscrito. A Juan Fuentes Reinés por la revisión del abstract.

## Bibliografía

- Apha (American Public Health Association), American Water Works Association (Awwa), Water Pollution Control Federation (Wpcf). 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC., 600 pp.
- Arias-Díaz, D. M., G. Reinoso-Flórez, G. Guevara-Cardona y F. A. Villa-Navarro. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia* 29 (1): 177-194.
- Araúz, B., B. Amores y E. Medianero. 2000. Diversidad y distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (Provincia de Chiquirí, República de Panamá). *Scientia* 15 (1): 27-45.
- Bello-González, O. C., M. Spies y B. Téllez-Martínez. 2013. Estado del conocimiento de la familia Chironomidae (Insecta: Diptera) en Cuba. *Dugesiana* 20 (2): 233-242.
- Benavides-Ballesteros, H. O. y C. E. Rocha-Enciso. 2012. Indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia (años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas). Ideam-Meteo/001-2012, Nota Técnica del Ideam. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá. 26 pp.
- Bernal, E., D. García, M. A. Novoa y A. Pinzón. 2006. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 11 (2): 45-59.
- Castellanos-Caicedo, P. y C. Serrato. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Revista de la Académica Colombiana de Ciencias Biológicas* 32 (122): 79-86.
- Chao, A., N. J. Gotelli, T. C. Hsieh, E. L. Sander, K. H. Ma, R. K. Colwell y A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84 (1): 45-67.
- Chará, J., M. del C. Zúñiga, L. P. Giraldo, G. Pedraza, A. Astudillo, L. Ramírez y C. E. Posso. 2009. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la cuenca del río La Vieja, Colombia. Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero. Pp. 127-142. *En*: Rodríguez J. M., J. C. Camargo, J. Niño, A. M. Pineda, L. M. Arias, M. A. Echeverry, C. L. Miranda (Eds). Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. CIEBREG. Pereira, Colombia.
- Clifford, H. F. 1991. Aquatic invertebrates of Alberta: an illustrated guide. University of Alberta. 38 pp.

- Domínguez, E. y R. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.
- Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta- Prosierra. 1998. Evaluación ecológica rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta. Definición de áreas críticas para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, UAESPNN, The Nature Conservancy-USAID, Embajada del Japón. Santafé de Bogotá, Colombia. 20 pp.
- Gamboa, M., R. Reyes y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental* 48 (2): 109-120.
- Giacometti, J. y F. Bersosa. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico* 6: 17-32.
- González-Córdoba, M., M. del C. Zúñiga, N. N. Torres-Zambrano y V. Manzo. 2015a. Primer registro de las especies *Neolimnius palpalis* hinton y *Pilielmis apama* hinton (Coleoptera: Elmidae: Elminae) para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 16 (1): 27-33.
- González-Córdoba, M., M. del C. Zúñiga y V. Manzo. 2015b. Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca. Colombia. *Biota Colombiana* 16 (2): 51-74.
- Guerrero-Bolaño, F., A. Manjarrez-Hernández y N. Núñez-Padilla. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana* 8 (2): 43-55.
- Granados-Martínez, C. E. 2013. Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia) Trabajo de grado. Facultad Experimental de Ciencias, Universidad de Zulia, Venezuela. 67 pp.
- Guzmán-Soto, C. J. y C. E. Tamaris-Turizo. 2014. Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. *Revista de Biología Tropical* 62: 169-178.
- Hanson, P., M. Springer y A. Ramírez. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical* 58 (4): 3-37.
- Jacobsen, D., R. Schultz y A. Encalada. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: The influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology* 38 (2): 247-261.
- Jaimes-Contreras, A. M. y C. Granados-Martínez. 2016. Tricópteros asociados a siete afluentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87 (2): 436-442.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113 (2): 363-375.
- Jost, L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2 (2): 207-232.
- Lizarralde De Grosso, M. 2009. Diptera: generalidades. Pp: 341-364. En: Domínguez E. y H. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Martínez-García, N. 2010. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del balneario Hurtado, río Guatapurí, Valledupar, Cesar. Tesis de grado. Decanato de Ciencias Básicas, Escuela de química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 126 pp.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. 1158 pp.
- Mesa, L. M. y H. R. Fernández. 2007. La riqueza de artrópodos bentónicos en una cuenca endorreica subtropical (Tucumán, Argentina). *Ecología austral. Asociación Argentina de Ecología* 17: 247-256.
- Meza-Salazar, A. M., J. Rubio-Marín, L. Gomes-Dias e Y. Walteros. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia* 34 (2): 443-456.
- Molina, C. I., F. M. Gibon, J. Pinto y C. Rosales. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada* 7 (1-2): 105-116.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82 (4): 1249-1261.
- Moya, N., F. Gibon, T. Oberdorff, C. Rosales y E. Domínguez. 2009. Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos intermitentes y permanentes del altiplano boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático. *Ecología aplicada* 8 (1-2): 105-114.
- Muñoz, E., G. Mendoza y C. Valdovinos. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile central: macroinvertebrados bentónicos. *Gayana (Concepción)* 65 (2): 173-180.

- Ospina, R., W. Riss y J. L. Ruiz. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladinae) de la Sabana de Bogotá. Pp: 363-383. *En*: Amat, G., M. G. Andrade y F. Fernández. (Eds.). Insectos de Colombia No 2. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No 13. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Oyanedel, A., C. Valdovinos, M. Azócar, C. Moya, G. Mancilla, P. Pedreros y R. Figueroa. 2008. Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysen (Patagonia Chilena). *Gayana (Concepción)* 72 (2): 241-257.
- Pino-Selles, R. y J. A. Bernal-Vega. 2009. Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta-media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá. *Gestión y Ambiente* 12 (3): 73-84.
- Prat, N., M. Rieradevall, R. Acosta y C. Villamarín. 2011. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Grupo de Investigación FEM, Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona, España. 78 pp.
- Quinn, J. M. y C. W. Hickey. 1990. Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24 (3): 387-409.
- Rivera-Abreu, R. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los Andes venezolanos. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 83 pp.
- Rivera-Usme, J. J., D. Camacho- Pinzón y A. Botero-Botero. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13 (2): 133-146.
- Rodríguez-Barrios, J., R. Ospina-Torres y R. Turizo-Correa. 2011. Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59 (4): 1537-1552.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col: Universidad de Antioquia. 51 pp.
- Roldán, G., M. del C. Zúñiga, H. Zamora, L. Álvarez, G. Reinoso y M. Longo. 2014. Colombia. Capítulo 2. Pp: 63-116. *En*: Alonso-Eguíalís P., J. M. Mora, B. Campbell y M. Springer (Eds.). Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología de Agua, Jiutepec, México.
- Rúa-García, G., C. Tamaris-Turizo y M. del C. Zúñiga. 2015. Composición y distribución de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Insecta) en ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de Ciencias* 19 (2): 11-29.
- Ruiz, J., R. Ospina, H. Gómez y W. Riss. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. Subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae. *Caldasia* 22 (1): 34-60.
- Serna, D., C. E. Tamaris-Turizo y L. C. Gutiérrez-Moreno. 2015. Distribución espacial y temporal de larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares, Sierra Nevada de Santa Marta, (Colombia). *Revista de Biología Tropical* 63 (2): 465-477.
- Tamaris-Turizo, C., J. Rodríguez-Barrios y R. Ospina-Torres. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Caldasia* 35 (1): 149-163.
- Tamaris-Turizo, C. E., R. R. Turizo-Correa y M del C. Zúñiga. 2007. Distribución espacio – temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta), Colombia. *Caldasia* 29 (2): 375-385.
- Tamaris-Turizo, C. E. y H. J. López-Salgado. 2006. Aproximación a la zonificación climática de la cuenca del río Gaira. *Revista Intrópica* 3 (1): 69-76.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell y C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Zamora-González, H. 2015. Macroinvertebrados acuáticos registrados durante la época de lluvias en tres ríos del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 7 (2): 139-147.
- Zúñiga, M. del C. 2010. Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacroneuria* (Perlidae). Universidad de la Amazonia. *Momentos de Ciencias* 7 (2): 101- 112.
- Zúñiga, M. del C. y W. Cardona. 2009. Bioindicadores de la calidad de agua y caudal ambiental. Pp: 167-198. *En*: Cantera, J., J. Carvajal y L. M. Castro (Compiladores). Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos. Programa Editorial de la Universidad del Valle, Colección Libros de Investigación. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C., J. Chará, L. P. Giraldo, A. M. Chará-Serna y G. X. Pedraza. 2013. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. *Dugesiana* 20 (2): 263-277.

**Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurinca	
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i>	1	0,02	0	1	0	0	
		<i>Cylloepus</i>	4	0,07	2	1	1	0	
		<i>Heterelmis</i>	40	0,69	10	7	22	1	
		<i>Macrelmis</i>	9	0,16	3	1	5	0	
		<i>Phanocerus</i>	18	0,31	6	2	6	4	
		<i>Microcylloepus</i>	6	0,10	0	1	5	0	
		<i>Stenhelmoides</i>	1	0,02	0	0	1	0	
		<i>Neelmis</i>	1	0,02	0	0	1	0	
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	1	0,02	0	0	0	1	
	Psephenidae	<i>Psephenus</i>	21	0,36	0	1	16	4	
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	14	0,24	11	0	1	2	
	Staphylinidae	ND	12	0,21	0	7	5	0	
	Diptera	Athericidae	<i>Atherix</i>	4	0,07	4	0	0	0
		Blephariceridae	<i>Limonicola</i>	11	0,19	0	5	6	0
Ceratopogonidae		<i>cf. Bezzia</i>	6	0,10	1	3	2	0	
		ND	8	0,14	1	7	0	0	
Chironomidae		ND	275	4,74	3	165	81	26	
		ND	372	6,41	16	175	93	88	
		<i>Podonomus</i>	1	0,02	0	1	0	0	
		ND	19	0,33	2	11	5	1	
Empididae		<i>Chelifera</i>	10	0,17	0	10	0	0	
		<i>Hemerodromia</i>	3	0,05	0	3	0	0	
Limoniidae		ND	11	0,19	0	6	0	0	
Psychodidae		<i>Maruina</i>	32	0,55	0	30	0	2	
Simuliidae		<i>Simulium</i>	844	14,54	41	378	304	121	
Tabanidae		<i>Tabanus</i>	2	0,03	0	0	2	0	
Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	6	0,10	0	5	1	0		
	<i>Tipula</i>	2	0,03	1	1	0	0		

Cont. **Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	150	2,58	0	2	21	127
		<i>Baetodes</i>	313	5,39	32	105	69	107
		<i>Camelobaetidius</i>	345	5,95	4	112	64	165
		<i>Mayobaetis</i>	3	0,05	0	3	0	0
		<i>Nanomis</i>	2	0,03	0	2	0	0
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	142	2,45	28	32	60	22
		<i>Tricorythodes</i>	610	10,51	7	257	147	199
	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	4	0,07	1	0	3	0
		<i>Thraulodes</i>	113	1,95	68	12	22	11
	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	179	3,08	13	2	96	68
Hemiptera	Mesoveliidae	ND	1	0,02	0	0	0	1
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	11	0,19	0	6	2	3
		<i>Limnocois</i>	25	0,43	1	1	17	6
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	14	0,24	0	12	0	2
Lepidoptera	Crambidae	Morfo género 1	12	0,21	0	10	0	2
		Morfo género 2	11	0,19	0	1	3	7
	Pyrilidae	Morfo género 1	41	0,71	0	12	18	11
		Morfo género 2	6	0,10	0	1	5	0
		Morfo género 3	61	1,05	0	11	50	0
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	21	0,36	4	9	8	0
Odonata	Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>	4	0,07	3	1	0	0
	Gomphidae	<i>Progomphus</i>	3	0,05	0	1	2	0
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	583	10,05	251	29	138	165
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	25	0,43	18	0	3	4
	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	8	0,14	0	0	0	8
	Glossosomatidae	<i>Culoptila</i>	100	1,72	0	100	0	0
		<i>Mortoniella</i>	74	1,28	0	72	0	2
		<i>Protoptilia</i>	85	1,46	0	84	0	1
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	52	0,90	0	39	1	12
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	20	0,34	2	0	0	18

Cont. **Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	65	1,12	60	3	0	2
		<i>Smicridea</i>	717	12,36	78	90	184	365
	Hydroptilidae	<i>Leucotrichia</i>	3	0,05	0	1	0	2
		<i>Metrichia</i>	19	0,33	0	19	0	0
		<i>Ochrotrichia</i>	4	0,07	0	3	1	0
		<i>Zumatrichia</i>	2	0,03	0	0	0	2
		<i>Atanatolica</i>	187	3,22	0	15	155	17
	Leptoceridae	<i>Grumichella</i>	12	0,21	0	12	0	0
		<i>Nectopsyche</i>	7	0,12	2	2	1	2
		<i>Oecetis</i>	5	0,09	0	2	2	1
		<i>Tripletides</i>	1	0,02	0	1	0	0
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	25	0,43	10	0	9	6
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	2	0,03	1	0	0	1
		<i>Cyrnellus</i>	2	0,03	0	0	2	0

María Fernanda Barragán  
 Universidad del Magdalena,  
 Facultad de Ciencias Básicas,  
 Programa de Biología,  
 Grupo de Investigación en Ecología Neotropical (GIEN),  
 Magdalena, Colombia  
*mafebarraganf@gmail.com*

Cesar Enrique Tamaris-Turizo  
 Universidad del Magdalena,  
 Facultad de Ciencias Básicas,  
 Programa de Biología,  
 Grupo de Investigación en Ecología Neotropical (GIEN),  
 Magdalena, Colombia  
*cesartamaris@gmail.com*

Gustavo Adolfo Rúa-García  
 Fundación para la Participación, Capacitación y la Investigación  
 Social "FUPARCIS",  
 Santa Marta, Magdalena, Colombia  
*gustavoruagarcia@gmail.com*

Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

**Citación del artículo.** Barragán, M. F., C. E. Tamaris-Turizo y G. A. Rúa-García. 2016. Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 47-61. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a05

Recibido: 21 de julio de 2016  
 Aceptado: 18 de octubre de 2016

---

# Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia: una propuesta para la planificación territorial de la región trasandina y parte de las cuencas del Orinoco y Amazonas

Freshwater ecoregions from Colombia: a proposal for territorial planning of the Transandean region and part of the Orinoco and Amazon basins

Lina M. Mesa S., Germán Corzo, Olga L. Hernández-Manrique, Carlos A. Lasso y Germán Galvis

---

## Resumen

Colombia es un país geográficamente heterogéneo debido principalmente a la orografía andina, la cual propicia una red hidrográfica que combina diferentes órdenes de drenajes, fisiografías y tipos de agua, ubicados en cuatro vertientes o cuencas: Caribe, Pacífico, Orinoquia y Amazonia. Las zonas hidrográficas o cuencas están clasificadas con base en la divisoria de aguas y han sido tratadas de forma regional solamente en términos de división política para manejar las cuencas por secciones. Una clasificación regional de los ecosistemas dulceacuícolas que conjugue tanto este criterio geográfico como uno biológico, no existe para Colombia, por lo que la planeación territorial y los tomadores de decisiones no contemplan los ecosistemas acuáticos como una unidad en sus pautas de manejo. Por ello, el objetivo de esta investigación fue proponer unidades hidrobiológicas continentales con un criterio hidrogeográfico y biológico, para lo cual se reagruparon las zonas hidrográficas oficiales de acuerdo a la composición íctica, la interpretación de la red de drenaje y las características geomorfológicas de las cuencas. Se proponen 28 ecorregiones: seis para la región Caribe, ocho para la Andina, cinco para la Pacífica y nueve cisandinas (cuatro Amazonas y cinco Orinoco). Estas ecorregiones pueden usarse como una herramienta de planificación territorial.

**Palabras clave.** Biogeografía. Peces. Planificación territorial. Zonificación hidrobiológica. Zonificación hidrográfica.

## Abstract

Colombia is a geographically diverse country mainly due to the Andean terrain, which creates a river system that combines different orders of drainages, physiography and water types, located in four areas or basins: Caribbean, Pacific, Orinoco and Amazon. Hydrographic areas or basins are classified based on the watershed and have been treated regionally only in terms of political division to manage watersheds sections. A regional classification of freshwater ecosystems that combines both geographical and biological criteria, does not exist for Colombia, so the territorial planning and decision-makers do not consider aquatic ecosystems as a unit in their management guidelines. Therefore, the objective of this research was to propose continental hydro-biological units based on hydro-geographic and biological criteria, regrouping official hydrographic areas according to their fish species composition and the interpretation of their drainage network and geomorphological characteristics. There are 28 ecoregions proposed: six for the Caribbean region, eight for the Andean, five for the Pacific and nine for cis-Andean (five for Orinoco and four for Amazonas). These ecoregions can be used as a tool of territorial planning.

**Key words.** Biogeography. Fish. Hydrobiological areas. Hydrological areas. Territorial planning.



## Introducción

La regionalización ecológica es una herramienta de gran utilidad para la comprensión del territorio y la definición de estrategias adecuadas que se deben formular para la conservación y manejo. Esta clasificación no debe permanecer en la simple descripción de las características biofísicas en una escala particular, sino que una vez detectado el patrón ecológico que define una región, el desafío es entender que lo determina y los mecanismos que lo generan y lo mantienen (McMahon *et al.* 2004). Para ecosistemas acuáticos la definición de ecorregión está dada por Abell *et al.* (2008), como un área grande que abarca uno o más sistemas y presenta un conjunto de comunidades y especies distintivo. Al interior de una ecorregión, las especies, junto con la dinámica ecológica y las condiciones ambientales, son más similares entre sí que con las de regiones ecológicas circundantes, convirtiendo a la ecorregión por sí misma en una unidad de conservación. Según Arita y Rodríguez (2002), las escalas de diversidad están delimitadas por la dimensión del área tratada y de esta forma los estudios muestran que 160.000 km<sup>2</sup> corresponden ya a una escala de diversidad gamma. La identidad de una ecorregión se debe a que esta guarda cierta homogeneidad biótica y abiótica, la cual se evidencia de acuerdo al nivel en que se realicen las interpretaciones espaciales (McMahon *et al. op. cit.*). Así, la diversidad gamma es una medida adecuada para tratar al río como un ecosistema acuático, ya que este es un sistema abierto y dinámico con unas características biofísicas determinadas, que además es transversal a gran parte del territorio, lo que supone una mayor área y diversidad.

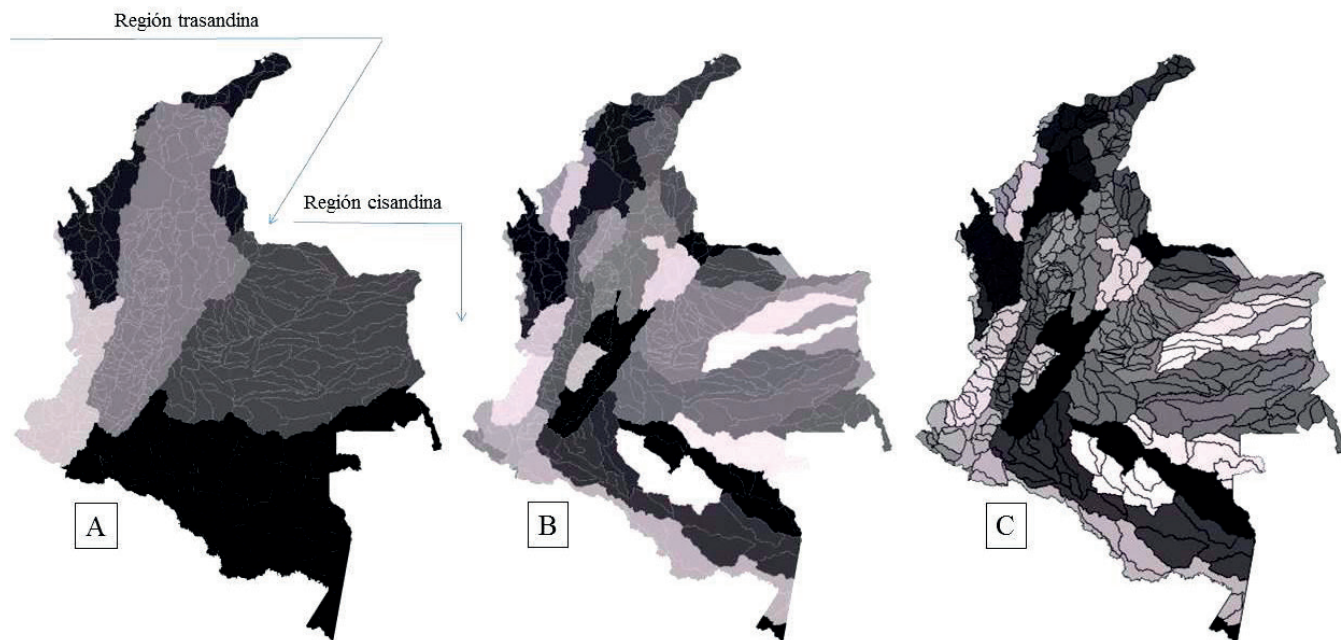
Entre los trabajos previos más resaltantes sobre ecorregionalización en ecosistemas acuáticos hay que destacar el trabajo de Abell *et al.* (2008), donde se regionalizaron desde un punto de vista biogeográfico, los ambientes dulceacuícolas de la tierra a través de los peces, considerando tanto los patrones evolutivos como los patrones ecológicos más destacados, como un aporte para la conservación de la biodiversidad acuática a nivel global. Ya Abell *et al.* (2007) habían mostrado la importancia de los ejercicios de

regionalización para el establecimiento de zonas dulceacuícolas protegidas, y que la ausencia de este tipo de figura de protección se da por la inexistencia de modelos apropiados y diseños precarios de este tipo de áreas. La propuesta de estos autores consideró nuevos conceptos como área focal, zona de manejo crítico y manejo de zonas de captura de agua, que en conjunto con lo propuesto por la IUCN, pueden usarse para categorizar ecosistemas acuáticos amenazados y así poder conservarlos. Otros antecedentes para la región neotropical, incluyen por ejemplo el trabajo de Machado-Allison *et al.* (2010) quienes definen y describen 18 subregiones biogeográficas para la cuenca del río Orinoco (Colombia y Venezuela), basados en la composición íctica. Posteriormente Galvis *et al.* (2012), brindan información para Colombia con un criterio hidrogeográfico, sobre los eventos biogeográficos históricos ocurridos en el norte de Suramérica, dando elementos sobre la historia de las biotas en la región continental de este país. También se debe resaltar el trabajo de Rodríguez-Olarte *et al.* (2011), quienes analizan la efectividad que tienen las áreas protegidas continentales en la conservación de las comunidades de peces presentes en el Caribe continental de Venezuela. La conclusión principal fue que estas áreas eran muy limitadas para la conservación de este tipo de grupo faunístico, ya que, o son muy pequeñas o sólo incluyen fragmentos de ríos y cuencas, o están en lugares donde la riqueza y diversidad de peces es mínima. En el caso colombiano, Lasso y Sánchez-Duarte (2015), en el trabajo sobre la conservación de grandes peces, demuestran a través de la distribución de estas especies, como las figuras de protección territorial en Colombia no son suficientes, representativas o efectivas para la conservación. Esta aseveración está sustentada en el hecho de que las áreas protegidas no tienen un área suficientemente amplia para conservarlas, por lo que deben aunarse esfuerzos de vedas (espaciales y temporales) para la protección efectiva. Por otro lado, estas áreas no forman un continuo. Dichos autores proponen la constitución de una figura más efectiva o novedosa que los Parques Nacionales Naturales, para conservar los ríos y planos de inundación.

Colombia cuenta con una zonificación hidrográfica basada en las características de los cuerpos de agua, tales como dirección del flujo, orden, divisoria de aguas y la estructura general de la red de drenaje. Esta zonificación permite identificar y delimitar cuencas hidrográficas con tres niveles de jerarquía: áreas, zonas y subzonas (Figura 1), los cuales parten de la premisa de que la cuenca es un área de drenaje de un curso de agua superficial o subterráneo, río o lago (Ideam 2013). En esta cuenca se expresa el ciclo hidrológico y está limitada por divisorias de agua, las cuales son las fronteras del sistema. El objetivo del Ideam con esta zonificación es clasificar y priorizar unidades de análisis que permitan la ordenación y gestión del recurso hídrico, pero sin considerar el componente biótico.

La clasificación hidrográfica en Colombia está delimitada por la topografía, encontrando los límites en las divisorias y la unidireccionalidad de los caudales a través de las geoformas. Al vincular la distribución de las especies de peces a esta clasificación, algunos

límites pueden cambiar cuando se reinterpreta la distribución de los taxones con una perspectiva histórica. La modelación de la distribución potencial de los taxones a través de los modelos de especies ha sido utilizada en ejercicios de regionalización a nivel mundial, y Colombia aún está en una fase inicial en la modelación de especies para este fin (IAvH 2015 - <http://biomodelos.humboldt.org.co/>). Particularmente los peces, han sido un grupo difícil para lograr esta meta ya que no existían a la fecha las variables acuáticas suficientes para poder aplicar los algoritmos de modelación. Sin embargo, al contar en la actualidad con información sobre la distribución actual y potencial de los peces, geomorfología general de las cuencas y algunos procesos históricos de cambios de drenajes, el objetivo de esta investigación fue proponer unidades hidrobiológicas de agua dulce basadas en criterios hidrogeográficos y biológicos, reagrupando así las zonas hidrográficas oficiales de Colombia *sensu* Ideam (2013), con la finalidad de su utilización en los ejercicios de planeación territorial y la toma de decisiones a nivel nacional.



**Figura 1.** Clasificación hidrográfica para Colombia según Ideam (2013). A) Áreas hidrográficas (vertientes), B) zonas hidrográficas (cuencas), C) subzonas hidrográficas (microcuencas).

## Material y métodos

El área de estudio estuvo enmarcada geográficamente en las áreas operativas de la empresa colombiana de petróleos (Ecopetrol) en las cuales se desarrolló el proyecto de Planeación Ambiental para la Conservación (Instituto Humboldt-Ecopetrol). Dicha región abarcó el 62 % (70'373.736,64 ha) del territorio continental de Colombia e incluyó las principales vertientes: Pacífica y Caribe (incluyendo la cuenca Magdalena-Cauca), y parte de la región cisandina de la Orinoquia y Amazonia. El 38 % del territorio que no se consideró pertenece a la parte baja de la región cisandina de la Amazonia y Orinoquia. Aun así, el área considerada es significativa ya que recoge gran parte de la heterogeneidad espacial de la geografía colombiana.

De un total de 41 zonas hidrográficas determinadas para Colombia por el Ideam (2013), el área de estudio contempló 32 de estas zonas (78 %), las cuales se reagruparon de acuerdo a los criterios mencionados a continuación.

### a) Características geomorfológicas de las cuencas e interpretación de la dirección y subdivisión de los drenajes

Se consideró la experiencia de los autores y de algunos expertos en biogeografía e ictiología del país, la cual se basó en la revisión de la zonificación hidrográfica actual de Colombia (codificación de las cuencas) (Ideam 2013), respecto a los mapas como el geológico (Gómez *et al.* 2007); el de regiones geográficas (Igac 2008); el de provincias hidrogeológicas (Ideam *op. cit.*); sistemas de acuíferos (Ideam *op. cit.*) e imágenes satelitales de Google Earth (2015). La combinación y análisis de estos recursos permitió discriminar y delimitar las formaciones geológicas más resaltantes, con los atributos que se consideraron influyen la distribución de las especies: tipo de estrechos que encauzan los ríos y limitan las distribuciones de algunas especies, abanicos aluviales, altiplanos, piedemontes, llanuras, divisorias de cabeceras no tan definidas orográficamente y planos de inundación.

### b) Distribución y composición íctica

Se sintetizó la información secundaria sobre la distribución de especies de peces continentales presentes en el área de estudio, a partir de la bibliografía disponible: Galvis *et al.* (1997), Lasso *et al.* (2004), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005), Buitrago-Suárez (2006), Ortega-Lara *et al.* (2006a, 2006b), Villa-Navarro *et al.* (2006), Galvis *et al.* (2007a, 2007b), Maldonado-Ocampo *et al.* (2008), Castellanos-Morales *et al.* (2011), Lasso *et al.* (2011), Mesa y Lasso (2011), Téllez *et al.* (2011), Maldonado-Ocampo *et al.* (2012), Mojica *et al.* (2012) y Ortega-Lara *et al.* (2012), fundamentalmente.

Se seleccionaron 108 especies de peces consideradas entidades no monofiléticas -sin antepasado común reciente- (23 familias y 6 ordenes) (Anexo 1). Estas especies fueron escogidas desde un ejercicio previo de priorización de especies realizado en el proyecto Planeación Ambiental para la Conservación – Humboldt y Ecopetrol- (González *et al.* 2015a, b, Mesa *et al.* 2015, 2016a, b) desde el cual se analizaron originalmente 426 especies de peces. La selección actual se basó en especies que tienen una distribución reconocida en el territorio estudiado y son especies importantes para la conservación debido a su función ecológica, endemismo, uso, migración y categoría de amenaza. Se excluyeron del análisis las especies de alta montaña pertenecientes a los géneros *Astroblepus* y *Eremophilus*, ya que por su distribución natural en la sección alta de las montañas pueden compartir más de una vertiente hidrográfica. También se excluyeron las especies netamente estuarianas de los géneros *Mugil*, *Pristis* y *Sciades*, debido al enfoque continental del análisis, y también las especies con vacíos de información como *Dupouyichthys* y *Leporellus*. Las localidades reportadas se georreferenciaron para poder obtener puntos de base en la construcción de mapas de distribución potencial de las especies, mediante el programa QGIS versión 2.0.1 Dufour.

### c) Semejanzas y diferencias en la composición íctica

Se construyó una matriz de presencia-ausencia de 108 especies entre las ecorregiones propuestas (Anexo 1). Con esta matriz se realizó un análisis binario de conglomerados que usó el algoritmo de agrupamiento de pares no ponderado (UPGMA -donde el clúster se une con base en la distancia media entre todos los miembros del grupo-), para corroborar la similitud ictiológica entre las regiones hidrobiológicas propuestas (27 unidades hidrobiológicas) y la distribución de las especies de peces. Para este fin se usó el programa estadístico PAST versión 3.01, con el cual se calculó el coeficiente de similitud de Simpson (usado para calcular la diversidad  $\gamma$  entre regiones geográficas amplias), definido como  $M/N_{\min}$ , donde  $N_{\min}$  es el menor número de presencia entre dos asociaciones. Este índice trata dos asociaciones como idénticas, si una es una submuestra de la otra, haciéndolo muy útil para datos fragmentarios, ya que no se ve afectado por el tamaño de la muestra (Hammer *et al.* 2001). La similitud entre regiones se considera significativa a partir del valor de 66,6 % donde una fauna es la mitad del tamaño de la otra (Sánchez y López 1988).

## Resultados

Se reconocen 28 ecorregiones de agua dulce para Colombia (Figura 2). Con el análisis de similitud de Simpson se corroboró la identidad ictiogeográfica de las ecorregiones propuestas agrupadas en dos grandes regiones y cuatro vertientes o macrocuencas a) Región Trasandina: 1) cuencas de la región Pacífica, 2) cuencas del Magdalena, Cauca, Catatumbo y los drenajes directos al Caribe; b) Región Cisandina: 3) cuencas del Orinoco y el Amazonas (Figura 3, Tabla 1).

### 1) Región trasandina

Se entiende por esta región el área comprendida entre los valles interandinos que se forman entre las cordilleras Oriental, Central y Occidental. La conforman la vertiente Pacífica y Caribe (Figura 1).

### Vertiente Pacífica

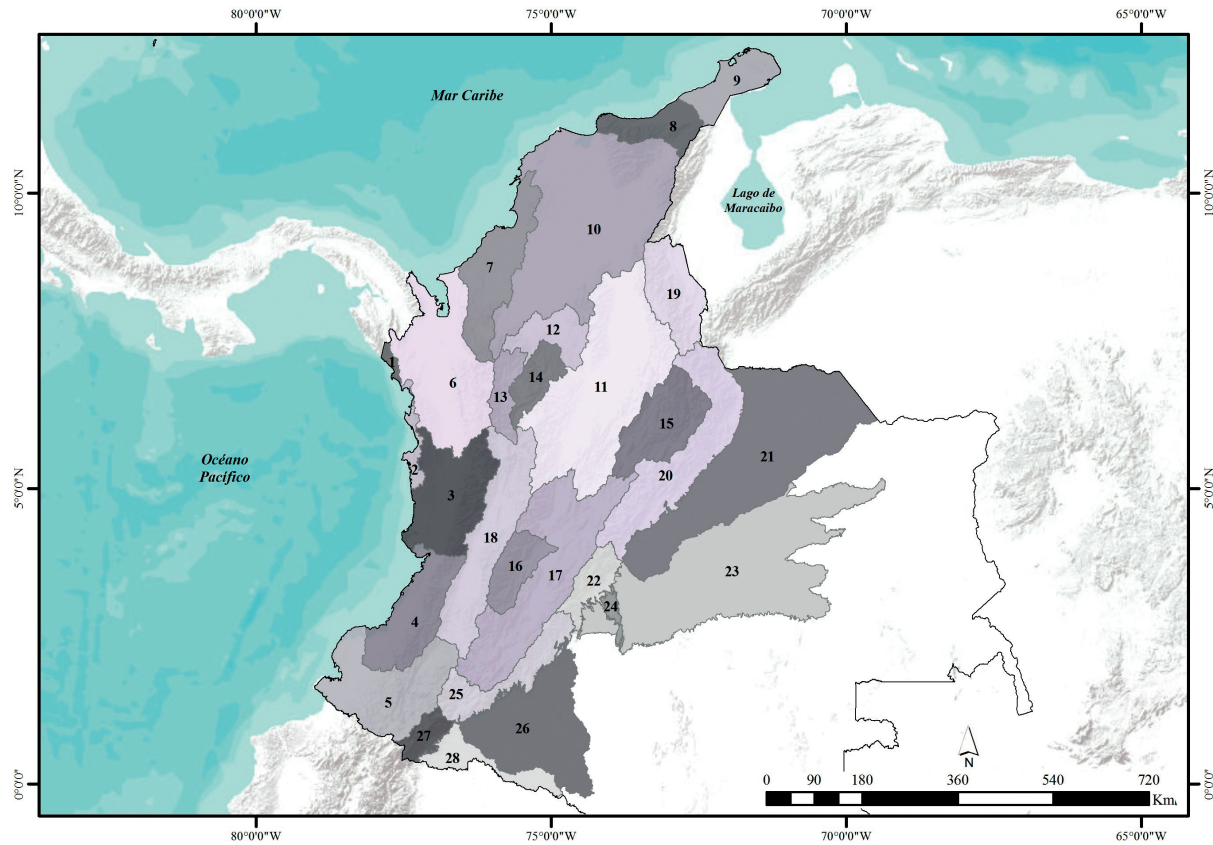
Incluye las siguientes ecorregiones, las cuales se agrupan por su posición latitudinal, geomorfología y composición íctica.

**1) Juradó, 2) Utría, 3) San Juan-Baudó-alto Atrato** (Figura 2). Estas tres ecorregiones están en el Pacífico norte de Colombia, el cual lo delimita la falla de Garrapatas (Bedoya *et al.* 2009). La franja litoral de esta porción es escarpada (acantilados) con un clima que va desde muy húmedo en Utría y Juradó, a pluvial en San Juan, Baudó y alto río Atrato. Las dos primeras ecorregiones incluyen ríos cortos que drenan directamente al Pacífico. La serranía del Baudó separa hacia el oriente la ecorregión que incluye a las cuencas del Baudó, San Juan y la porción alta del río Atrato.

Las especies de peces del alto río Atrato están expuestas a una conexión temporal con las presentes en el alto río San Juan, a través del arco estructural Istmina – Condoto el cual solo tiene 60 m s.n.m. (West 2000) y funciona como barrera intermitente entre las dos vertientes dependiendo del periodo hidrológico.

**4) Amarales-Dagua, 5) Patía-Mira** (Figura 2). Estas dos ecorregiones están ubicadas en la porción más al sur y occidental del país. Al sur incluyen el río Mira y al norte el río Dagua, con valles estrechos subxerófitos en gran parte de la cuenca. El resto de la red hidrográfica incluye ríos cortos con dirección oriente-occidente, que en la parte baja son planos formando manglares extensos. El clima en esta franja litoral es cálido y va de muy húmedo a pluvial en la ecorregión de Amarales-Dagua.

Las especies de peces dulceacuícolas presentes en esta vertiente presentan cierta afinidad entre las ecorregiones Patía-Mira, Amarales-Dagua y Utría por un lado, y entre el San Juan-Baudó-alto Atrato y Juradó por el otro (Figura 3).



**Figura 2.** Ecorregiones dulceacuícolas propuestas para Colombia. 1) Juradó, 2) Utría, 3) San Juan-Baudó-Alto Atrato, 4) Amarales-Dagua, 5) Patía-Mira, 6) bajo Atrato, 7) Urabá-Sinú, 8) norte de la Sierra Nevada, 9) Caribe-Guajira, 10) bajo Magdalena, 11) medio Magdalena, 12) bajo Cauca, 13) estrecho Cauca, 14) alto Nechí, 15) Suárez-Chicamocha, 16) Saldaña, 17) alto Magdalena, 18) alto-medio Cauca, 19) Catatumbo, 20) piedemonte bajillanura, 21) bajillanura, 22) piedemonte altillanura guayanesa, 23) altillanura guayanesa, 24) serranía de La Macarena, 25) piedemonte Caquetá, 26) medio Caquetá, 27) piedemonte Putumayo, 28) medio Putumayo.

### *Vertiente Caribe*

Incluye las siguientes ecorregiones agrupadas por su posición latitudinal y longitudinal, geomorfología y composición íctica, esta última para algunas ecorregiones determinada por su singularidad.

**6) Bajo Atrato, 7) Urabá-Sinú, 8) norte de la Sierra Nevada, 9) Caribe-Guajira** (Figura 2). Estas ecorregiones drenan directamente al mar Caribe, tienen en general un clima cálido seco, excepto la región del Golfo de Urabá que es muy húmeda y la Guajira que es árida. El bajo Atrato y Urabá-Sinú se encuentran al occidente de la falla de Romeral, mientras que más al norte, separadas por el costado sur de la Sierra Nevada de Santa Marta, están las ecorregiones norte

de la Sierra Nevada y Caribe-Guajira. Corresponden a provincias hidrogeológicas costeras y orográficas cuando se encuentran influenciadas por la Sierra, las cuales delimitan el occidente y norte del país. Los principales ríos que caracterizan cada una de estas ecorregiones son el Atrato (en su tramo bajo), el Sinú y el Ranchería al norte, como límite entre la unidad norte de la Sierra Nevada y Caribe-Guajira. Esta última carece de un drenaje que la delimite.

La similitud faunística está dada por las especies que se distribuyen en las partes bajas de los ríos y comparten esta distribución caribeña (Figura 3).

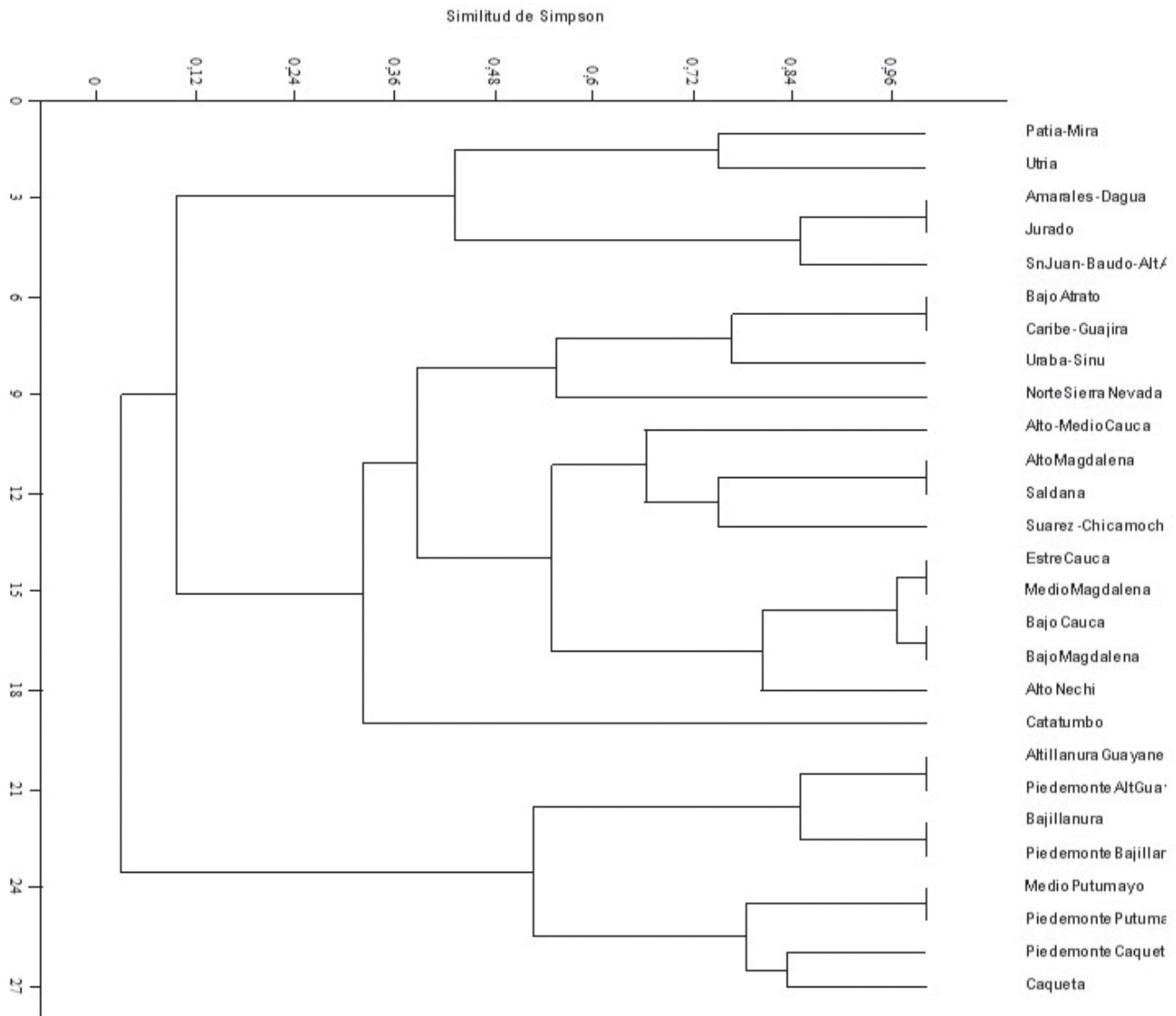


Figura 3. Dendrograma de similitud de Simpson para las ecorregiones dulceacuicolas propuestas para Colombia.

**Tabla 1.** Clasificación de las regiones, vertientes y ecorregiones dulceacuícolas de Colombia.

Región	Vertiente o subregión	Ecorregión
Trasandina	Pacífica	1. Juradó 2. Utría 3. San Juan-Baudó-Alto Atrato 4. Amarales-Dagua 5. Patía-Mira
	Caribe	6. Bajo Atrato 7. Urabá-Sinú 8. Norte de la Sierra Nevada 9. Caribe-Guajira 10. Bajo Magdalena 11. Medio Magdalena 12. Bajo Cauca 13. Estrecho Cauca 14. Alto Nechí 15. Suárez-Chicamocha 16. Saldaña 17. Alto Magdalena 18. Alto-Medio Cauca 19. Catatumbo
Cisandina	Orinoco	20. Piedemonte Bajillanura 21. Bajillanura 22. Piedemonte Altillanura Guayanesa 23. Altillanura Guayanesa 24. Serranía de la Macarena
	Amazonas	25. Piedemonte Caquetá 26. Medio Caquetá 27. Piedemonte Putumayo 28. Medio Putumayo

**10) Bajo Magdalena, 11) medio Magdalena, 12) bajo Cauca, 13) estrecho Cauca, 14) alto Nechí** (Figura 2). En la cuenca del Magdalena y Cauca se encuentra un grupo de ecorregiones que pertenecen a la parte media y baja de estos dos ríos, las cuales se ubican sobre planicies de llanuras aluviales de depresiones tectónicas y deltas (Flórez 2003) y orográficas respecto a la Sierra Nevada de Santa Marta, serranías de Perijá, San Lucas, Ayapel y San Jerónimo. También se incluyen fallas en forma de estrechos valles y cañones.

Estas ecorregiones forman un grupo altamente significativo por la composición íctica, están subdivididas entre el bajo Magdalena y bajo Cauca, el medio Magdalena y el estrecho Cauca, incluyendo el alto río Nechí como unidad singular asociada a la rama del Cauca-Magdalena (Figura 3).

**15) Suárez-Chicamocha, 16) Saldaña, 17) alto Magdalena, 18) alto-medio Cauca** (Figura 2). Estas ecorregiones están caracterizadas por la geomorfología de valles longitudinales a las cordilleras Oriental, Central y Occidental. Se encuentran ubicados a altitudes mayores a los 1000 metros, con clima cálido a templado y baja pluviosidad.

Este grupo es significativo debido a la similitud faunística entre el alto Magdalena y el río Saldaña, y entre estos con las cabeceras del río Sogamoso (Suárez-Chicamocha). El alto y medio río Cauca se unen basalmente a estas regiones magdalénicas (Figura 3).

**19) Catatumbo.** Ecorregión orográfica con clima cálido seco. La red de drenaje la compone la cuenca del río Catatumbo, afluente importante del costado occidental del Lago de Maracaibo.

La posición en el dendograma está asociada claramente a los drenajes caribes, pero con una significancia baja, lo que la convierte en una ecorregión singular que se diferencia claramente del conjunto de las ecorregiones de la vertiente Caribe (Figura 3).

## 2) Región cisandina

Esta área comprende las regiones al oriente de los Andes, que incluyen las vertientes de las cuencas del Orinoco y del Amazonas (Figura 1).

### *Vertiente Orinoco*

Incluye las siguientes ecorregiones agrupadas por su posición latitudinal y altitudinal, geomorfología y composición íctica.

**20) Piedemonte bajillanura, 21) bajillanura, 22) piedemonte altillanura guayanesa, 23) altillanura guayanesa, 24) serranía de La Macarena** (Figura 2). Estas ecorregiones se caracterizan por representar por un lado la cubeta de inundación de los llanos bajos susceptible a la inundación, y por otro la llanura alta que no se inunda.

Ambas unidades (bajillanura y altillanura) se extienden hasta los 100 m de altitud. Por otro lado, están los piedemontes respectivos, que van aproximadamente desde los 300 m en la bajillanura, y desde los 500 m de altitud en la altillanura. Ambos hasta la divisoria de agua en las cabeceras de la cordillera Oriental.

También se incluye la serranía de La Macarena como un territorio emergido con condiciones geológicas particulares. Esta ecorregión no se incluyó en el dendograma porque no contó con la revisión de información secundaria referente a su ictiofauna. No obstante es claramente diferenciable tanto por su singularidad en la composición íctica como por su geomorfología e historia geológica.

### *Vertiente Amazonas*

Incluye las siguientes ecorregiones agrupadas por su posición latitudinal y altitudinal, geomorfología y composición íctica.

**25) Piedemonte Caquetá, 26) medio Caquetá, 27) piedemonte Putumayo, 28) medio Putumayo** (Figura 2). Estas cuatro ecorregiones están definidas por las cuencas hidrográficas a las cuales pertenecen



y sus respectivos piedemontes desde los 500 m de altitud, hasta la divisoria de agua en las cabeceras en el macizo donde se forman las tres cordilleras de los Andes colombianos, y por otro lado desde el límite inferior de estos piedemontes hacia la sección media de las cuencas (hasta los 200 m de altitud), en donde comienzan los planos de inundación del canal principal de los ríos.

Los grupos formados para cada una de estas dos vertientes son altamente significativos, indicando una clara diferenciación en la composición de especies entre el Orinoco y el Amazonas. Entre las ecorregiones de la vertiente del Amazonas, hay una diferenciación importante respecto al piedemonte en la rama del Caquetá y alto Caquetá (Figura 3).

## Discusión


En Colombia la planificación territorial que vincula a las cuencas hidrográficas está subdividida en cuatro niveles. El primero se refiere a las áreas hidrográficas donde se aporta a la planificación estratégica desde la visión de macrocuencas y planes del orden

nacional. Un segundo nivel corresponde a las zonas hidrográficas donde se desarrollan los programas nacionales de monitoreo del recurso hídrico. El tercer nivel corresponde a las cuencas o parte de ellas, llamadas subzonas hidrográficas o niveles subsiguientemente menores, donde se desarrollan a nivel regional o local, los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas conocidos como POMCAS. Por último, un cuarto nivel donde se consideran los planes de manejo particulares a las microcuencas y acuíferos (Tabla 2) (MADS 2014a).

La visión del país es la articulación de estos cuatro niveles que van desde lo nacional hasta lo local, para lo cual todos los ejercicios de planificación deben basarse en los insumos generados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), el cual es el encargado de generar la información base requerida para el país y sus demandas de conocimiento en pro de ordenar y planificar el territorio.

No obstante, la zonificación hidrográfica de Colombia se basa únicamente en la fisiografía de las cuencas,

**Tabla 2.** Niveles de planificación territorial según la zonificación hidrográfica de Colombia.

Niveles	Acciones	Ámbito
1. Áreas hidrográficas o macrocuencas	Planificación estratégica desde macrocuencas y planes nacionales. Por ejemplo la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Nacional local
2. Zonas hidrográficas o cuencas	Programas de monitoreo del recurso hídrico desde grandes cuencas hidrográficas. Por ejemplo el programa Manejo Integrado de la cuenca del río Magdalena (TNC como asesor del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible).	
3. Subzonas hidrográficas o microcuencas	Planes de ordenación y manejo para porciones de grandes cuencas o niveles menores como microcuencas (POMCAS).	
4. Microcuencas y acuíferos	Planes de manejo particulares para microcuencas y acuíferos. Por ejemplo estudios derivados para desarrollos hidroenergéticos.	Local

las cuales han servido históricamente también en la generación de los límites geopolíticos de los departamentos y los municipios que pertenecen a estos últimos, los cuales se convierten en pequeños fragmentos de las cuencas donde se asientan.

Por ello, el reto es entender cómo ir más allá de los límites estrictamente hidrográficos. Para tener una visión más integral de los ecosistemas, lo cual se lograría a través de la inclusión del componente biológico en nuevos ejercicios que contribuyan a la propuesta de límites de ordenación y planificación adecuados con una visión ecosistémica. El Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS 2014b), ratificando que no hay una línea de acción ni una base de información clara en cuanto a la sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos, decide promover un nuevo reto para el país que tienda hacia una política pública de los recursos acuáticos en donde se formulen los objetivos y estrategias para lograrlos. En lo que concierne a los espacios continentales, la delimitación de estos ecosistemas se debe basar en la zonificación hidrográfica combinada con la cobertura de la tierra a escala 1:100.000 (Ideam 2010). Sin embargo, este esfuerzo no supera los límites hidrográficos porque solamente incluye los diferentes biomas y no divide estrictamente las cuencas. En el 2015 se publicó el Atlas del potencial hidroenergético para Colombia (Obregón 2015), en donde es evidente la capacidad de generación de 9139 cuencas que incluyen gran parte de las macrocuencas trasandinas colombianas. Para ello, se usaron criterios topográficos y climáticos muy bien soportados, pero nuevamente sin tener en cuenta el componente biológico, ni en el diseño ni en los impactos que puedan llegar a tener estos desarrollos futuros.

Teniendo en cuenta que desde una perspectiva conceptual, las ecorregiones no deben ser construidas solamente describiendo los patrones espaciales, sino que deben evidenciar el patrón ecológico, descubrir qué determina ese patrón y el mecanismo que lo genera y mantiene, es justo el desafío que tienen en su formulación (McMahon *et al.* 2004) y hacia el cual deberían enfocarse las futuras investigaciones. Sin embargo, en términos pragmáticos uno de los principales retos de las hipótesis de

ecorregionalización es la buena resolución de los datos, ya que a una escala menor se obvian muchas particularidades. Este fue el caso del trabajo de Abell *et al.* (2008), que al manejar un nivel global, dejaron prácticamente por fuera todas las particularidades biogeográficas del norte de Suramérica. Sin embargo, es la mejor aproximación continental con la que se cuenta hasta el día de hoy.

La necesidad de una hipótesis de regionalización planteada a una escala adecuada, tal que permita la obtención de información biológica apropiada para evidenciar procesos más funcionales de los ecosistemas, como por ejemplo la composición íctica de grupos funcionales comunes y no comunes a determinadas ecorregiones en cuanto a los gremios tróficos, distribución espacial en el gradiente, tipos de desplazamiento como migración, etc., es justamente lo que se persiguió en el presente trabajo. No obstante, varios de los límites de las ecorregiones propuestas en esta investigación, corresponden a las divisorias de aguas, debido a que la escala considerada (1:100.000), corresponde a las expectativas del nivel regional, y la complejidad de la orografía trasandina a ese nivel dificultó la subdivisión por cotas altitudinales. Aun así, se establece un precedente que según los objetivos de conservación particulares, sirve como base en la implementación de análisis internos a cada ecorregión, en donde dichas áreas se podrían subdividir a su vez por cotas altitudinales en donde haya un recambio en la composición íctica. Siempre teniendo presente de que estas diferencias dependen de la cordillera que se trate, ya que por ejemplo la cordillera Occidental maneja umbrales altitudinales menores que los de su homóloga Central u Oriental en algunos sectores.

Las diferencias principales entre las áreas hidrográficas del Ideam *versus* las ecorregiones acuáticas aquí propuestas (Figura 1A y Figura 2), se encuentran en la región Caribe a nivel del bajo Magdalena, donde la ecorregión bajo Magdalena trata el conjunto de drenajes sin diferenciar el canal del Dique y los drenajes directos en esta porción. La segunda diferencia notable es la división que se propone en la cuenca del río Atrato, en donde se une la porción alta de esta cuenca con los drenajes pacíficos

del San Juan y Baudó. En términos biogeográficos se incluye la porción alta del río Atrato como una unidad anidada al alto río San Juan, argumentado por la existencia del alto estructural de Istmina-Condoto (West 2000), como barrera intermitente que sirve de límite y conexión temporal de las dos cuencas. También algunas especies compartidas entre esta porción alta de la cuenca con el San Juan, corrobora esta subdivisión (Tabla 3). Adicionalmente, la

cuenca del río Baudó se une a su vez al río San Juan, quedando la parte media baja del río Atrato como bajo Atrato, el cual drena hacia el Caribe. Además la cuenca del Catatumbo se propone como una entidad diferenciada de las demás porciones caribeñas dada la composición de especies, en gran proporción endémicas de esta ecorregión, y estrechamente relacionadas con la cuenca del Lago de Maracaibo en Venezuela (Figura 2).

**Tabla 3.** Especies de peces presentes en las ecorregiones propuestas como San Juan-Baudó-alto Atrato y bajo Atrato vs. las zonas y subzonas propuestas por el Ideam (2013).

Ideam (2013)			<i>Chaetostoma fisheri</i>	<i>Chaetostoma leucomelas</i>	<i>Geophagus pellegrini</i>	<i>Gymnotus choco</i>	<i>Hypostomus honda</i>
Ecorregiones dulceacuícolas	Zonas hidrográficas	Subzonas hidrográficas					
3. San Juan- Baudó- Alto Atrato	Baudó - Directos Pacífico	Río Baudó				1	1
		Ríos Calima y Bajo San Juan				1	
	San Juan	Río Tamaná y otros directos San Juan	1				
		Río San Juan Alto	1	1	1	1	
	Atrato - Darién	Alto Atrato			1		
		Río Quito				1	
6. Bajo Atrato	Atrato - Darién	Río Cabi y otros directos Atrato (md)				1	
		Directos Atra- to entre ríos Quito y Bojayá (mi)				1	
		Río Sucio	1				
		Río Murindó - directos al Atrato			1		
		Río Tanela y otros directos al Caribe	1		1		
		Río Salaquí y otros directos Bajo Atrato				1	1

**Tabla 4.** Comparación de las principales diferencias entre las zonas hidrográficas (Ideam 2013) y las ecorregiones dulceacuícolas propuestas para Colombia.

Áreas con diferencias	Zonas hidrográficas (Ideam)	Ecorregiones
1. La Región Caribe y el bajo Magdalena	Caribe – Guajira	Caribe – Guajira
		Norte de la Sierra Nevada
	Bajo Magdalena (porción)	
	Caribe - Litoral (porción)	
	Bajo Magdalena (porción) - Cauca - San Jorge	Bajo Magdalena
	Cesar	
	Sinú	
	Caribe - Litoral (porción)	Urabá - Sinú
	Bajo Magdalena (porción)	
	Caribe - Litoral (porción)	Bajo Atrato
Atrato - Darién (porción)		
2. Juradó y drenajes pacíficos Patía-Mira	Atrato - Darién (porción)	
	San Juan	San Juan-Baudó-Alto Atrato
	Baudó - directos Pacífico	
	Pacífico directos	Jurado
		Utría
	Patía	Patía-Mira
3. Cauca-Estrecho Cauca-Bajo Cauca y alto Nechí	Cauca	Alto-Medio Cauca
		Estrecho Cauca
		Bajo Cauca
	Nechí	Bajo Cauca (porción)
		Alto Nechí
4. Sogamoso	Medio Magdalena	Medio Magdalena
	Sogamoso	
	Sogamoso (porción)	Suárez-Chicamocha
5 y 6. Piedemontes y partes medias bajas de la porción cisandina	Arauca (porción)	
	Casanare (porción)	Piedemonte Bajillanura
	Meta (porción)	

Cont. **Tabla 4.** Comparación de las principales diferencias entre las zonas hidrográficas (Ideam 2013) y las ecorregiones dulceacuícolas propuestas para Colombia.

Áreas con diferencias	Zonas hidrográficas (Ideam)	Ecorregiones
5 y 6. Piedemontes y partes medias bajas de la porción cisandina	Arauca (porción)	Bajillanura
	Casanare (porción)	
	Meta (porción)	
	Orinoco directos	
	Guaviare (porción)	Piedemonte altillanura guayanesa
	Guaviare (porción)	Altillanura guayanesa
	Meta (porción)	
	Vichada	
	Tomo	
	Putumayo (porción)	Piedemonte Putumayo
	Napo	
	Putumayo (porción)	Medio Putumayo
	Caquetá (porción)	Piedemonte Caquetá
	Caguán (porción)	
	Caquetá (porción)	Medio Caquetá
	Caguán (porción)	

Las principales diferencias a nivel de los límites de las zonas hidrográficas propuestas por el Ideam *versus* las ecorregiones acuáticas (Figura 1B *vs.* Figura 2), se muestran en la Tabla 4. Las diferencias radican fundamentalmente en los límites establecidos por unas y otras. Así, para la vertiente Caribe hay discrepancia entre los límites de lo denominado Caribe-Guajira, Caribe-litoral y Atrato–Darién, además de las porciones bajas de las cuencas Magdalena y Cauca. La vertiente Pacífica también cambia los límites al compararla con las ecorregiones, e incluye las cuencas del Atrato, San Juan, Baudó, drenajes directos y las zonas de Patía y Mira, donde se muestran las diferencias. Para la región cisandina es notable la agrupación de las zonas hidrográficas en solo ocho ecorregiones (Tabla 4).

También es importante mencionar que debido a que el grupo de peces dulceacuícolas que se trató es diverso y polifilético, no se realizó un análisis de parsimonia de endemismos (PAE), sino uno de similitud entre regiones por el nivel tratado (gran parte del país). Se establece que el análisis de diversidad indicado es a escala del paisaje, para así obtener respuestas sobre la diversidad gamma. Por ello, se usó el índice de similitud de Simpson en la construcción del dendograma, en vez de los que evalúan la diversidad a nivel local, o las diferencias en la composición de especies entre comunidades, como Morisita y Jaccard (Sánchez y López 1988, Arita y Rodríguez 2001, Moreno 2001 y Murguía y Rojas 2001).

## Conclusiones

Las mayores diferencias entre las ecorregiones propuestas en este trabajo y las zonas hidrográficas oficiales reconocidas para Colombia, están sustentadas en la composición de especies y en la geomorfología que delimita la distribución de las mismas. El enfoque que integra el componente biológico con el hidrográfico da una visión más integral del territorio, al tener un contenido ecológico y expresar la historia natural de algunos organismos. Por último, es importante recalcar que aproximaciones como las planteadas en el presente trabajo serían de gran utilidad para ejercicios de planeación territorial, generación de planes de conservación de los recursos acuáticos y propuestas en ejercicios de compensación ambiental en aguas continentales.

## Agradecimientos

A Ecopetrol S.A. ya que esta investigación se realizó en el marco del proyecto Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en el Áreas Operativas de Ecopetrol. A Diego Córdoba por su invaluable ayuda en la generación de los mapas y a los evaluadores anónimos por sus observaciones y sugerencias.

## Bibliografía

Abell, R., J. D. Allan y B. Lehner. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation* 134: 48-63.

Abell, R., M. L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandraka, S. Contreras B., W. Bussing, M. L. J. Stiassny, P. Skelton, G. R. Allen, P. Unmack, A. Naseka, N. G. Rebecca, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J. V. Higgins, T. J. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H. L. López, R. E. Reis, J. G. Lundberg, M. H. Sabaj P. y P. Petry. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58 (5): 403-414.

Arita, T. y P. Rodríguez. 2001. Ecología geográfica y macroecología. Pp: 63-80. *En: Llorente B., J. y J. J. Morrone (Eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones.* Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F.

Arita, H. T. y P. Rodríguez. 2002. Geographic range, turnover rate and the scaling of species diversity. *Ecography* 25:541-550.

Bedoya, G., F. Cediél, I. Restrepo-Correa, C. Cuartas, G. Montenegro, M. I. Marin-Cerón, J. Mojica y R. Cerón. 2009. Aportes al conocimiento de la evolución geológica de las cuencas Atrato y San Juan dentro del arco de Panamá-Chocó. *Boletín de Geología* 31 (2): 69-81.

Buitrago-Suárez, U. A. 2006. Anatomía comparada y evolución de las especies de *Pseudoplatystoma* Bleeker 1862 (Siluriformes: Pimelodidae). *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 30 (114): 117-141.

Castellanos-Morales, C. A., L. L. Marino-Zamudio, L. Guerrero-V. y J. A. Maldonado-Ocampo. 2011. Peces del departamento de Santander, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 35 (135): 189-212.

Eschmeyer, W. N., R. Fricke y R. van der Laan (Eds.). 2016. Catalog of fishes: genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Versión electrónica consultada 30 febrero 2016.

Eschmeyer, W. N. y J. D. Fong. 2016. Species by family/subfamily. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Versión electrónica consultada 30 febrero 2016.

Flórez, A. 2003. Colombia: evolución de sus relieves y modelados. Universidad Nacional de Colombia, Red de Estudios de Espacio y Territorio, RET, Unibiblos. 238 pp.

Galvis, G., J. I. Mojica y M. Camargo. 1997. Peces del Catatumbo. Ecopetrol-Oxy-Shell Asociación Cravo Norte. D'Vinni Editores. Ltda. Bogotá, D. C., Colombia. 188 pp.

Galvis, G., P. Sánchez-Duarte, L. M. Mesa S., Y. López-Pinto, M. A. Gutiérrez-E, A. Gutiérrez-Cortés, M. Leiva C. y C. Castellanos C. 2007a. Peces de la Amazonia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Universidad Nacional de Colombia e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). Bogotá D. C., Colombia. 489 pp.

Galvis, G., J. I. Mojica, F. Provenzano, C. A. Lasso, D. C. Taphorn B., R. Royero, C. Castellanos C., A. Gutiérrez C., M. A. Gutiérrez-E, Y. López-Pinto, L. M. Mesa, P. Sánchez-Duarte y C. A. Cipamocha. 2007b. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Universidad Nacional de Colombia e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). Bogotá D. C., Colombia. 489 pp.

Galvis, G., L. M. Mesa S. y C. A. Lasso. 2012. Biogeografía continental colombiana: un enfoque desde la hidrografía. Pp: 81-90. *En: Páez, V. P., M. A.*

- Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds.). 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Gómez T., J., A. Nivia, N. E. Montes, D. M. Jiménez, M. L. Tejada, J. Sepúlveda, J. A. Osorio, T. G. Narváez, H. Diederix, H. Uribe y M. Mora (Compiladores). 2007. Mapa geológico de Colombia. Escala 1: 2'800.000. Ingeominas, segunda edición. Bogotá D. C., Colombia.
- González, M. F., A. Díaz-Pulido, J. Aguilar-Cano, L. M. Mesa-S. y M. Portocarrero-Aya. 2015a. Priorización de especies y definición de objetos de conservación para las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Pp. 71-80. *En*: Portocarrero-Aya, M., G. Corzo y M. E. Chaves (Eds.). 2015. Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel Regional. Volumen 2 Tomo 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia.
- González, M. F., A. Díaz-Pulido, L. M. Mesa S. y M. Portocarrero-Aya. 2015b. Priorización de especies. Pp. 76-128 y 150-172. *En*: González, M. F., A. Díaz-Pulido, L. M. Mesa, G. Corzo, M. Portocarrero-Aya, C. Lasso, M. E. Chaves y M. Santamaría (Eds.). 2015. Catálogo de biodiversidad de la región orinoquense. Volumen 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia.
- Google Earth. 2015. Versión 7.1.5.1557; fecha de compilación: 5.VIII.2015.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1): 1-9 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2015. <http://biomodelos.humboldt.org.co/>; última consulta: 5.VII.2015.
- Ideam - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia -Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. 421 pp.
- Ideam - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2013. Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia. 46 pp.
- Igac - Instituto Geografico Agustin Codazzi. 2008. Regiones geográficas. Escala 1:7'500.000. Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. Maldonado, C. DoNascimento, D. Taphorn, F. Provenzano, Ó. M. Lasso A., G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suárez, A. Ortega L. y M. Lugo. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-157.
- Lasso, C. A. y P. Sánchez-Duarte. 2015. Conservación de grandes peces de agua dulce en áreas no protegidas de Colombia. Capítulo 1. Pp: 27-52. *En*: Payán, E., C. A. Lasso y C. Castaño Uribe (Eds.). 2015. I. Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil. Serie Editorial Fauna Silvestre Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Lasso, C. A., E. Agudelo, L. F. Jiménez-Segura, H. Ramírez-Gil, M. A. Morales-Betancourt, R. E. Ajiaco-Martínez, F. de P. Gutiérrez, J. S. Usma, S. E. Muñoz y A. I. Sanabria. (Eds.). 2011. I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 715 pp.
- Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte, O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Pp: 216-257. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.
- MADS – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014a. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS. 104 pp.
- MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014b. V informe nacional de biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C. 101 pp.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma O., G. Galvis, F. A. Villa-Navarro, L. Vasquez, S. Prada

- y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 346 pp.
- Maldonado-Ocampo, J. A., R. P. Vari y J. S. Usma. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 143-237.
- Maldonado-Ocampo, J. A., J. S. Usma O., F. Villa-Navarro, A. Ortega-Lara, S. Prada-Pedrerros, L. F. Jiménez-Segura, U. Jaramillo-Villa, A. Arango, T. S. Rivas y G. C. Sánchez. 2012. Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D. C., Colombia. 400 pp.
- McMahon, G., E. D. B. Wiken y D. A. Gauthier. 2004. Toward a scientifically rigorous basis for developing mapped ecological regions. *Environmental Management* 34 (1): S111-S124.
- Mesa S., L. M. y C. A. Lasso. 2011. III. Revisión del género *Apistogramma* Regan 1913 (Perciformes, Cichlidae) en la cuenca del río Orinoco. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 192 pp.
- Mesa-S. L. M., J. A. Maldonado-Ocampo, J. S. Usma, F. Villa-Navarro y M. Franco. 2015. Peces. Pp. 101-104. *En*: Portocarrero-Aya, M., G. Corzo y M. E. Chaves (Eds.). 2015. Catálogo de biodiversidad de las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel Regional. Volumen 2 Tomo 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación Ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia.
- Mesa-S., L. M., A. Diaz-Pulido, M. F. González, J. Aguilar-Cano y M. Portocarrero-Aya. 2016a. Priorización de especies y definición de objetos de conservación para la región caribe. Pp. 62-71. *En*: Mesa-S., L. M., M. Santamaría, H. García y J. Aguilar-Cano (Eds.). Catálogo de biodiversidad de la región caribe colombiana. Volumen 3. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia.
- Mesa-S., L. M., A. Acero, C. Ardila, V. Atencio, G. Galvis y L. Nieto. 2016b. Peces. Pp. 96-98 y 161-162. *En*: Mesa-S., L. M., M. Santamaría, H. García y J. Aguilar-Cano (Eds.). Catálogo de biodiversidad de la región caribe colombiana. Volumen 3. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C., Colombia.
- Mojica, J. I., J. S. Usma O., R. Álvarez L. y C. A. Lasso (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 319 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. I. Zaragoza, España. 84 pp.
- Murguía, M. y F. Rojas. 2001. Biogeografía cuantitativa. Pp: 39-47. *En*: Llorente B., J. y J. J. Morrone (Eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F.
- Nelson, J. S., T. C. Grande y M. V. H. Wilson. 2016. Fishes of the world. Fifth edition, John Wiley y Sons. New Jersey, United States of America. 707 pp.
- Obregón, N. N. 2015. Atlas potencial hidroenergético de Colombia 2015. Unidad de planeación minero energética (UPME), Pontificia Universidad Javeriana, Colciencias, Ideam, Igac. Bogotá, D. C., Colombia. 160 pp.
- Ortega-Lara, A., J. S. Usma, P. A. Bonilla y N. L. Santos. 2006a. Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1): 39-54.
- Ortega-Lara, A., J. S. Usma, P. A. Bonilla y N. L. Santos. 2006b. Peces de la cuenca del río Patía, vertiente del Pacífico colombiano. *Biota Colombiana* 7 (2): 179-190.
- Ortega-Lara A., O. M. Lasso-Alcalá, C. A. Lasso, G. Andrade y J. D. Bogotá-Gregory. 2012. Peces de la cuenca del río Catatumbo, cuenca del Lago de Maracaibo, Colombia y Venezuela. *Biota Colombiana* 13 (1): 71-98.
- Rodríguez-Olarte, D., D. C. Taphorn y J. Lobón-Cerviá. 2011. Do protected areas conserve neotropical freshwater fishes? A case study of a biogeographic province in Venezuela. *Animal Biodiversity and Conservation* 34 (2): 273-285.
- Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana* 75: 119-145.
- Téllez, P., P. Petry, T. Walschburger, J. Higgins y C. Apse. 2011. Portafolio de conservación de agua dulce para la



- Cuenca del Magdalena-Cauca. Programa NASCA The Nature Conservancy y Cormagdalena. 203 pp.
- Villa-Navarro, F. A., P. T. Zúñiga-Upegui, D. Castro-Roa, J. E. García-Melo, L. J. García-Melo y M. E. Herrada-Yara. 2006. Peces del alto Magdalena, cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1): 3-22.
- West, R. C. 2000. Las tierras bajas del Pacífico colombiano. Instituto Colombiano de Antropología e Historia. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá. 301 pp.

**Anexo 1.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Orden Myliobatiformes</b>																												
<b>Familia Potamotrygonidae</b>																												
<i>Paratrygon aiereba</i> (Müller & Henle 1841)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Potamotrygon constellata</i> (Vaillant 1880)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Potamotrygon magdalenae</i> (Duméril 1865)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Potamotrygon orbignyi</i> (Castelnau 1855)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Potamotrygon yepezi</i> Castex & Castello 1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Orden Elopiformes</b>																												
<b>Familia Megalopidae</b>																												
<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes 1847	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Orden Osteoglossiformes</b>																												
<b>Familia Osteoglossidae</b>																												
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier 1829)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Orden Characiformes</b>																												
<b>Familia Crenuchidae</b>																												
<i>Characidium caucanum</i> Eigenmann 1912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cont. **Anexo I.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Crenuchidae</b>																												
<i>Characidium theostoma</i> Cope 1872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Characidium pellucidum</i> Eigenmann 1909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Characidium phoxocephalum</i> Eigenmann 1912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Parodontidae</b>																												
<i>Parodon caliensis</i> Boulenger 1895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saccodon dariensis</i> (Meek & Hildebrand 1913)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Cynodontidae</b>																												
<i>Cynodon gibbus</i> (Spix & Agassiz 1829)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	
<i>Hydrolycus armatus</i> (Jardine 1841)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz 1829	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
<b>Familia Anostomidae</b>																												
<i>Abramites eques</i> (Steindachner 1878)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Curimatidae</b>																												
<i>Curimata vittata</i> (Kner 1858)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	
<i>Curimata mivartii</i> Steindachner 1878	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyphocharax magdalena</i> (Steindachner 1878)	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope 1878)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1

Cont. **Anexo 1.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Curimatidae</b>																												
<i>Pseudocurimata patiae</i> (Eigenmann 1914)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Prochilodontidae</b>																												
<i>Ichthyoelephas longirostris</i> (Steindachner 1879)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prochilodus magdalena</i> Steindachner 1879	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prochilodus mariae</i> Eigenmann 1922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Prochilodus nigricans</i> Spix & Agassiz 1829	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Prochilodus reticulatus</i> Valenciennes 1850	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Semaprochilodus kneri</i> (Pellegrin 1909)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Semaprochilodus laticeps</i> (Steindachner 1879)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<b>Familia Acestrorhynchidae</b>																												
<i>Gilbertolus atratoensis</i> Schultz 1943	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Bryconidae</b>																												
<i>Brycon henni</i> Eigenmann 1913	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brycon moorei</i> Steindachner 1878	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brycon sinuensis</i> Dahl 1955	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salminus affinis</i> Steindachner 1880	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes 1850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Cont. **Anexo I.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Characidae</b>																												
<i>Cynopotamus atratoensis</i> (Eigenmann 1907)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynopotamus magdalenae</i> (Steindachner 1879)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genycharax tarpon</i> Eigenmann 1912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gephyrocharax caucanus</i> Eigenmann 1912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Orden Siluriformes</b>																												
<b>Familia Trichomycteridae</b>																												
<i>Trichomycterus cachiraensis</i> Ardila Rodríguez 2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomycterus retropinnis</i> Regan 1903	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomycterus sandovali</i> Ardila Rodríguez 2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomycterus transandianum</i> (Steindachner 1915)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Callichthyidae</b>																												
<i>Callichthys fabricioi</i> Román-Valencia, Lehmann A. & Muñoz 1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Loricariidae</b>																												
<i>Ancistrus tolima</i> Taphorn, Armbruster, Villa-Navarro & Ray 2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma aburrensis</i> (Posada 1909)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cont. **Anexo 1.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Loricariidae</b>																												
<i>Chaetostoma brevilabiatum</i> Dahl 1942	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner 1879	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma lepturum</i> Regan 1912	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma leucomelas</i> Eigenmann 1918	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma marginatum</i> Regan 1904	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma milesi</i> Fowler 1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma niveum</i> Fowler 1944	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma palmeri</i> Regan 1912	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma paucispinis</i> Regan 1912	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma thomsoni</i> Regan 1904	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma vagum</i> Fowler 1943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cordylancistrus daguae</i> (Eigenmann 1912)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Farlowella colombiensis</i> Retzer & Page 1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Cont. **Anexo I.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Loricariidae</b>																												
<i>Hypostomus holostictus</i> (Regan 1913)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypostomus hondae</i> (Regan 1912)	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypostomus wilsoni</i> (Eigenmann 1918)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lasiancistrus schomburgkii</i> (Günther 1864)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Panaque cochliodon</i> (Steindachner 1879)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Ariidae</b>																												
<i>Notarius bonillai</i> (Miles 1945)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Auchenipteridae</b>																												
<i>Ageneiosus inermis</i> (Linnaeus 1766)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
<i>Ageneiosus pardalis</i> Lütken 1874	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Heptapteridae</b>																												
<i>Cetopsorhamdia boquillae</i> Eigenmann 1922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cetopsorhamdia molinae</i> Miles 1943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cetopsorhamdia nasus</i> Eigenmann & Fisher 1916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Imparfinis timana</i> Ortega-Lara <i>et al.</i> 2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cont. **Anexo 1.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Heptapteridae</b>																												
<i>Pimelodella conquetaensis</i> Ahl 1925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pimelodella modestus</i> (Günther 1860)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Pimelodidae</b>																												
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein 1819)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	
<i>Brachyplatystoma juruense</i> (Boulenger 1898)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1		
<i>Brachyplatystoma platynemum</i> Boulenger 1898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1		
<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Castelnau 1855)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1		
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (Valenciennes 1840)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1		
<i>Pimelodus blochii</i> "Magdalena" Valenciennes 1840	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pimelodus coprophagus</i> Schultz 1944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Familia Pimelodidae</b>																												
<i>Pimelodus grosskopfii</i> Steindachner 1879	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus 1766)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> Buitrago-Suárez & Burr 2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cont. **Anexo I.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Pimelodidae</b>																												
<i>Pseudoplatystoma metaense</i> Buitrago-Suárez & Burr 2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> Buitrago-Suárez & Burr 2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Valenciennes 1840)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Sorubim cuspidus</i> Littmann, Burr & Nass 2000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sorubim elongatus</i> Littmann, Burr, Schmidt & Isern 2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider 1801)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Sorubimichthys planiceps</i> (Spix & Agassiz 1829)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	
<i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt 1821)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Familia Pseudopimelodidae</b>																												
<i>Cruciglanis pacifici</i> Ortega-Lara & Lehmann A. 2006	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Orden Gymnotiformes</b>																												
<b>Familia Gymnotidae</b>																												
<i>Gymnotus choco</i> Albert, Crampton & Maldonado-Ocampo 2003	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Cont. **Anexo 1.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Gymnotidae</b>																												
<i>Gymnotus henni</i> Albert, Crampton & Maldonado- Ocampo 2003	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Apterodontidae</b>																												
<i>Apterodontus</i> <i>magdalenensis</i> (Miles 1945)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Orden Gobiiformes</b>																												
<b>Familia Eleotridae</b>																												
<i>Gobiomorus</i> <i>maculatus</i> (Günther 1859)	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Familia Gobiidae</b>																												
<i>Awaous banana</i> (Valenciennes 1837)	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sicydium</i> <i>hildebrandi</i> Eigenmann 1918	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sicydium plumieri</i> (Bloch 1786)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Orden Cichliformes</b>																												
<b>Familia Cichlidae</b>																												
<i>Apistogramma</i> <i>alacrina</i> Kullander 2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
<i>Apistogramma</i> <i>macmasteri</i> Kullander 1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Bujurquina mariae</i> (Eigenmann 1922)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Chocoheros</i> <i>microlepis</i> (Dahl 1960)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cichla orinocensis</i> Humboldt 1821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

Cont. **Anexo I.** Matriz de datos donde se presentan los registros de presencia y ausencia de las especies de peces dulceacuícolas presentes en las ecorregiones propuestas (ver nombres en la Tabla 1 y Figura 2). La nomenclatura está basada en la combinación de las clasificaciones de Eschmeyer *et al.* (2016), Eschmeyer y Fong (2016) y Nelson *et al.* (2016).

Especie	Ecorregión																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	
<b>Familia Cichlidae</b>																												
<i>Geophagus pellegrini</i> Regan 1912	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geophagus steindachneri</i> Eigenmann & Hildebrand 1922	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Orden Acanthuriformes</b>																												
<b>Familia Sciaenidae</b>																												
<i>Plagioscion magdalenae</i> (Steindachner 1878)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel 1840)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	

Lina María Mesa S.  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Bogotá, Colombia  
[lmesa@humboldt.org.co](mailto:lmesa@humboldt.org.co)

Germán Corzo  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Bogotá, Colombia  
[gcorzo@humboldt.org.co](mailto:gcorzo@humboldt.org.co)

Olga Lucía Hernández-Manrique  
[olgalu.hm@gmail.com](mailto:olgalu.hm@gmail.com)

Carlos A. Lasso  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Bogotá, Colombia  
[classo@humboldt.org.co](mailto:classo@humboldt.org.co)

Germán Galvis  
Investigador independiente  
[ggal@yahoo.es](mailto:ggal@yahoo.es)

Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia: una propuesta para la planificación territorial de la región trasandina y parte de las cuencas del Orinoco y Amazonas

**Citación del artículo.** Mesa-S., L. M., G. Corzo, O. L. Hernández-Manrique, C. A. Lasso y G. Galvis. 2016. Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia: una propuesta para la planificación territorial de la región trasandina y parte de las cuencas del Orinoco y Amazonas. *Biota Colombiana* 17 (2): 62–88. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a06

Recibido: 18 de abril de 2016  
Aceptado: 30 de agosto de 2016

---

## **Análisis de producción gonadal del pez *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) en la laguna altoandina “El Voladero”, provincia El Carchi, Ecuador**

Analysis of gonad production of *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. & Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) in the “El Voladero” high Andean lake, Carchi province, Ecuador

**Jonathan Valdiviezo-Rivera, Esteban Terneus, Dany Vera y Andrea Urbina**

---

### **Resumen**

La fecundidad relativa en peces es la estimación de la cantidad de ovocitos de una hembra por desove. Este aspecto se investigó en especímenes topotipos de *Grundulus quitoensis* de la laguna altoandina El Voladero, Ecuador. Se identificó el estadio de madurez gonadal (maduro e inmaduro) a través de la observación directa, se calculó la fecundidad relativa al peso (FRP) y a la longitud total (LT). Las hembras estudiadas tuvieron en promedio una LT de 63,9 mm. El rango de ovocitos varió entre 75 y 716 por hembra y en total se contaron 5691 ovocitos para 16 hembras. El peso total (PT) varió entre 0,5 g y 4,7 g; mientras que la LT varió entre 36,7 mm a 63,9 mm. La fecundidad relativa se observó comprendida entre 1,6 y 14,3 ovocitos por mm de LT del animal ( $\bar{X} = 6,9 \pm 3,6 \text{ mm}^{-1}$ ) y entre 47,2 y 319,1 ovocitos por g de peso total ( $\bar{X} = 148,9 \pm 74,9 \text{ g}^{-1}$ ). Es importante conocer el ciclo de vida e historia natural de una especie, porque contribuyen al conocimiento ecológico de los peces que habitan las lagunas altoandinas, como es el caso del estudio aquí desarrollado en *G. quitoensis*.

**Palabras clave.** Fecundidad relativa. Ovocitos. Pez neotropical. Peso total.

### **Abstract**

Relative fecundity in fishes is the estimated number of oocytes of a female during spawning. This aspect was investigated in *Grundulus quitoensis* topotypic specimens from the “El Voladero”, a high Andean lake in Ecuador. Gonad maturation stages (mature and immature) were identified by means of direct observation, subsequently, the relative fertility (FRP) as function of the weight and the total length (TL) were calculated. Average TL of females was 63.9 mm. The numbers of oocytes ranged from 75 to 716 per female, in total 5691 oocytes were counted from 16 females. Total weight (TW) ranged from 0.5 to 4.7 g, whereas TL ranged from 36.7 to 63.9 mm. Relative fecundity ranged from 1.6 to 14.3 oocytes per mm TL ( $\bar{X} = 6.9 \pm 3.6 \text{ mm}^{-1}$ ) and from 47.2 to 319.1 oocytes per g of TW ( $\bar{X} = 148.9 \pm 74.9 \text{ g}^{-1}$ ). It is important to know the life cycle and natural history of a species, since they contribute to the ecological knowledge of the fishes that inhabit the high Andean lakes, as is the case of this study of *G. quitoensis*.

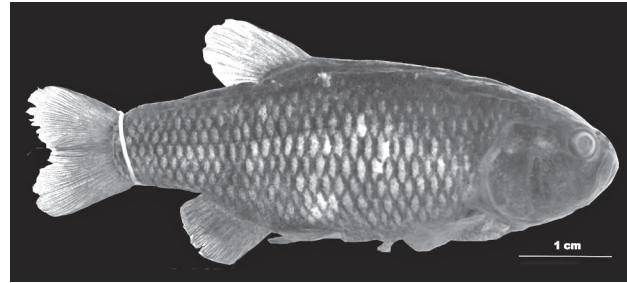
**Key words.** Neotropical fish. Oocytes. Relative fecundity. Total weight.

## Introducción

La fecundidad en peces es la estimación de la cantidad de ovocitos que una hembra podría expulsar en un desove, constituyéndose en uno de los indicadores más utilizados para evaluar el potencial reproductivo de una especie, además de ser de interés en la producción piscícola (Villamil y Arias 2011).

Huaquín *et al.* (2002) mencionaron que el conocimiento de la estructura ovárica permite analizar la capacidad desovante, su duración, su temporalidad y la forma en que se realiza. Por su parte Claramunt *et al.* (2009) señalaron que los estudios reproductivos en peces, tales como la determinación de la talla de madurez inicial, la duración de la estación de desove y la fecundidad, requieren el conocimiento del estado de desarrollo gonadal de cada individuo, el cual debe ser siempre considerado como parte del estudio de la biología reproductiva de un pez. Los métodos utilizados para el estudio reproductivo de peces varían desde el histológico, como el más detallado pero a su vez el que más tarda en dar resultados, hasta la inspección visual macroscópica, dentro del cual, se encuentran la medición del tamaño ovocitario y la forma y estructura de los ovocitos, además del tipo y disposición del vitelo y el índice gonádico (utilizado para determinar la fase de madurez de los órganos reproductores) (West 1990).

En Ecuador, la historia natural y biología de *Grundulus quitoensis* (Figura 1) han sido poco estudiadas debido a que esta especie permaneció desconocida durante mucho tiempo para la ciencia (Román-Valencia *et al.* 2005). Sobre *Grundulus* hay disponibles estudios morfológicos, taxonómicos y filogenéticos (Barriga *et al.* 2005, Román-Valencia *et al.* 2005, Román-Valencia *et al.* 2010), sin embargo, ninguno de estos estudios ha investigado aspectos ecológicos. Para *Grundulus* se han descrito tres especies: *G. bogotensis* (Humboldt 1821), cuyas poblaciones están distribuidas en el altiplano cundiboyacense de la región transandina colombiana; *G. cochae* Román-Valencia, Paepke y Pantoja, 2003, registrada en la laguna La Cocha, ubicada en la región cisandina colombiana, y *G. quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005, conocida para la laguna El Voladero,



**Figura 1.** *Grundulus quitoensis*, topotipo, hembra, 6,5 cm LT, MECN-DP 3052. Ejemplar preservado. © MECN-INB/ Jonathan Valdiviezo R.

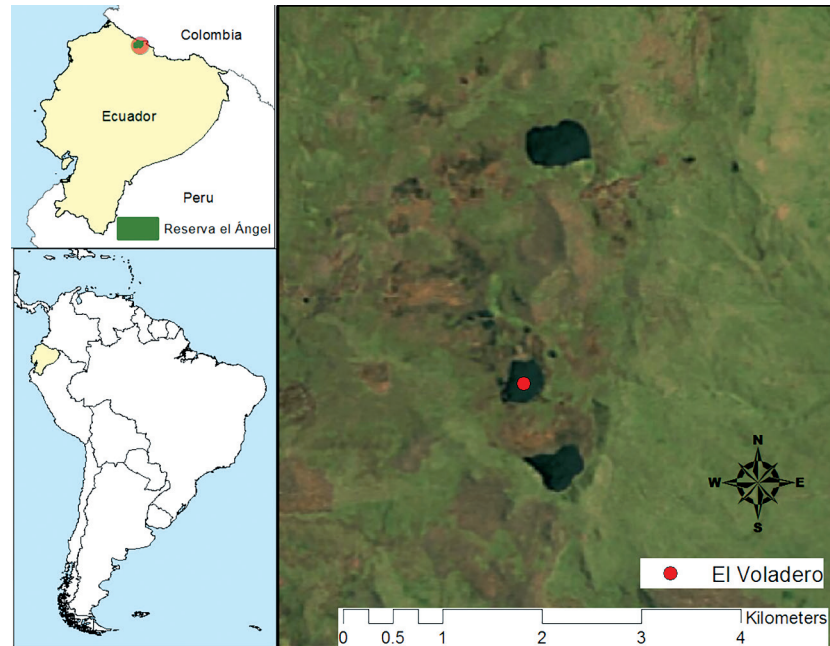
dentro de la Reserva Ecológica El Ángel en Ecuador. Las observaciones en campo hacen asumir que estas especies pueden estar organizadas en metapoblaciones que presentan tamaños poblacionales pequeños y una alta especificidad en su hábitat. La población de *G. quitoensis*, que se identificó inicialmente como *G. cf. bogotensis* (Barriga y Terneus 2005), para la laguna el Voladero, parece estar asociada a la vegetación acuática de *Scirpus californicus* y *Utricularia* sp., a pesar de que dicha asociación es muy rara en las lagunas del Ecuador.

Dada la ausencia de literatura publicada sobre la biología reproductiva de *G. quitoensis*, el presente trabajo estudió la fecundidad relativa, a través del análisis de madurez de los ovarios de hembras colectadas en su medio natural, para inferir el potencial de subsistencia de esta especie, que en la actualidad está altamente amenazada por un depredador potencial, la trucha (*Onchorhynchus*), pez introducido en Ecuador.

## Material y métodos

### Área de estudio

La Reserva Ecológica El Ángel (REEA) se ubica en la provincia del Carchi, en los cantones Espejo, Tulcán y Mira. La superficie actual de la REEA es de 16541 ha y se encuentra entre los 3400 y 4200 m s.n.m. Esta reserva alberga un sin número de lagunas, entre ellas la laguna El Voladero (LEV) (Figura 2), situada geográficamente entre las coordenadas 0°41'22.60"N



**Figura 2.** Ubicación geográfica de la laguna El Voladero en Ecuador. © Gianina Brichetto.

y 77°52'58.09"O (WGS84), y cuyas características abióticas se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características abióticas de la laguna El Voladero. Fuente: Valdiviezo-Rivera (2016).

<b>Altitud</b>	3.758 m s.n.m.
<b>Superficie</b>	400 m <sup>2</sup>
<b>Temperatura ambiental</b>	-1,2 – 16, 5 °C
<b>Temperatura del agua</b>	11 – 14 °C
<b>pH</b>	5,8 – 7,5
<b>OD</b>	6,8 – 7,1 mg/l
<b>Conductividad</b>	8,2 – 6,6 µ/cm

El entorno paisajístico donde habita *G. quitoensis* es abundante en vegetación acuática emergente de totora (*Scirpus californicus*) y en la zona litoral, donde se capturaron los especímenes estudiados, se identificaron ejemplares de *Utricularia* sp., una planta acuática sumergida que solo ha sido registrada para la laguna El Voladero (Terneus 2002) y que podría estar asociada al ciclo de vida de esta especie.

### Estaciones de muestreo

Las estaciones se seleccionaron *in situ*, muestreándose la mayor variabilidad de microambientes potenciales para la especie. Se muestrearon tres estaciones, distribuidas al sur de la laguna, en su zona litoral donde las aguas bajas usualmente forman durante todo el año áreas pantanosas y acumulación de materia orgánica rica en nutrientes (Figura 3).



**Figura 3.** Zona litoral de aguas pantanosas, ambiente natural de *Grundulus quitoensis*. © UIDE/Esteban Terneus.

En cada estación, se tomaron la altitud y las coordenadas geográficas por medio de un GPS (Garmin). Los peces se recolectaron a través de diferentes artes de pesca: redes de arrastre, nasas, redes de mano y atarraya. Los ejemplares capturados se fijaron en una solución de formaldehído al 10 %, se preservaron en etanol al 70 % y luego se depositaron en la Colección de Peces del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Biodiversidad (MECN-INB) en Quito, Ecuador.

### Mediciones

En el laboratorio, se registró el peso total de cada uno de los especímenes con la ayuda de una balanza digital (PT, g) y las longitudes estándar (LE, mm) y total (LT, mm) con un calibrador digital. Además, se determinó el sexo y se clasificaron los estadios de maduración de las gónadas macroscópicamente en tres estadios, según la escala de maduración sexual propuesta por Núñez y Duponchelle (2009): 1-inmadura (Figura 4A), 2-en maduración (Figura 4B) y 3-madura (Figura 4C). Todas las medidas y estadios fueron tomadas con base en especímenes en líquido conservante.

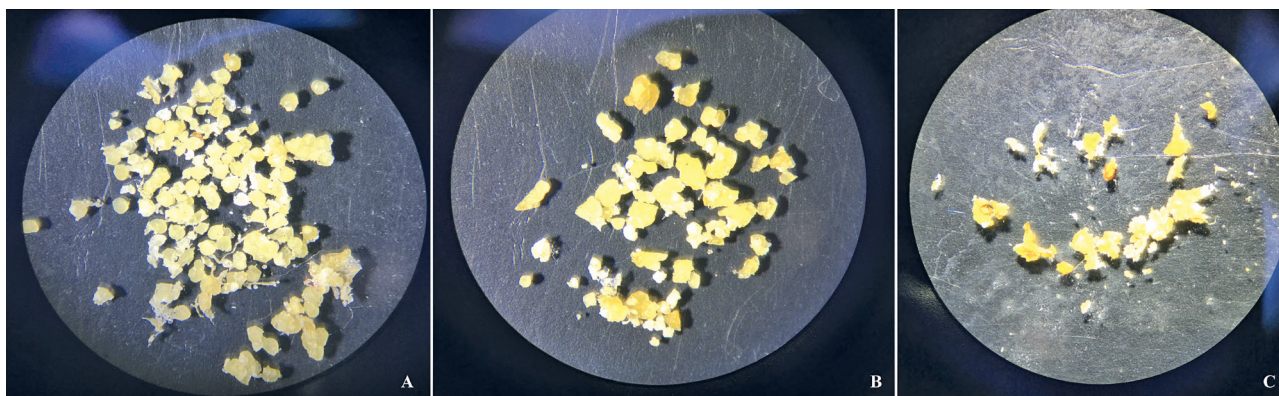
Posteriormente se extrajeron los ovarios de los individuos preservados, los cuales se cambiaron a

una solución de alcohol al 75 % en tubos Eppendorf. Para eliminar el exceso de agua del tejido gonádico, los ovarios se desecaron encima de cartones durante 50 minutos.

Cada muestra de tejido gonadal deshidratado se dividió en tres submuestras para determinar la fecundidad parcial. Se siguió el procedimiento de Hunter y Leong (1985) que usa tres submuestras provenientes de la región anterior, media y posterior. Luego, se efectuó el conteo de ovocitos, a través del uso de microscopios ópticos y estereoscopios. Los conteos de ovocitos se hicieron por medio de un contador manual de la siguiente manera: se utilizaron 12 cajas de Petri, cada una señalada con una cuadrícula en su parte externa, y se usó un fondo oscuro en la base del microscopio y estereoscopio.

### Análisis estadísticos

Se efectuó un análisis de regresión para estimar la relación entre la fecundidad parcial y la longitud total de cada individuo. La fecundidad relativa al peso (FRP) se calculó a partir de la fórmula  $FRP = F / P$  (g) expresada como ovocitos por gramos de peso corporal (Chaves y Vazzoler 1984, Araya *et al.* 2003), donde F es fecundidad y P el peso. La FRP se acompañó de su media ( $\bar{X}$ ) y su respectiva desviación estándar (DE). Valor de significancia usado fue  $\alpha = 0,05$ .



**Figura 4.** Fotografías de los ovocitos de *Grundulus quitoensis* en cada uno de los estadios. A) inmadura, B) en maduración, C) madura.

## Resultados

En un total de 25 individuos eviscerados, se identificaron tres machos y 22 hembras de las cuales 16 presentaron características informativas para estimar su fecundidad (ovocitos hidratados y sin folículos postovulatorios), encontrando frecuencias de gónadas maduras (estadio 3) en un 40,91 %; gónadas en maduración (estadio 2) en 31,82 % y gónadas inmaduras (estadio 1) 27,27 % (Tabla 2). Las hembras estudiadas presentaron una LT que

varió entre 36,9 y 63,9 mm y un PT entre 0,5 y 4,7 g. El conteo de ovocitos varió entre 75 a 716 ovocitos/hembra con un promedio de 356, para un total de 5691 ovocitos/16 hembras. La fecundidad relativa se obtuvo entre 1,6 y 14,3 ovocitos por mm LT ( $\bar{X} = 6,9 \pm 3,6$  mm<sup>-1</sup> ovocitos de desviación estándar) y entre 47,2 y 319,1 ovocitos por g PT ( $\bar{X} = 148,9 \pm 74,9$  g<sup>-1</sup> ovocitos de desviación estándar).

**Tabla 2.** Número total de ovocitos estimados para 22 hembras analizadas de *Grundulus quitoensis* en la localidad de la laguna El Voladero. Se presentan el peso total (PT), longitud total (LT) y estado de maduración (EM) de cada individuo.

n	n estimado de ovocitos	PT (g)	LT (mm)	EM
1	222	4,7	63,9	Maduración avanzada
2	75	1,5	46,5	En maduración
3	504	2,7	54,1	Maduración avanzada
4	540	3,1	55,4	Maduración avanzada
5	118	1,9	49,8	En maduración
6	279	2,2	51,1	En maduración
7	-	2,4	53,0	Inmadura
8	643	4,1	60,7	Maduración avanzada
9	-	1,2	43,4	Inmadura
10	515	2,6	52,6	Maduración avanzada
11	148	2,2	51,5	En maduración
12	478	2,2	50,3	Maduración avanzada
13	127	1,2	43,2	En maduración
14	-	0,7	36,7	Inmadura
15	-	3,8	63,8	Inmadura
16	-	2,5	57,3	Inmadura
17	-	0,5	37,3	Inmadura
18	268	0,8	41,0	En maduración
19	357	2,6	52,0	Maduración avanzada
20	387	3,3	58,0	Maduración avanzada
21	716	3,1	50,0	Maduración avanzada
22	314	1,8	43,0	En maduración
$\sigma$		1,1	7,7	

La regresión lineal calculada entre el número de ovocitos en función del peso total reveló que el número de ovocitos aumenta, aunque no en relación completamente lineal, con el tamaño del pez.

El coeficiente de determinación  $R^2$  (0,251) muestra una relación parcial entre el número de ovocitos y el peso de los animales, lo que permite pronosticar en un 25 % que el peso de los animales determina el número de ovocitos producidos; además, el parámetro  $p$  (0,04808) de esta relación fue estadísticamente significativa (Figura 5).

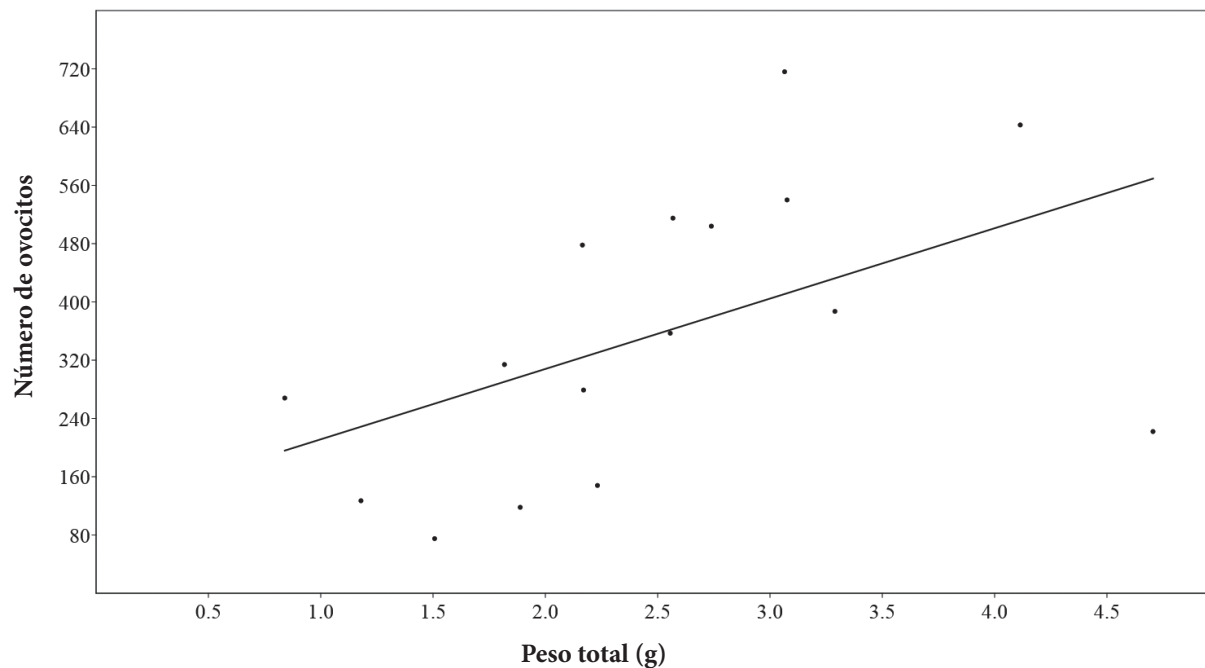
## Discusión

El promedio de la fecundidad encontrada en *G. quitoensis* se ajusta al valor más bajo del intervalo reportado para una de las restantes dos especies del género, *Grundulus bogotensis* (Álvarez-León *et al.* 2002: F = 293-3458), pero contrasta con un número más bajo de lo reportado para *Bryconamericus caucanus* y *Hemibrycon boquiae*, con un promedio de 1965 ovocitos (53-6506) y 376 ovocitos (54-1165)

por hembra en estado de predesove, respectivamente (Román-Valencia *et al.* 2008) y con lo descrito para *Bryconamericus iheringii* (370-1600 ovocitos) (Lampert *et al.* 2004) y *Bryconamericus stramineus* (98 a 1100 ovocitos) (Lampert *et al.* 2007). El reporte de Román-Valencia *et al.* (2008) registran un número mayor de machos que hembras en los ejemplares sexados de *B. caucanus* y *H. boquiae*, estos resultados no coinciden con la presente investigación, donde el número de hembras fue mayor.

Se ha encontrado una relación directa entre el tamaño de la hembra y el número de ovocitos que esta puede madurar, además en algunas especies de peces es muy común que las hembras pequeñas presenten fecundidades bajas (Nakatani *et al.* 2001), lo cual coincidió en este caso, con la baja fecundidad relativa encontrada respecto al peso de las hembras tomado.

La relación hallada entre los ovocitos y el peso en *G. quitoensis* sugiere que especímenes más grandes producen mayor cantidad de ovocitos, aunque sus proporciones no son muy elevadas, lo que concuerda



**Figura 5.** Regresión lineal entre el número de ovocitos en función del peso total ( $R^2=0,251$ ;  $p=0,04808$ ;  $y = 96,602x + 114,72$ ) para *Grundulus quitoensis* en la laguna El Voladero.



con lo propuesto por Vazzoler (1996), quien indicó que la fecundidad se incrementa con el aumento de la talla y la edad; además coincide con lo reportado por Ferriz *et al.* (2007) para *Pseudocorynopoma doriai* donde su modelo de regresión lineal reveló una relación positiva y significativa.

En otras especies de Characiformes, también se ha establecido la existencia de una relación positiva entre la fecundidad y el peso, como por ejemplo en la sardina *Cheirodon interruptus* (Ferriz *et al.* 2011) y en los sábalos *Prochilodus scrofa* (Hirt de Kunkel y Flores 1994). Este escenario da un factor de condición (“k”), el cual se manifiesta positivamente en función de aquellos peces que tienen mayor longitud y peso, catalogándolas como poblaciones ecológicamente saludables, dado que se ha detectado que en algunas poblaciones la relación entre el peso y la longitud, no tienen el mismo efecto positivo comparativamente con aquellas poblaciones sujetas a presiones antrópicas (Cifuentes *et al.* 2012). Sin embargo, este factor de condición puede variar por distintos factores como disponibilidad de alimento, estacionalidad, e inclusive la interrelación con otras especies de peces, condicionando el potencial de fecundidad (Cifuentes *et al.* 2012).

Malabarba y Weitzman (2003) mencionan la presencia de espinas en los radios, de las aletas anal y pélvica, a menudo en la aleta caudal y rara vez en la dorsal y aletas pectorales en machos de las familias Gasteropelecidae, Serrasalminae y en varias especies de Characidae; estos ganchos se conocen como “órganos de contacto” y se han considerado apéndices para estimular el cortejo, el desove y defensa del territorio (Wiley y Collette 1970, Azevedo 2000). Este patrón no se evidenció en *G. quitoensis*. Sin embargo, no se descarta su presencia, ya que esta podría estar condicionada a la época de colecta (julio) ya que Mojica *et al.* (2012) mencionaron que el ciclo reproductivo de *G. bogotensis* es permanente, con dos picos de desove al año, uno durante marzo y abril y otro entre septiembre y noviembre. Además Lampert *et al.* (2004), plantean que la frecuencia de ocurrencia de espinas en las aletas pélvicas y anal

de *B. iheringii* está relacionada con los estadios de maduración gonadal de los machos.

Una última característica reproductiva correlacionada con la fecundidad es la incubación y cuidado parental de la progenie. Se ha reportado una fecundidad baja en especies de peces que incuban sus huevos y cuidan sus crías para garantizar efectivamente la mayor sobrevivencia posible, caso contrario si la fecundidad fuese alta (Villamil y Arias 2011). Para *G. bogotensis* se ha reportado cuidado parental mediante la construcción de nidos cerca de la vegetación (Álvarez-León *et al.* 2002). Es posible que *G. quitoensis* tenga un comportamiento parecido al de *G. bogotensis* (obs. pers.), razón por la cual el cuidado parental podría explicar la baja fecundidad encontrada aquí. Adicionalmente, habría que evaluar cuál es el efecto negativo de las truchas sobre la dinámica poblacional de las especies de *Grundulus* (Palma *et al.* 2002, Vehanen *et al.* 1998), lo que también influiría en el estado de conservación de esta especie.

## Conclusiones

La cantidad de ovocitos estimados para *Grundulus quitoensis* y el tamaño de los individuos reveló que es una especie con baja fecundidad. Esto conllevaría a sugerir que las medidas de manejo que se hagan sobre la especie a partir de evaluaciones de su dinámica poblacional necesariamente deben contemplar la estrategia reproductiva. La presencia de ejemplares con gónadas maduras encontrada durante el periodo estudiado (época lluviosa), sugirió que *G. quitoensis* en El Voladero se reproduce todo el año. Investigaciones futuras en diferentes épocas determinarían los picos de mayor actividad reproductiva.

En *G. quitoensis* se encontró una talla pequeña que no supera los 10 cm de longitud estándar, en relación a otras especies del grupo (p. e. *Astyanax*, *Bryconamericus* o *Moenkhausia*), y esto podría determinar que el incremento de las gónadas se exprese mejor con el aumento corporal total de cada individuo.

## Agradecimientos

Queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento a Cecilia Puertas, por sus valiosos aportes a la revisión del manuscrito y a Gianina Brichetto, quien colaboró con la realización del mapa de estudio.

## Bibliografía

- Álvarez-León, R., J. A. González y J. E. Forero. 2002. *Grundulus bogotensis*. Pp: 200-202. En: Mojica, J. I., C. Castellanos, S. Usma y R. Álvarez (Eds.). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. La Serie Libro Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- Araya, P., L. Hirt y S. Flores. 2003. Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* (Lac. 1803) (Pisces, Pimelodidae), en la zona de influencia del embalse Yacuyretá. *Ecología Austral* 13: 83-95.
- Azevedo, M. A. 2000. Biología reproductiva de dois glandulocaudíneos com inseminação, *Mimagoniates microlepis* e *Mimagoniates rheocharis* (Teleostei: Characidae), e características de seus ambientes. Unpublished M. Sc. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. 84 pp.
- Barriga, R. S. y E. Terneus. 2005. Primer hallazgo de una población paleoendémica del pez *Grundulus* cf. *bogotensis* (Humboldt, 1821) en los altos Andes del Ecuador. *Politécnica* 26: 1-13.
- Cifuentes, R., J. González, G. Montoya, A. Jara, N. Ortiz, P. Piedra y E. Habit. 2012. Relación longitud - peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana Especial* 75 (02): 101-110.
- Claramunt, G., G. Herrera, M. Donoso y E. Acuña. 2009. Período de desove y fecundidad del pez espada (*Xiphias gladius*) capturado en el Pacífico suroriental. *Latin American Journal of Aquatic Research* 37 (1): 29-41.
- Chaves, P. y G. Vazzoler. 1984. Aspectos biológicos dos peixes amazônicos. II. Anatomia microscópica de ovários, escala de maturidade e tipo de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus*. *Revista Brasileira de Biologia* 44 (3): 347-359.
- Ferriz, R., E. M. Fernández, C. A. Bentos y G. R. López. 2007. Reproductive biology of *Pseudocorynopoma doriai* (Pisces: Characidae) in the High Basin of the Samborombón River, province of Buenos Aires, Argentina. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 226-230.
- Ferriz, R., C. Bentos, E. Fernández y G. López. 2011. Reproducción y dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus* (Ostariophysi: Characidae) en el arroyo El Portugués, alta cuenca del río Samborombón, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research* 39 (1): 151-160.
- Hirt de Kunkel, L. M. y S. A. Flores. 1994. Reproducción de *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) Osteichthyes, Prochilodontidae: histología y escala de maduración de ovarios. *Boletim do Instituto de Pesca* 21: 83-94.
- Huaquín, L., D. Veliz y G. Arratia. 2002. Estudio comparativo de ovarios y cubiertas ovocitarias en peces Siluriformes de aguas continentales de Chile. *Gayana* 66: 269-274.
- Humboldt, F. H. y A. Valenciennes. 1821. Recherches sur les poissons fluviatiles de l'Amérique Équinoxiale. A Voyage de Humboldt et Bonpland, Deuxième partie. Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée»; Voyage de Humboldt et Bonpland. *Deuxième partie* 2: 145-216.
- Hunter, N. y R. J. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. Pp: 67 – 77. En: Lasker, R. (Ed.). An egg production method for estimating spawning-biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS.
- Lampert, V., M. Azevedo y C. Bernhardt. 2004. Reproductive biology of *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) from rio Vacacaí, RS, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 2 (4): 209-215.
- Lampert, V., M. Azevedo y C. Bernhardt. 2007. Reproductive biology of *Bryconamericus stramineus* (Ostariophysi: Characidae) from Rio Ibicuí, RS, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50 (6): 995-1004.
- Malabarba, L. R. y S. H. Weitzman. 2003. Description of a new genus with six new species from southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative Characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia* 16 (1): 67-151.
- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., 319 pp.
- Nakatani, K., A. Agostino, A. Bialetzki, S. Vanderlei, P. Cavicchioli, M. Makrakis y C. Pavanelli 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá. EDUEM, 378 pp.
- Núñez, J. y F. Duponchelle. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and relation life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry* 35: 167-180.

- Valdiviezo-Rivera *et al.*. Análisis de producción gonadal del pez *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) en la laguna altoandina “El Voladero” provincia El Carchi, Ecuador
- Palma, A., R. Figueroa, V. Ruíz, E. Araya y P. Berrios. 2002. Composición de la dieta de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) (Pisces: Salmonidae) en un sistema fluvial de baja intervención antrópica: Estero Nonguen, VIII región, Chile. *Gayana* 66 (2): 129-139.
- Román-Valencia, C., H. Paepkey, F. Pantoja. 2003. Una especie nueva de *Grundulus* (Teleostei: Ostariophysi: Characidae) para Colombia y redescrición de *Grundulus bogotensis* (Humboldt y Valenciennes, 1833). *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 155: 51-72.
- Román-Valencia, C., R. Ruíz y R. Barriga. 2005. Una nueva especie ecuatoriana del género de peces andinos *Grundulus* (Characiformes: Characidae). *Revista de Biología Tropical* 53: 537-544.
- Román-Valencia, C., R. Ruíz y A. Giraldo. 2008. Dieta y reproducción de dos especies sintópicas: *Hemibrycon boquiae* y *Bryconamericus caucanus* (Pisces: Characidae) en la quebrada Boquía, río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n. s.* 10 (1): 55-62.
- Román-Valencia, C., J. A. Vanegas y R. Ruíz. 2010. Phylogenetic and biogeographic study of the Andean genus *Grundulus* (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Vertebrate Zoology* 60 (2): 107-122.
- Terneus, E. 2002. Estructura y composición florística de las plantas acuáticas vasculares en 70 lagunas altoandinas del Ecuador. Tesis de doctorado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Biología. Quito, 120 pp.
- Vazzoler, A. E. A. 1996. Biología da reprodução de peixes Teleosteos: teoría e prática. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil, 169 pp.
- Vehanen, T., P. Hyvarinen y A. Huusko. 1998. Food consumption and prey orientation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta*) and pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in a large regulated lake. *Journal of Applied Ichthyology* 14: 15-22.
- Valdiviezo-Rivera, 2016. Características ambientales del hábitat de *Grundulus quitoensis*, para generar las bases de un programa de conservación. Tesis de Maestría. Universidad Internacional SEK-Ecuador, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales. Quito, 66 pp.
- Villamil, L. y J. Arias. 2011. Fecundidad de *Otocinclus spectabilis*. *Revista Orinoquia* 15 (1): 41-47.
- West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine & Freshwater Research* 41: 199-222.
- Wiley, M. L. y B. B. Collette. 1970. Breeding tubercles and contact organs in fishes, their occurrence, structure, and significance. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 143 (3): 145-216.

Jonathan Valdiviezo-Rivera  
Instituto Nacional de Biodiversidad,  
División Ictiología,  
Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales,  
Universidad Internacional SEK,  
Quito, Ecuador  
[bioictiojona@yahoo.com](mailto:bioictiojona@yahoo.com)

Esteban Terneus  
Universidad Internacional del Ecuador,  
Escuela de Biología Aplicada,  
Quito, Ecuador  
[hterneus@internacional.edu.ec](mailto:hterneus@internacional.edu.ec)

Dany Vera  
Instituto Nacional de Biodiversidad,  
División Ictiología,  
Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales,  
Quito, Ecuador

Andrea Urbina  
Instituto Nacional de Biodiversidad,  
División Ictiología,  
Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales,  
Quito, Ecuador

Análisis de producción gonadal del pez *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) en la laguna altoandina “El Voladero”, provincia El Carchi, Ecuador

**Citación del artículo.** Valdiviezo-Rivera, J., E. Terneus, D. Vera y A. Urbina. 2016. Análisis de producción gonadal del pez *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) en la laguna altoandina “El Voladero”, provincia El Carchi, Ecuador. *Biota Colombiana* 17 (2): 89-97. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a07

Recibido: 16 de agosto de 2016  
Aprobado: 07 de octubre de 2016

---

# Presencia del pez basa, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), en la cuenca del río Magdalena, Colombia

Presence of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), in the Magdalena River Basin, Colombia

Mauricio Valderrama, José Iván Mojica, Andrea Villalba y Fabel Ávila

---

## Resumen

Se registra la presencia del pez basa (*Pangasianodon hypophthalmus*) en aguas continentales de Colombia. Esta especie asiática fue introducida recientemente de manera ilegal al país. Aunque la legislación ambiental de Colombia no permite la introducción de especies foráneas sin autorización previa, en agosto de 2015 pescadores artesanales capturaron un ejemplar de esta especie en el río Carare, afluente de la cuenca media del río Magdalena, y a la fecha se cuenta con registros confirmados de esta especie en ocho localidades de la misma cuenca. El pez basa debe considerarse como una especie exótica en Colombia, y las consecuencias de su introducción son inciertas tanto para los ecosistemas acuáticos, como para la misma ictiofauna regional.

**Palabras clave.** Especies exóticas. Especie introducida. Especies invasoras. Río Magdalena. *Pangasius*.

## Abstract

The presence of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in inland waters of Colombia is recorded. This Asian species was recently brought into the country illegally. Although Colombia's environmental legislation does not allow the introduction of alien species, in August 2015 artisanal fishermen captured a specimen of striped catfish at the Río Carare, a tributary of the middle basin of the Río Magdalena. To date eight confirmed records of this species exist in the same region. The striped catfish must be considered as an exotic species in Colombia, and the consequences of this introduction are uncertain, both for aquatic ecosystems and for the regional fish fauna, with many important fishery species in the basin.

**Key words.** Exotic species. Introduced species. Invasive species. Magdalena River Basin. *Pangasius*.

## Introducción

*Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) es una especie de bagre de la familia Pangasiidae (Siluriformes), originaria de la cuenca del río Mekong, en donde es utilizada ampliamente en piscicultura con una producción en el 2010 de 1,2 millones de toneladas en Vietnam, siendo cultivada también en

otros países de Asia como Tailandia, Camboya, Laos, Bangladesh y China (FAO 2016). Colombia importa el pez basa congelado desde 2008 para consumo en mercado nacional y su demanda ha ido en aumento. Para el primer semestre del 2015 se importaron 19.655 t de filetes congelados, por un valor de US \$ 40,3

millones (Aunap 2015). Ante esta gran aceptación en el mercado se despertó en los piscicultores colombianos el interés por su cría y producción a gran escala. Por su parte el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, autoridad ambiental del país, categorizó al pez basa como especie invasora y prohibió su introducción al país (Gutiérrez *et al.* 2012). No obstante su prohibición y los riesgos que presupone *P. hypophthalmus* para la ictiofauna nativa, la especie fue introducida ilegalmente y recientemente comenzó a comercializarse en estado fresco en plazas de mercados del país.

Se documenta aquí formalmente la presencia de esta especie en ambientes naturales de Colombia de la cuenca del río Magdalena, provenientes posiblemente de escapes de granjas piscícolas y también la comercialización de sus juveniles como ornamentales en tiendas de mascotas y peces ornamentales de Bogotá.

## Resultados

### Registro y presencia en la cuenca del río Magdalena

El 8 de agosto de 2015, pescadores artesanales de la cuenca media del río Magdalena colectaron un

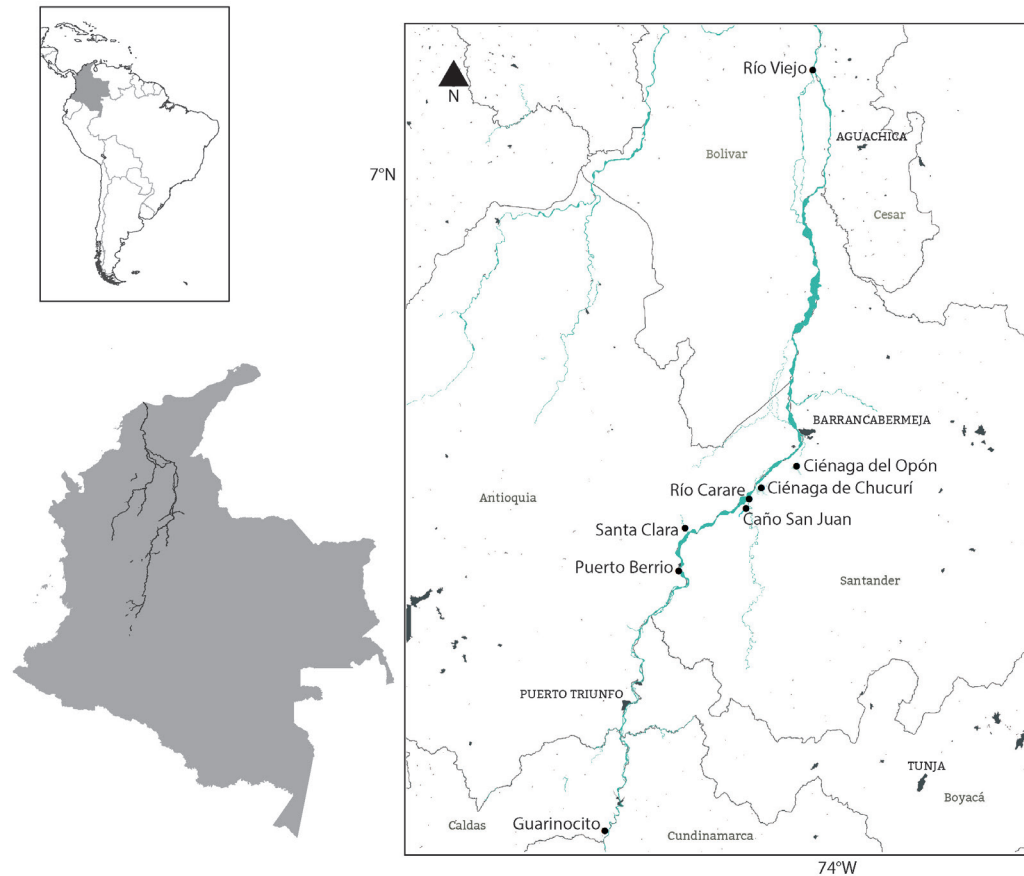
especimen de esta especie en una pequeña ciénaga del río Carare (105 m s.n.m). El ejemplar llamó la atención, fue preservado en formalina y enviado al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, donde se determinó taxonómicamente como *P. hypophthalmus*, y se ingresó a la colección ictiológica con el número de catálogo ICN-19185 (Figura 1).

En ese mismo mes fueron colectados otros dos ejemplares en la ciénaga de Guarinocito, en el margen izquierdo del río Magdalena a aproximadamente 150 km aguas arriba del río Carare. Aunque estos ejemplares no se preservaron, se documentó su presencia a partir de fotografías, lo que permitió confirmar su determinación taxonómica. Posteriormente, se ha detectado su comercialización en mercados locales de poblaciones ribereñas de la cuenca alta y media del río Magdalena, sin que se haya podido confirmar si se trata de piscicultura ilegal o de capturas en el medio natural. Las localidades donde ha sido detectada y confirmada su presencia se georreferenciaron y se ilustran en la figura 2.

En septiembre de 2016, se compraron en tiendas de mascotas en Bogotá cuatro ejemplares juveniles de 41 a 46 mm de longitud estándar (LE) que estaban siendo ofrecidos como ornamentales, los cuales se



**Figura 1.** Ejemplar de *Pangasianodon hypophthalmus* depositado en la colección de ictiología del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.



**Figura 2.** Localidades donde se han capturado ejemplares de *Pangasianodon hypophthalmus* en el medio natural de la cuenca del río Magdalena, Colombia.

preservaron y se incluyeron en la colección con el número de catálogo ICN-19697 (Figura 3). En octubre del 2016 la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca reportó la presencia de la especie en la cuenca Magdalena (Aunap 2016), con base en información del Servicio Estadístico Pesquero de Colombia (Sepec).

#### **Diagnos de *Pangasianodon hypophthalmus***

El espécimen depositado en el Instituto de Ciencias Naturales (ICN-19185) presentó las siguientes características: 304,4 mm LE; 395,3 mm LT; 91 mm de altura del cuerpo y 78,3 mm de longitud de la cabeza. Coloración en alcohol: superficie dorsal oscura que se difumina hacia el vientre, que es de color pálido; con una franja oscura oblicua

que se extiende desde el final del opérculo hasta la proyección vertical del ano; cabeza ligeramente más clara que el dorso, con una mancha triangular negra en la parte superior del opérculo; narinas y borde de los ojos negros, preopérculo claro; aleta dorsal corta y oscura con una mancha pálida en la parte posterior de la base (i-5 radios); aleta caudal oscura con los radios del lóbulo inferior claros; aleta anal larga, con una franja oscura que recorre la parte media de los radios (iii-28); aletas pélvicas cortas con una mancha oscura en su base (i-6); aletas pectorales poco desarrolladas y totalmente oscuras (ii-8). Coloración de los juveniles en vivo, con base en ICN-19697 (Figura 3): cuerpo de color azul iridiscente con tres bandas oscuras que parten desde el final del opérculo: la primera recorre el dorso, la segunda a lo largo de la línea lateral, ambas confluyentes en el pedúnculo caudal, y tercera



**Figura 3.** Juvenil de *Pangasianodon hypophthalmus* (ICN-19697; 40,1 mm SL) comprado en tienda de mascotas en Bogotá, septiembre de 2016.

que alcanza a la base de la aleta anal; cabeza oscura y vientre pálido; aleta dorsal pálida con una mancha oscura distal. Una banda oscura que recorre la parte central de los lóbulos de la aleta caudal, en forma de “v”, con las aletas pélvicas y adiposas claras. Aletas pectorales totalmente oscuras, la anal pálida con una banda oscura que recorre su base, y los primeros radios también oscuros. Barbicelos pálidos.

Los adultos de esta especie tienen cierto parecido y podrían confundirse en los mercados de peces con las del género *Hypophthalmus* (Siluriformes: Pimelodidae) registradas para la Amazonia y Orinoquia de Colombia (Lasso *et al.* 2004, Galvis *et al.* 2007, Galvis y Mojica 2007): *Hypophthalmus edentatus* Spix & Agassiz, 1829; *Hypophthalmus fimbriatus* Kner, 1858; *Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840. Sin embargo, pueden distinguirse fácilmente de estos porque la aleta anal de *P. hypophthalmus* es relativamente corta y no alcanza la proyección vertical del final de la aleta dorsal, y por sus barbicelos filamentosos y muy reducidos.

### Discusión

En el norte de Suramérica, la cuenca del río Magdalena es considerada como de la mayor riqueza de especies de peces, con 167 dulceacuícolas primarias y por lo menos 66, endemismos (Galvis

y Mojica 2007, Rodríguez-Olarte *et al.* 2011). También ha sido reconocida como la cuenca del país con mayor cantidad de especies de peces amenazadas, 35 de ellas incluidas en el Libro Rojo de Colombia (Mojica *et al.* 2012), y recientemente considerada como la cuenca de los Andes tropicales que contiene la mayor concentración de especies acuáticas amenazadas (Tognelli *et al.* 2016). Muchas de las especies de las zonas bajas (< 500 m s.n.m.) tienen comportamientos migratorios a lo largo de la cuenca, con desplazamientos masivos estacionales entre las planicies inundables y el eje principal del río Magdalena y sus tributarios. En este contexto, las consecuencias que para la ictiofauna regional podrá acarrear la introducción de *P. hypophthalmus* son inciertas, debido a que sus hábitos de vida pueden ser similares a los de muchas de las especies nativas. Como todas las especies de Pangasiidae, *P. hypophthalmus* es una especie fluvial altamente migratoria que hace desplazamientos de larga distancia sobre cientos de kilómetros entre zonas de refugio y desove en la parte alta de los ríos y los hábitats de alimentación y guardería aguas abajo; es omnívora, se alimenta de algas, plantas, zooplancton e insectos, mientras que los especímenes más grandes también se alimentan de frutas, crustáceos y peces (FAO 2016).

Esta especie ha sido registrada tanto en las planicies inundables de las zonas bajas, como en



**Figura 4.** Ejemplar de *Pangasianodon hypophthalmus* capturado con chinchorra en el canal principal de río Magdalena en San Clara (Yondó). Mayo 2016, hembra de 5,5 kg de peso y 150 g de peso gonadal. Foto: pescador Jairo Mora.

cauces principales y ríos tributarios, y aunque no se puede aún confirmar su establecimiento pleno, sí se evidencia una progresiva ampliación de su distribución. En el 2015 y en el 2016 (Figura 4), la presencia fue registrada en el Medio Magdalena, y su último registro fechado por Aunap (2016) proviene de Río Viejo, localidad en el inicio del Bajo Magdalena (Figura 2). Por lo tanto, se prevén impactos sobre las especies nativas, en una cuenca que presenta ya una grave problemática de disminución de su producción pesquera a 2010 en cerca de un 50 % en los últimos 40 años (Valderrama 2015), y muy posiblemente agravándose en los años recientes, lo que diagnostica aún más la difícil situación actual de las pesquerías regionales. Por ser una especie migradora, se presume además que podrá competir con las especies nativas reofilicas, que son justamente las que sustentan

cerca del 70 % de la producción pesquera anual de la cuenca (Galvis y Mojica 2007). Adicionalmente, las características biológicas de esta especie como la dieta amplia, elevadas tasas de reproducción, rápido crecimiento, tolerante a condiciones ambientales extremas y comportamiento migratorio, presuponen que podría ocurrir una rápida expansión por todas las tierras bajas de la cuenca del Magdalena.

Debido a que previamente se había informado de su comercio en algunas plazas de mercado de Colombia, producto posiblemente de acuicultura local, el Instituto Alexander von Humboldt la categorizó como una especie de alto riesgo (Gutiérrez *et al.* 2012). El reciente Decreto 1780 expedido por el gobierno (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2015) permitió que las especies introducidas legal o ilegalmente al país pudieran ser declaradas como “domesticadas” y usadas con fines de piscicultura. Así, existe el riesgo que en un futuro el pez basa pueda llegar a ser “domesticado por decreto”, como en efecto ocurrió con la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Aunap 2015). Esta actuación de las autoridades colombianas parecen ir en concordancia con la de autoridades de Brasil, en donde también con fines de piscicultura, se ha recurrido a domesticaciones de especies por ley (Pelicice *et al.* 2014, Padial *et al.* 2016).

Por su parte, la venta de juveniles como peces ornamentales en tiendas de mascotas de Bogotá, evidencia su piscicultura clandestina, y conlleva riesgo de escapes fortuitos o liberaciones intencionales al medio natural. Aunque aún no hay registros oficiales de esta especie en las cuencas del Amazonas y del Orinoco en Colombia, su presencia podría conllevar su dispersión a países vecinos como Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela. Por lo pronto, su presencia en aguas libres de la cuenca media del río Magdalena presupone alto riesgo para los ecosistemas acuáticos y la ictiofauna nativa, y demanda ingentes esfuerzos investigativos con miras a documentar su comportamiento biológico, como base fundamental para implementar su control.



## Conclusiones

La confirmación documentada de la presencia de *P. hypophthalmus* en ambientes naturales en la cuenca Magdalena, a partir de la diagnosis de un ejemplar depositado en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional (ICN-19185) y de los reportes fotográficos, podría conllevar serios retos para la conservación de biodiversidad acuática de la cuenca, aunado también a la responsabilidad para impedir su dispersión a los países vecinos. Se considera además, que la especie provino de introducciones ilegales al país, y de la posible existencia de granjas piscícolas también ilegales, lo cual supone riesgo para las poblaciones de peces nativas de la cuenca Magdalena-Cauca, en donde muchas de ellas, y en especial las migradoras, presentan una condición actual de amenaza. El riesgo se magnifica por su presencia sin restricciones en mercados locales y en tiendas de peces ornamentales. Y aunque hace falta confirmar su establecimiento pleno en ambientes naturales, la ampliación rápida y progresiva de su distribución amerita, ejecutar acciones decididas para su evaluación y en consecuencia, la adopción de medidas urgentes de control al comercio de alevinos y a las actividades de piscicultura que presuntamente están en desarrollo.

## Agradecimientos

A los pescadores del río Carare, quienes colectaron el primer ejemplar y a Juan Carlos Pérez, profesional de la Fundación Humedales, quien hizo posible su registro. A Carlos Alberto Leal de Cormagdalena por las fotografías de los especímenes capturados en la ciénaga de Guarinocito. A Ovidio Brand, al Dr. Luis Manjarrés y a Marlon Vides por la información sobre los registros georreferenciados de la especie en 2016. Al pescador Jairo Mora por el material fotográfico en Santa Clara. A María Pinilla, por la elaboración del material gráfico y comentarios al manuscrito. A los evaluadores anónimos por sus comentarios y sugerencias al manuscrito.

## Bibliografía

- Aunap. 2015. Información de importaciones. Subdirección Técnica Administración y Fomento. Bogotá.
- Aunap. 2016. AUNAP confirma presencia del pez basa en el río Magdalena. Consultado: Octubre 20 de 2016: [www.aunap.gov.co](http://www.aunap.gov.co).
- FAO. 2016. Cultured Aquatic Species Information Programme *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage 1878). Fisheries and aquaculture Department. Consultado 9 Agosto 2016: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Pangasius\\_hypophthalmus/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Pangasius_hypophthalmus/en)
- Galvis, G., J. I. Mojica, F. Provenzano, C. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M.A. Gutiérrez, Y. López, L. Mesa, P. Sánchez, C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Eds. A. I. Sanabria-Ochoa, P. Victoria-Daza, I. C. Beltrán. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Incoder, Universidad Nacional de Colombia - Departamento de Biología - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia. 425 pp.
- Galvis, G. y J., Mojica. 2007. The Magdalena River fresh water fishes and fisheries. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 10 (2): 127-139.
- Gutiérrez, F., M. P. Baptiste, C. A. Lasso y R. Álvarez-León. 2012. *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage 1878). Pp: 131-133. En: Gutiérrez, F. de P., C. A. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez-Duarte y A. M. Díaz. (Eds.). 2012. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia, 335 pp.
- Lasso, C., J. Mojica, J. Usma, J. Maldonado-Ocampo, C. DoNascimento, D. Taphorn, F. Provenzano, O. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vásquez, M. Lugo, A. Machado-Allison R. Royero, C. Suárez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95 – 158.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2015. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Decreto 1780 de 9 de septiembre de 2015.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Aunap. 2015. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca de Colombia, Resolución 2287 de 29 dic 2015.

- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, Colombia. 319 pp.
- Padial, A., A. Agostinho, W. Azevedo-Santos, F. Frehse, D. Lima-Junior, A. Magalhães, R. Mormul, F. Pelicice, F. Bezerra, M. Orsi, M. Petrere-Junior y J. Vitule. 2016. The “Tilapia Law” encouraging non-native fish threatens Amazonian River basins. *Biodiversity and Conservation* 26:243-246 DOI 10.1007/s10531-016-1229-0
- Pelicice, F. M., J. R. S. Vitule, D. P. Lima Junior, M. L. Orsi y A. A. Agostinho. 2014. A Serious New Threat to Brazilian Freshwater Ecosystems: The Naturalization of Nonnative Fish by Decree. *Conservation Letters* 7: 55–60. Doi:10.1111/conl.12029.
- Rodríguez-Olarte, D., J. Mojica y D. Taphorn. 2011. Chapter 15: Northern South America. Magdalena and Maracaibo Basins. Pp. 243-257. *En: Albert, J. R. Reis. (Eds.). Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. University of California Press. Berkeley.*
- Tognelli, M. F., C. A. Lasso, C. A. Bota-Sierra, L. F. Jiménez-Segura y N. A. Cox (Eds). 2016. Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales. Gland, Suiza, Cambridge, UK y Arlington, USA: UICN. DOI. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.02.es>.
- Valderrama, M. 2015. La pesca en la Cuenca Magdalena-Cauca: Análisis integral de estado y su problemática, y discusión de su estrategia de manejo. Pp: 241-254. *En: Rodríguez, M (Ed). ¿Para dónde va el río Magdalena?. FESCOL-FNA, Bogotá.*

Mauricio Valderrama  
Fundación Humedales,  
Bogotá, Colombia  
[mvalde@fundacionhumedales.org](mailto:mvalde@fundacionhumedales.org)

José Iván Mojica Corzo  
Universidad Nacional de Colombia,  
Instituto de Ciencias Naturales,  
Bogotá, Colombia  
[jimojicac@unal.edu.co](mailto:jimojicac@unal.edu.co)

Andrea Villalba  
Universidad Nacional de Colombia,  
Bogotá, Colombia  
[apilar38@hotmail.com](mailto:apilar38@hotmail.com)

Fabel Ávila  
Universidad Nacional de Colombia,  
Bogotá, Colombia  
[flavilar@unal.edu.co](mailto:flavilar@unal.edu.co)

Presencia del pez basa, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), en la cuenca del río Magdalena, Colombia

**Citación del artículo:** Valderrama, M., J. I. Mojica, A. Villalba y F. Ávila. 2016. Presencia del pez basa, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), en la cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 98-104. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a13

Recibido: 1 de noviembre de 2016  
Aceptado: 29 de marzo de 2017

---

# Ranas del género *Pipa* (Anura: Pipidae) de la Orinoquia colombiana: nuevos registros y comentarios sobre su taxonomía, distribución e historia natural

Frogs of the genus *Pipa* (Anura: Pipidae) of the Colombian Orinoco River Basin: new records and comments on their taxonomy, distribution and natural history

Andrés R. Acosta-Galvis, Carlos A. Lasso y Mónica A. Morales-Betancourt

---

## Resumen

Se reportan por primera vez dos especies simpátricas de ranas acuáticas (*Pipa pipa* y *Pipa snethlageae*) para los ríos Bitá y afluentes del río Orinoco en ambientes de morichal de la planicie inundable, departamento del Vichada, Colombia. Se proveen mapas actualizados con la ampliación del área de distribución de estas dos especies, se incluyen comentarios sobre la taxonomía y se describen algunos aspectos sobre su historia natural.

**Palabras clave.** Anfibios. Guayana colombiana. *Mauritia flexuosa*. Nuevos registros.

## Abstract

Two sympatric species of aquatic frogs (*Pipa pipa* and *Pipa snethlageae*) are reported for the first time for the Bitá and Orinoco rivers in the moriche palm swamp streams of the floodplain, in the department of Vichada, Colombia. Updated maps are provided with the extension of the range of these two species, comments on their taxonomy and some aspects of their natural history are described.

**Key words.** Amphibian. Guayana colombiana. *Mauritia flexuosa*. New records.

## Introducción

Las ranas acuáticas de la familia Pipidae están representadas en Colombia por cuatro especies, todas distribuidas en las tierras bajas por debajo de los 500 m s.n.m. Dos de las especies de menor talla y con renacuajos, se encuentran en la región transinterandina: *Pipa myersi* Trueb, 1984, restringida a la zona limítrofe con Panamá (Trueb 1984, Trueb y Cannatella 1986, Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Lynch y Suárez-Mayorga 2002) y *Pipa parva* Ruthven y Gaije, 1923, de la región Caribe y límites con Venezuela (Cochran y Goin 1970, Trueb

1984, Trueb y Cannatella 1986, Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Galvis-Peñuela *et al.* 2011, Blanco-Torres *et al.* 2013). Otras dos especies de mayor longitud y con desarrollo directo son conocidas de la región cisandina: *Pipa snethlageae* Müller, 1914 de la Amazonia y áreas transicionales amazónicas-orinoquenses (Cochran y Goin 1970, Trueb y Cannatella 1986, Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Lynch y Vargas-Ramírez 2000, Lynch 2005, 2007) y *Pipa pipa* (Linnaeus, 1758), con registros conocidos en la cuenca del Orinoco y la

región de la Amazonia (departamentos de Amazonas, Arauca, Caquetá, Meta y Vaupés) entre los 100-500 m s.n.m. (Cochran y Goin 1970, Trueb y Cannatella 1986, Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Acosta-Galvis 2000, Lynch 2005, 2006, 2007, Mueses-Cisneros 2007, Vaz-Silva y Andrade 2009, Osorno-Muñoz *et al.* 2011, Alves-Pinto *et al.* 2014).

Respecto a la información sobre su historia natural, la mayor parte de los estudios corresponden a *Pipa pipa*, dada su amplia distribución y carácter ornamental, y se refieren básicamente a condiciones *ex situ*, que incluyen aspectos reproductivos como el comportamiento, vocalizaciones, amplexus y cuidado de las larvas (Rabb y Rabb 1960, 1963, Rabb y Snedigar 1960, Duellman 1978, Zippel 2006). Las investigaciones en estado silvestre se circunscriben a tópicos limitados sobre su dieta, reproducción (estados gonadales) y microhábitat (Duellman 1978, Alves-Pinto *et al.* 2014).

Uno de los aspectos que limitan el registro de estas especies acuáticas es la ausencia de métodos estandarizados y efectivos de recolecta, por lo que su captura llega a ser en muchos casos fortuita. Los casos exitosos corresponden a recolecciones en los bancos (márgenes) de ríos o cuerpos de agua aislados y de poca profundidad, con hojarasca y barro, asociados a los planos de inundación (Alves-Pinto *et al.* 2014) o capturas en trampas *pitfall* al borde de ríos en bosques aluviales (Vaz-Silva y Andrade 2009).

Durante el desarrollo de varios estudios en la Reserva Natural Privada Bojonawi (RNPB) en 2015 -planicie inundable del río Orinoco- y más recientemente en las expediciones biológicas de la cuenca del río Bitá (2016), Orinoquia colombiana (Vichada), dirigidos al estudio de la biota acuática, se colectaron varios ejemplares del género *Pipa* que permitieron la elaboración de esta nota. Dado el desconocimiento de este grupo de especies en el país, se discuten algunos aspectos taxonómicos, se amplían los datos de distribución y se registran algunos datos sobre su historia natural incluyendo las características del hábitat.

## Material y métodos

Se examinaron 17 especímenes, provenientes de dos fuentes: la colección de anfibios del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia, Villa de Leyva (Boyacá, Colombia) (IAvH-Am) (Anexo 1) y de recolecciones realizadas recientemente en la Reserva Natural Privada Bojonawi RNPB (2015-2016) y en el río Bitá (2016). Los ejemplares fueron capturados manualmente o mediante redes pequeñas de 1,5 x 1 m (1 mm entretendido), en ambientes acuáticos (caños, quebradas y morichales).

Algunos de los especímenes fueron sacrificados mediante una solución de benzocaína al 10 % (Chen y Combs 1999), fijados en una solución de formol al 10 % de calidad analítica, preservados en una solución de etanol al 70 % y depositados en la IAvH-Am.

La terminología relativa a los caracteres taxonómicos sigue las propuestas de Trueb y Cannatella (1986), Lynch y Vargas-Ramírez (2000) y Alves-Pinto *et al.* (2014) que incluyen las siguientes abreviaturas y caracteres: LRC (longitud rostro-cloaca), Acu (altura del cuerpo), AC (ancho cefálico), DO (diámetro del ojo), DIO (distancia interorbital), LT (longitud tibial), Lp (longitud pedial: tubérculo-dedo IV), Lm (longitud manual), Ab (ancho bucal) y LA (longitud del antebrazo). Los valores promedio se expresan con la desviación estándar. Las medidas (mm) fueron registradas mediante un calibrador digital (Mitutoyo 0,1 mm).

Para la caracterización de los parámetros fisicoquímicos en las localidades estudiadas se empleó un equipo Hanna HI 98129. Las fotografías de los hábitats y los ejemplares *in vivo* y preservados se realizaron mediante cámaras digitales EOS 30D, Canon EOS 5D Mark II y Mark III en un equipo Photo Safe-box empleando luces LED de 5500 kelvin. La renderización de las imágenes se realizó mediante el programa Helicon.

## Resultados y discusión

### *Pipa snethlageae* Müller, 1914

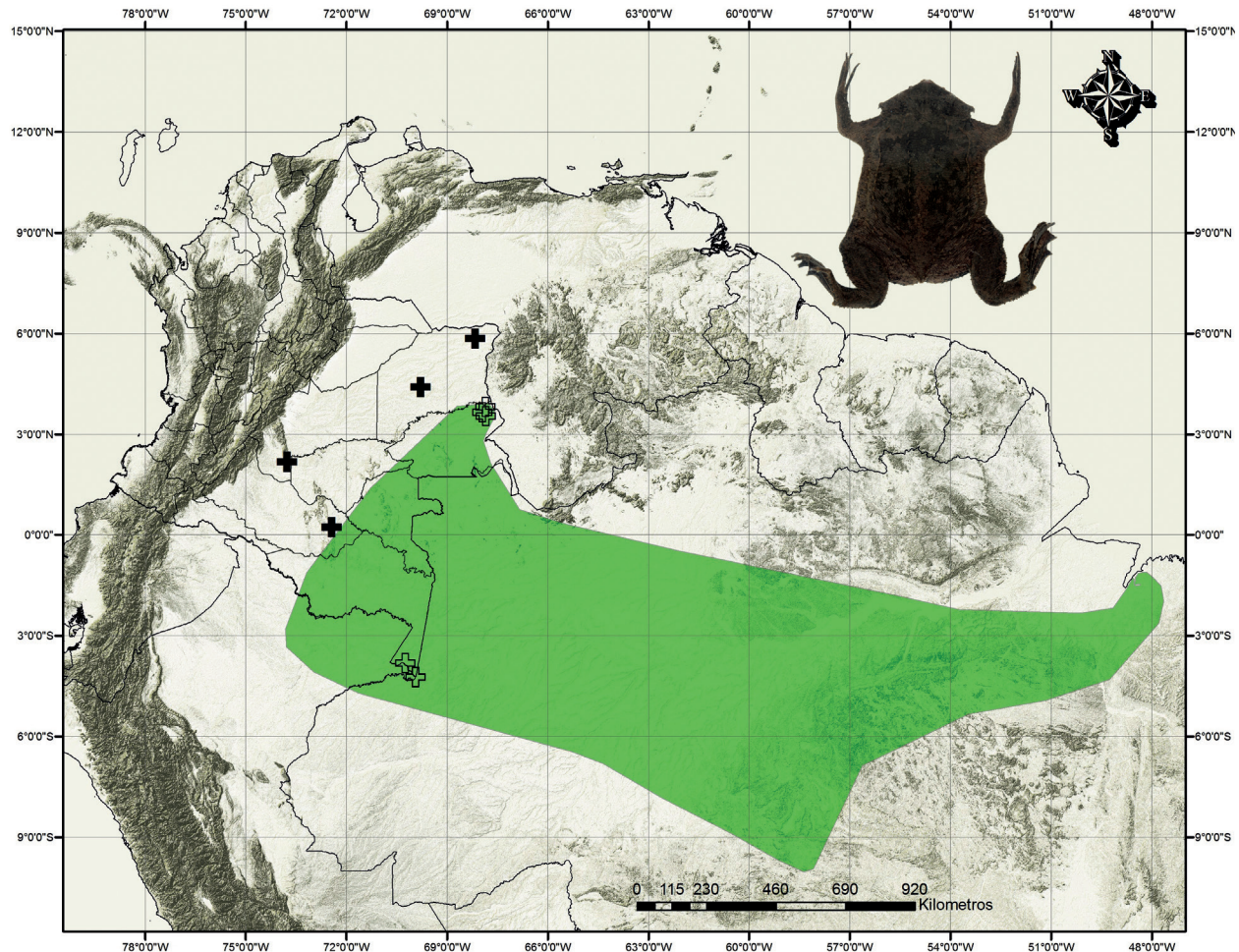
#### Distribución

Esta especie había sido reportada únicamente en ocho localidades de Brasil, Colombia, Guayana Francesa y Perú (Trueb y Cannatella 1986, Müller 1914). En Colombia los registros disponibles de *P. snethlageae* la enmarcan en las tierras bajas de la Orinoquia y Amazonia en los departamentos de Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada, entre los 80-240 m s.n.m. La especie había sido registrada previamente para la ecorregión Branco-Negro en el

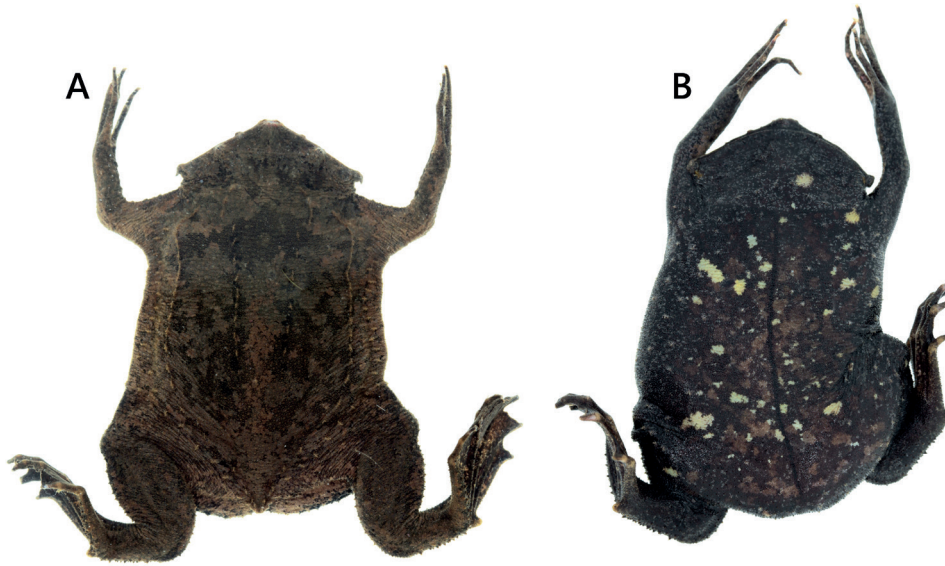
departamento del Guainía (Lynch y Vargas-Ramírez 2000) y Leticia (Cochran y Goin 1970, Trueb y Cannatella 1986). Los registros aquí expuestos del Vichada en relación a los previamente reportados, amplían el área de distribución para esta especie en la cuenca del Orinoco y se constituyen en los registros más norteños conocidos en su ámbito de distribución descrito (Figura 1).

#### Historia natural

Habita en caños pequeños y morichales (*Mauritia flexuosa*) asociados a bosques de tierra firme o en algunas áreas de inundación (rebalse). Durante la



**Figura 1.** Distribución de *Pipa snethlageae* en Colombia. Los símbolos abiertos están basados en la literatura disponible y los negros corresponden a los nuevos registros; el área sombreada corresponde a la distribución propuesta por la UICN Red List.



**Figura 2.** *Pipa snethlageae*: A) vista dorsal; B) ventral del ejemplar IAvH-Am-ARA 7101. Municipio de Puerto Carreño, departamento del Vichada; LRC= 81,96 mm. Foto: A. Parrales.

época de menor pluviosidad (20 de enero de 2016) el ejemplar IAvH-Am-ARA-7101 (Figura 2 A-B), fue obtenido en la noche (20:00 h), en un caño asociado a un bosque de galería en la cuenca media del río Bitá. El microhábitat corresponde a un caño de aguas claras, oligotróficas y relativamente ácidas, de curso lento. El ejemplar fue observado flotando con los miembros extendidos sobre la superficie. Las condiciones fisicoquímicas del cuerpo de agua fueron: T=28,1 C°; Conductividad= 3 microsiemens/cm; Total de Sólidos Disueltos (TDS) = 1 ppm y un pH de 6,7. Otros reportes identificados en el departamento del Vichada, incluyen una hembra IAvH-Am 7582 colectada en el 2004 en la región de Cumaribo.

Datos adicionales sobre la historia natural de esta especie corresponden al ejemplar IAvH-Am-2814 colectado el 1 de mayo de 1977 en los lagos de Tarapoto (región de Leticia, Amazonas) el cual fue extraído de la mandíbula de una babilla (*Caiman cocodrilus*). Tarapoto es un complejo de lagos (lagunas inundables) de aguas negras con una T= 34,5 C°, Conductividad=208 microsiemens/cm, TDS=105 ppm y un pH=6,64, en la época de aguas bajas.

### ***Pipa pipa* (Linnaeus, 1758)**

#### **Distribución**

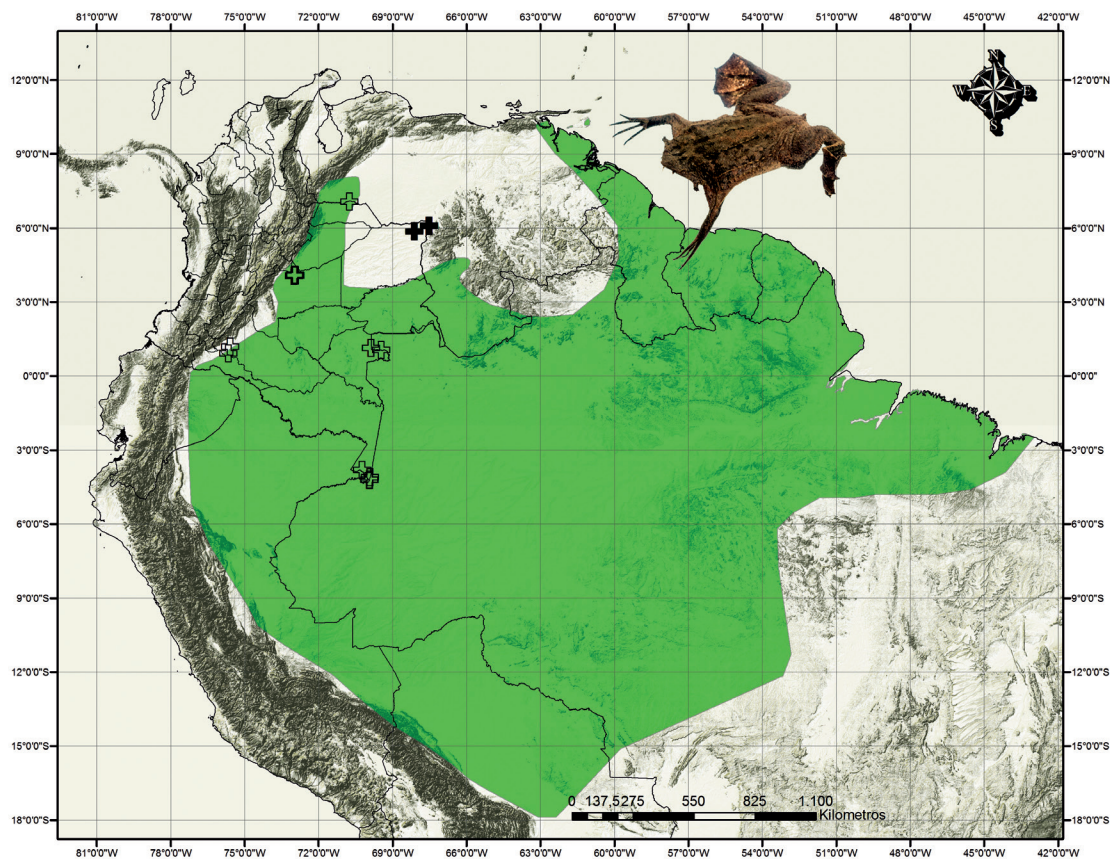
Especie de amplia distribución en el centro y norte de Suramérica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela), incluyendo las regiones de las Guayanas, el Cerrado Brasileño, la Amazonia y Orinoquia (Niceforo-María 1958, Cochran y Goin 1970, Trueb y Cannatella 1986, Duellman 1978, Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Acosta Galvis 2000, Brandão 2002, Lynch 2005, 2006, Lima 2006, Mueses-Cisneros 2007, Vaz-Silva y Andrade 2009, Alves-Pinto *et al.* 2014). En Colombia está ampliamente distribuida en la región cisandina con un número importante de registros en las regiones de la Amazonia y áreas más occidentales de la cuenca del Orinoco, entre los 100-500 m s.n.m. Los ejemplares aquí reportados, constituyen los primeros registros de esta especie en el departamento del Vichada, confirmando su distribución en la región oriental de la cuenca del Orinoco: río Bitá y afluentes del río Orinoco. De esta manera, al incorporar los registros disponibles previamente reportados, *P. pipa* ocupa seis ecorregiones en Colombia que incluyen los

caños y morichales asociados a los bosques de galería en la ecorregión sabanas de los llanos orientales (Orinoquia), así como en los bosques húmedos tropicales y subtropicales de las ecorregiones del Caquetá, Branco-Negro, Napo, Japurá-Solimoes-Negro e Iquitos Varzea (Amazonia) (Figura 3).

### Historia natural

Se colectaron cinco ejemplares en el río Bitá. Una hembra adulta IAvH-Am 11848 (Figura 4) capturada durante la estación seca (23 de enero de 2016), en sabanas con afloramientos rocosos (lajas graníticas del Escudo Guayanés) al interior de un río de bosque-morichal (*Mauritia flexuosa*) de curso lento y abundante hojarasca, el cual desemboca en la cuenca media del río Bitá (Figura 5 A). Las condiciones

fisicoquímicas del morichal fueron: T=28,6 C°; Conductividad=19 microsiemens/cm, TDS=10 ppm y un pH=6,89. Por otro lado, se recolectaron seis especímenes (dos liberados, Figura 5C) al inicio de la estación seca en la RNPB (11-12 de diciembre de 2015): un ejemplar juvenil IAvH-Am 11936 (LRC=69,23 mm) de coloración ventral negra con pecas crema, exhibiendo diferencias ontogénicas frente a las tres hembras adultas IAvH-Am 11937-9. Estos ejemplares fueron recolectados entre las 20:00-21:00 horas en un morichal, afluente del caño Verde (RNPB, Figura 5 B). Las condiciones fisicoquímicas del cuerpo de agua fueron: T=29 C°; Conductividad=25 microsiemens/cm; TDS=13 ppm y pH=5,68.



**Figura 3.** Distribución de *Pipa pipa*. Los símbolos abiertos están basados en la literatura disponible y los negros corresponden a los nuevos registros en Colombia; el área sombreada corresponde a la distribución conocida por la UICN Red List.



**Figura 4.** Vista dorsal de *Pipa pipa*, ejemplar IAvH-Am 11848. Municipio de Puerto Carreño, departamento del Vichada; LRC= 119,90 mm. Foto: J. García-Melo (Fundación Omacha).

Dado su carácter acuático, la presión por depredación ya sea por peces o reptiles acuáticos como tortugas y crocodílidos es muy probable. Una a hembra adulta IAvH-Am-11939 colectada en los morichales

asociados al río Bitá presentó los dedos manuales de la extremidad izquierda amputados. Igualmente, otro ejemplar, capturado y sin colectar en el morichal de la RNP Bojonawi tenía la extremidad inferior amputada.

#### **Comentarios taxonómicos de *Pipa pipa* y *Pipa snethlageae***

Se revisaron los caracteres taxonómicos y se realizaron las mediciones morfométricas a diez ejemplares de *P. pipa* y a cuatro de *P. snethlageae* (Tablas 1 y 2). Trueb y Cannatella (1986) en la revisión de los pípidos de Suramérica, señalan algunas diferencias morfológicas para la distinción de estas dos especies de las cuales dos son más relevantes. *Pipa pipa* es reconocible en su morfología externa por la presencia de una papila dérmica lobulada y desarrollada en el extremo ventral del rostro (Lynch y Vargas-Ramírez 2000) (ausente o remanente en *P. snethlageae*) (Figuras 6 y 7) y los extremos de los dedos Tetrapartitos bifurcados (no bifurcados en *P. snethlageae*) (Figura 8).



**Figura 5.** Habitat de *Pipa pipa*. A) Caño en la cuenca media del río Bitá; B) morichal en la Reserva Natural Privada Bojonawi (RNPB); C) vista dorsal de *Pipa pipa*, ejemplar liberado en la Reserva Natural Privada Bojonawi, municipio de Puerto Carreño (Vichada). Foto: M. A. Morales-Betancourt.

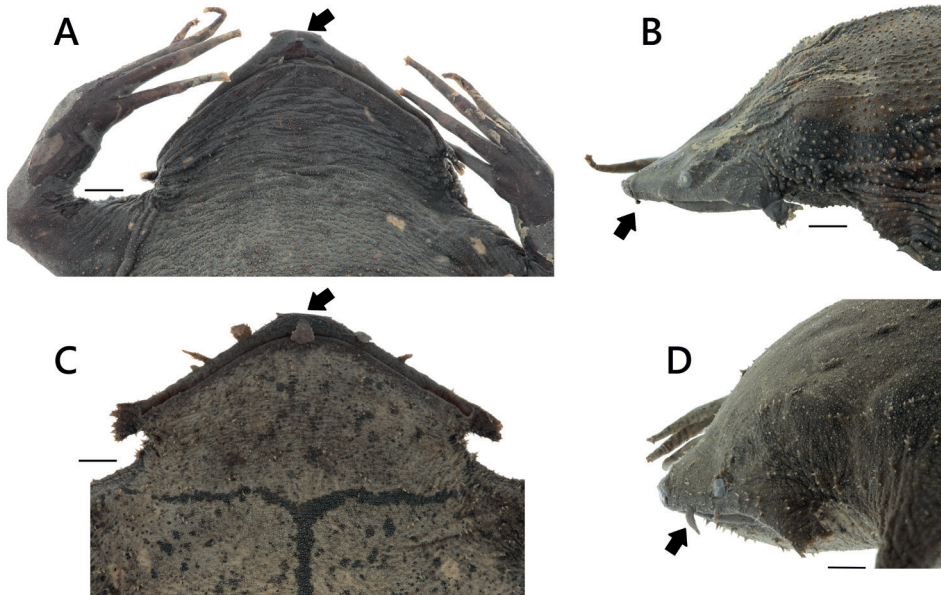


**Tabla 1.** Morfometría de *Pipa pipa*, medidas (mm). (\*) Carece de papilas dérmicas pequeñas en la región sub-maxilar.

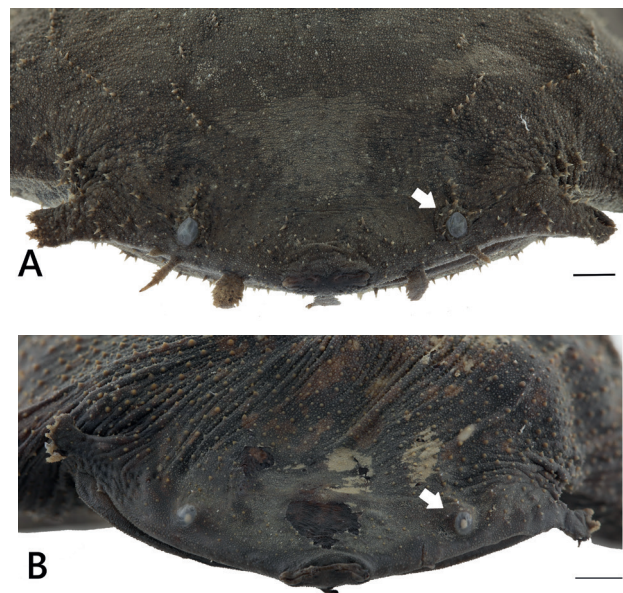
IAvH-Am	Sexo	LRC	Acu	AC	DO	DIO	LT	Lp	Lm	Ab	LA
11937	H	116,56	27,15	46,90	2,35	23,07	41,14	45,8	24,90	48,24	23,94
11939	H	117,92	40,67	46,83	2,61	24,20	44,39	46,81	29,39	47,28	26,63
11848	H	119,90	30,01	52,22	2,35	27,27	49,11	50,86	25,55	51,72	26,68
11938	H	122,78	24,01	53,39	2,34	27,40	49,64	51,47	30,26	48,50	29,88
4104	H	124,62	22,54	39,33	2,93	21,83	48,76	46,81	25,00	38,33	25,95
10574	H	95,45	16,13	36,67	1,82	18,67	33,14	36,24	23,87	39,21	19,44
666*	H	141,16	26,27	52,88	1,82	24,11	49,90	40,88	31,29	47,25	26,94
11982*	H	157,96	23,52	57,79	2,91	28,11	57,08	56,68	28,98	57,06	34,20
<b>Media</b>		<b>124,54</b>	<b>26,28</b>	<b>48,25</b>	<b>2,39</b>	<b>24,33</b>	<b>46,64</b>	<b>46,94</b>	<b>27,40</b>	<b>47,19</b>	<b>26,70</b>
<b>Error estándar</b>		<b>18,40</b>	<b>7,08</b>	<b>7,29</b>	<b>0,42</b>	<b>3,21</b>	<b>7,13</b>	<b>6,36</b>	<b>2,87</b>	<b>6,12</b>	<b>4,26</b>
4105	M	109,30	26,25	42,77	2,48	20,39	43,49	46,66	30,57	43,11	24,78
6289	M	113,56	25,96	43,47	2,69	23,60	45,38	50,43	28,93	45,40	26,93
<b>Media</b>		<b>111,43</b>	<b>26,10</b>	<b>43,12</b>	<b>2,58</b>	<b>21,99</b>	<b>44,43</b>	<b>48,54</b>	<b>29,75</b>	<b>44,25</b>	<b>25,85</b>
<b>Error estándar</b>		<b>3,01</b>	<b>0,20</b>	<b>0,49</b>	<b>0,14</b>	<b>2,26</b>	<b>1,33</b>	<b>2,66</b>	<b>1,15</b>	<b>1,61</b>	<b>1,52</b>

**Tabla 2.** Morfometría de *P. snethlageae*, medidas (mm); (-) medidas no disponibles por deterioro.

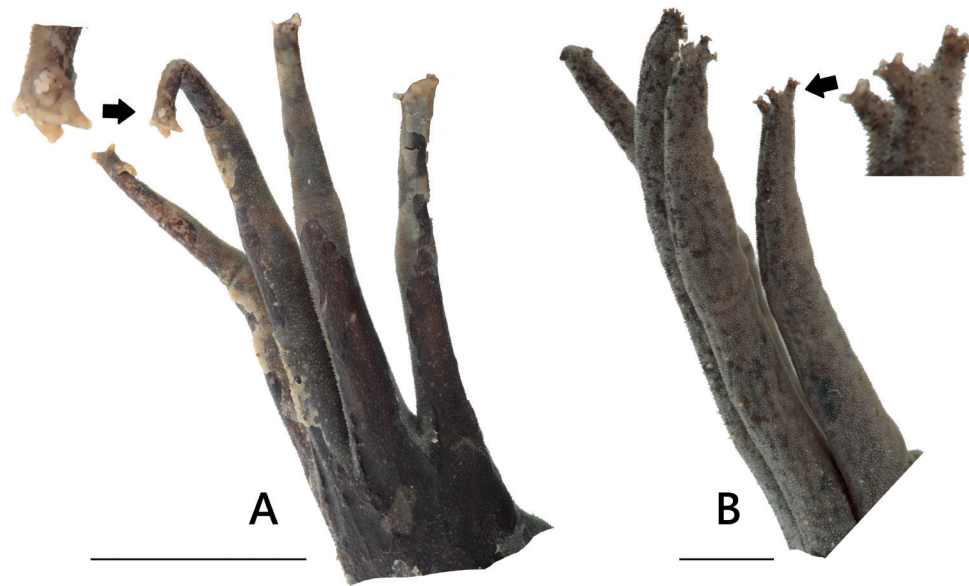
IAvH-Am	Sexo	LRC	Acu	AC	DO	DIO	LT	Lp	Lm	Ab	LA
2814	H	92,40	21,41	38,04	2,33	19,07	33,50	36,82	25,91	39,22	21,84
1888	H	93,54	21,60	33,98	1,89	18,27	36,74	35,39	24,05	34,85	19,86
7582	H	87,02	18,31	36,53	2,03	19,40	36,80	37,85	23,57	30,01	18,95
6780	H	74,61	13,98	26,93	1,89	-	28,54	29,25	19,45	-	17,63
<b>Media</b>		<b>86,89</b>	<b>18,82</b>	<b>33,87</b>	<b>2,03</b>	<b>18,91</b>	<b>33,89</b>	<b>34,8</b>	<b>23,2</b>	<b>34,6</b>	<b>19,57</b>
<b>Error estándar</b>		<b>8,66</b>	<b>3,56</b>	<b>4,9</b>	<b>0,20</b>	<b>0,58</b>	<b>0,38</b>	<b>3,8</b>	<b>2,7</b>	<b>4,6</b>	<b>1,76</b>



**Figura 6.** Vistas ventral y lateral donde se observa la distribución de la papila dérmica en el extremo ventral del rostro. A-B) Papila reducida en *Pipa snethlageae*, IAvH-Am-1888 de Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena (departamento del Meta); C-D) *Pipa pipa* IAvH-Am 11939 del municipio Puerto Carreño, RNP Bojonawi caño en la cuenca media del río Bitá (departamento del Vichada). Fotos: A. Acosta y J. Cárdenas. Escala= 5mm.



**Figura 7.** Vista frontal, se observa la distribución de la papila dérmica en el extremo ventral del rostro y distribución de las espículas perioculares (flechas). A) *Pipa pipa* IAvH-Am 11939 del municipio Puerto Carreño, RNP Bojonawi caño en la cuenca media del río Bitá (departamento del Vichada); B) *Pipa snethlageae*, IAvH-Am-1888 de Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena (departamento del Meta). Fotos: A. Acosta y J. Cárdenas. Escala= 5mm.



**Figura 8.** Detalle de extremos de los dedos tetrapartitos de dos especies del género *Pipa* en Colombia. A) *Pipa snethlageae*, IAvH-Am-1888 con terminaciones “no bifurcadas”; B) *Pipa pipa* IAvH-Am 11939 con terminaciones bifurcadas. Escala= 5mm; Fotos: A. Acosta y J. Cárdenas.

Sin embargo, algunos de los especímenes examinados presentan algunas ambigüedades en dos de los caracteres propuestos como diagnósticos. Al examinar dos hembras adultas de la región del río Yavari en Brasil al frente de Leticia [IAvH-Am-666 (LRC=141,16 mm) colectada en 1971 e IAvH-Am-11982 (LRC=157,96 mm) colectada en 1978], se observan en ambos especímenes, la ausencia de la papila dérmica lobulada en el extremo ventral del rostro, que es característico de *P. snethlageae*. Pero al observar la región gular y sub-maxilar, las papilas reducidas no son evidentes (rasgo morfológico secundario atribuido a *Pipa pipa sensu* Trueb y Cannatella, 1986) y que en conjunto con la longitud corporal permiten evidenciar que la pérdida de estas estructuras morfológicas obedece posiblemente con artificios de preparación del ejemplar.

No obstante, la evaluación de la morfología de las terminaciones digitales permite observar que existe una variabilidad importante entre los ejemplares examinados. Este aspecto requiere de un mayor análisis que corrobora lo propuesto por Lynch y

Vargas-Ramírez (2000), quienes notaron algunas ambigüedades relativas a la morfología de las puntas de los dedos para establecer la distinción de estas especies: una hembra adulta identificada como *P. snethlageae* con papilas bifurcadas, lo cual es un carácter propio de *Pipa pipa*.

En cuanto a el análisis de las muestras examinadas en el presente trabajo de las papilas dérmicas en la región gular y sub-maxilar y la ausencia o remanencia de una papila dérmica lobulada en el extremo ventral del rostro (Figuras 6 y 7) *sensu* Trueb y Cannatella (1986), los ejemplares examinados no evidencian variaciones a nivel intraespecífico, lo que indica su validez como rasgo taxonómico en *P. snethlageae*: IAvH-Am-2814 de la región de Puerto Nariño (Amazonas), IAvH-Am-1888 de la región de La Macarena (Meta), IAvH-Am-7582 de la región de Cumaribo (Vichada) e IAvH-Am-6780 de Solano (Caquetá).

En adición a los rasgos morfológicos diagnósticos de estas especies, el examen de la región periorbital,

permite evidenciar la presencia de espículas en todos los especímenes de *Pipa pipa* (Figura 7 A), mientras que esta condición morfológica es ausente en casi todos los especímenes examinados en *Pipa snethlageae* (Figura 7 B) con excepción del ejemplar IAvH-Am 2814 cuyas espículas se observan en la región superior de la órbita.

### Agradecimientos

El desarrollo de esta contribución fue realizado en el marco del Convenio de Cooperación Número 15-14-322.304 CE entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Fundación Omacha, así como en el desarrollo del POA 2015-2016 del Programa Ciencias de la Biodiversidad del IAvH (Línea Recursos Hidrobiológicos, Pesqueros y Fauna Silvestre) y la línea Colecciones biológicas (Villa de Leyva, Boyacá). Un agradecimiento especial al equipo de investigadores que participaron en la evaluación biológica rápida de la biodiversidad de la cuenca del río Bitá durante la época seca 2016, en particular a Beiker Castañeda (Fundación Omacha-RNPB). A Ariel Parrales y Johann Cárdenas por el apoyo en el registro fotográfico en las colecciones del IAvH y a Jorge García Melo por las fotografías de los ejemplares del río Bitá. Finalmente, a los evaluadores anónimos quienes con sus valiosos comentarios permitieron consolidar este manuscrito.

### Bibliografía

- Acosta-Galvis, A. R. 2000. Ranas, salamandras y Caecilias (Tetrapoda:Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1 (3): 289-319.
- Allison-Machado, A., A. Rial y C. A. Lasso. 2014. Morichales. Pp. 207-210. *En*: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Alves-Pinto, H. N., V. K. Verdade y M. T. Rodrigues. 2014. Morphometric variation of *Pipa pipa* (Linnaeus, 1758) (Anura: Pipidae) with notes on diet and gonad development. *Herpetology Notes* 7: 347-353.
- Blanco-Torres, A., L. Báez, E. Patiño-Flores y J. M. Renjifo. 2013. Herpetofauna del valle medio del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical* 3 (2): 113-122.
- Brandão, R. A. 2002. Avaliação ecológica rápida da herpetofauna nas reservas extrativistas de Pedras Negras e Curralinho, Costa Marques, RO. *Brasil Forestal* 74: 61-73.
- Cochran, D. M. y C. J. Goin. 1970. Frogs of Colombia. *Bulletin of the United States National Museum* 288: 1-655.
- Chen, M. y C. Combs. 1999. An alternative anesthesia for amphibians: ventral application of benzocaine. *Herpetological Review* 30 (1): 34-34.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder y K. R. Young. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean: World Bank Washington, D. C. 174 pp.
- Duellman, W. 1978. The Biology of an Equatorial Herpetofauna in Amazonian Ecuador. University of Kansas Museum of Natural History. 352 pp.
- Fernández, A. 2007. Los morichales de los Llanos de Venezuela. Pp. 91-98. *En*: Duno, R., G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. Fudena-Fundación Empresas Polar-FIBV, Caracas.
- Galvis-Peñuela, P. A., A. Mejía-Tobón y J. V. Rueda-Almonacid. 2011. Fauna silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. Corpoguajira, Colombia en Hechos. 822 pp.
- Lima, A. P. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. Attema Design Editorial. Manaus. 170 pp.
- Lynch, J. D. 2005. Discovery of the richest frog fauna in the world-An exploration of the forests to the north of Leticia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 29 (113): 581-588.
- Lynch, J. D. 2006. The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia* 28 (1): 135-155.
- Lynch, J. D. 2007. Anfíbios: diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana. Diagnóstico (Vol. 1). Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. 636 pp.
- Lynch, J. D. y Á. M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24 (2): 471-480.
- Lynch, J. D. y M. A. Vargas-Ramírez. 2000. Lista preliminar de especies de anuros del Departamento del Guainía, Colombia. *Revista de la Academia Colom-*

- biana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24 (93): 579-589.
- Mesa, L. y C. A. Lasso. 2013. Aproximación geoquímica al subsistema acuático de los morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia. Pp. 87-97. *En*: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-Boscán (Eds.). Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. Parte 1. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Mora-Polanco A., L. Sánchez, C. Mac-Quhae, F. Visáez y M. Calzadilla. 2008. Geoquímica de los ríos morichales de los llanos orientales venezolanos. *Interciencia* 33 (10): 717-724.
- Mueses-Cisneros, J. J. 2007. Fauna anura asociada a un sistema de charcos dentro de bosque en el kilómetro 11 carretera Leticia-Tarapacá (Amazonas, Colombia). *Caldasia* 29 (2): 387-395.
- Müller, L. 1914. XVI. On a new species of the genus *Pipa* from Northern Brazil. *Journal of Natural History* 14 (79): 102-102.
- Niceforo-María, Hno. 1958. Ranas de la familia Pipidae en Colombia. *Boletín del Instituto de La Salle* (198): 12-15.
- Olson, D. M. y E. Dinerstein. 2002. The Global 2000: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical garden* 89: 199-224.
- Osorno Muñoz, M., L. Gutiérrez-Lamus y J. C. Blanco. 2011. Anfibios en un gradiente de intervención en el noroccidente de la Amazonia colombiana. *Revista Colombia Amazónica* 4: 143-160.
- Rabb, G. B. y M. S. Rabb. 1960. On the mating and egg-laying behavior of the Surinam toad, *Pipa pipa*. *Copeia* 1960 (4): 271-276.
- Rabb, G. B. y M. S. Rabb. 1963. Additional observations on breeding behavior of the Surinam toad, *Pipa pipa*. *Copeia* 636-642.
- Rabb, G. B. y R. Snedigar. 1960. Observations on breeding and development of the Surinam toad, *Pipa pipa*. *Copeia* 1960 (1): 40-44.
- Ruiz-Carranza, P. M., M. C. Ardila-Robayo y J. D. Lynch. 1996. Lista actualizada de la fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20 (77): 365-415.
- Trueb, L. 1984. Description of a new species of *Pipa* (Anura: Pipidae) from Panama. *Herpetologica* 40 (3): 226-234.
- Trueb, L. y D. C. Cannatella. 1986. Systematics, morphology, and phylogeny of genus *Pipa* (Anura: Pipidae). *Herpetologica* 412-449.
- Vaz-Silva, W. y T. Andrade. 2009. Amphibia, Anura, Pipidae, *Pipa pipa*: distribution extension, new state record and geographic distribution map. *Check List* 5 (3): 507-509.
- Vegas-Villarrubia, T., J. Paolini y R. Herrera. 1988. A physico-chemical survey of blackwater rivers from the Orinoco and the Amazon basins in Venezuela. *Archiv für Hydrobiologie* 111 (4): 491-506.
- Zippel, K. 2006. Further observations of oviposition in the Surinam toad (*Pipa pipa*), with comments on biology, misconceptions, and husbandry. *Herpetological Review* 37 (1): 60-68.

### Anexo 1. Material examinado.

***Pipa pipa***: BRASIL, estado de Amazonas, Río Yavari, frontera entre Brasil-Perú, frente a Leticia, IAvH-Am-666, IAvH-Am-11982. COLOMBIA, departamento de Amazonas, municipio Puerto Nariño, Lagos de Tarapoto, trocha comunidad Tarapoto norte a 1 km en Aguajal, 3°46'44,3"S, 70°25'51,2"W, IAvH-Am-10574; departamento de Arauca, sin datos de localidad, IAvH-Am-6289; departamento de Meta, municipio de Puerto López, Finca Las Brisas, km 5 de la vía Puerto López - Alto Menegua, IAvH-Am-4104-5; departamento del Vichada, municipio

Puerto Carreño, Morichal I, afluente de Caño Verde, RNP Bojonawi, 06°5,57'09 "N, 67°31'18,5"W, IAvH-Am 11936-39; vereda La libertad, Morichal afrente al margen derecho del río Bitá, 05°52'11,42 "N, 68°07'35,60"W, 57 m s.n.m. hembra adulta, IAvH-Am 11848.

***Pipa snethlageae***: COLOMBIA, departamento de Amazonas, municipio Leticia, Parque Nacional Natural Amacayacu, IAvH-Am-6748; municipio Puerto Nariño, Lagos de Tarapoto IAvH-Am-2814;

**departamento del Caquetá**, municipio Solano, río Cuñare–Amú, vía Chiribiquete, Bosque Naranja, 1°20'55"N, 76°6'11"O, IAvH-Am-6780; **departamento de Guainía**, Inírida, IAvH-Am-474; **departamento de Meta**, municipio La Macarena,

Cabaña Caño Duda, Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena, 200 m s.n.m., IAvH-Am-1888; **departamento del Vichada**, municipio Cumaribo, río Orinoco, en un caño cerca al río Orinoco, 5°14'N, 67°51'O, 240 m s.n.m., IAvH-Am-7582.

Andrés R. Acosta-Galvis  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Colecciones Biológicas,  
Villa de Leyva, Boyacá, Colombia  
[aacosta@humboldt.org.co](mailto:aacosta@humboldt.org.co)

Carlos A. Lasso  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Bogotá, Colombia  
[classo@humboldt.org.co](mailto:classo@humboldt.org.co)

Mónica A. Morales-Betancourt  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos,  
Alexander von Humboldt,  
Bogotá, Colombia  
[mmorales@humboldt.org.co](mailto:mmorales@humboldt.org.co)

Ranas del género *Pipa* (Anura: Pipidae) de la Orinoquia colombiana: nuevos registros y comentarios sobre su taxonomía, distribución e historia natural

**Citación del artículo.** Acosta-Galvis, A. R., C. A. Lasso y M. A. Morales-Betancourt. 2016. Ranas del género *Pipa* (Anura: Pipidae) de la Orinoquia colombiana: nuevos registros y comentarios sobre su taxonomía, distribución e historia natural. *Biota Colombiana* 17 (2): 105–116. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a08

Recibido: 14 de junio de 2016  
Aceptado: 01 de noviembre de 2016

---

## Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia

Diversity and turnover of amphibian and reptile species in different plant cover at a locality in the middle Magdalena River valley, department of Antioquia, Colombia

Fernando Vargas-Salinas y Andrés Aponte-Gutiérrez

---

### Resumen

Entre diciembre de 2012 y enero de 2013 se caracterizó la herpetofauna en relictos boscosos, cultivos, áreas abiertas y vegetación aledaña a la ciénaga de Barbacoas en una localidad en el valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Se registraron 27 especies de anfibios y 36 de reptiles. Tres especies de anfibios son endémicas para Colombia y una especie está categorizada como Vulnerable (VU); una especie de reptil es endémica para Colombia, dos especies están categorizadas como Vulnerables (VU) y una En Peligro Crítico (PR). La diversidad de anfibios y reptiles no difiere entre bosques y áreas de cultivo, pero sí fue mayor en dichas coberturas vegetales que en áreas abiertas y vegetación asociada a ciénaga. El recambio de especies entre estos dos grupos de cobertura vegetal fue mayor en anfibios que en reptiles. Esto sugiere que los anfibios de bosque son más susceptibles que los reptiles a la deforestación, debido posiblemente a su alta dependencia de microhábitats húmedos para sobrevivir y reproducirse. Dado que la mayoría de los bosques en el valle del Magdalena medio de Colombia han sido deforestados, la conservación de los remanentes boscosos que aún persisten es prioritaria.

**Palabras clave.** Biodiversidad. Bosque húmedo tropical. Conservación. Ensamblajes. Herpetofauna.

### Abstract

From December 2012 and January 2013 a survey of the herpetofauna diversity was made in forest remnants, farms, open areas, and vegetation around wetlands at a locality in the middle Magdalena River valley, department of Antioquia, Colombia. We recorded 27 amphibian and 36 reptile species. Three of the amphibian species are endemic to Colombia and one is considered threatened; one of the reptile species is endemic to Colombia, and three are categorized as threatened. The species diversity of amphibians and reptiles did not differ significantly between forest and farming areas, but it was higher than in open areas and vegetation associated with wetlands. The species turnover between these two groups of vegetation coverages was higher in amphibians than in reptiles. This differential species turnover level suggests that forest amphibians are more susceptible than the reptiles to deforestation, possibly due to their high dependence of moist microhabitats. Since most forests in the Middle Magdalena River valley of Colombia have been deforested, the conservation of forest remnants that still persist is a priority.

**Key words.** Assemblages. Biodiversity. Conservation. Herpetofauna. Tropical rain forest.

## Introducción

La diversidad de anfibios y reptiles en Colombia supera las 1300 especies (Acosta-Galvis 2016: [www.batrachia.com](http://www.batrachia.com), Frost 2016: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>, Uetz 2015: [www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org)). Esta alta diversidad se ha atribuido a la enorme variedad de ambientes existentes en el país como consecuencia de su topografía y su posición geográfica en el Neotrópico (Hernández *et al.* 1992, Bernal y Lynch 2008, Lynch 2012). Desafortunadamente, las poblaciones de anfibios y reptiles en Colombia, al igual que en el resto del planeta, están siendo fuertemente afectadas por la introducción de especies foráneas (Rueda-Almonacid 1999, Gutiérrez *et al.* 2013), el surgimiento de enfermedades infecciosas (La Marca *et al.* 2005, Ruiz y Rueda-Almonacid 2008), el cambio climático global (Urbina-Cardona 2011, Navas *et al.* 2013) y principalmente, por la alteración y destrucción de sus hábitats (Lynch 2012, Quintero-Ángel *et al.* 2012, Cortés-Gómez *et al.* 2013). Dado que Colombia es un país con altos niveles de deforestación y transformación de hábitats naturales (Etter y Van-Wyngaarden 2000, Armenteras *et al.* 2011), extensas áreas en el país podrían desaparecer sin que la información básica acerca de su diversidad de anfibios y reptiles sea registrada.

Actividades antropogénicas que impliquen deforestación y cambios en la estructura vegetal de hábitats boscosos afectan a los anfibios y reptiles, ya que estos son organismos ectotérmicos con baja capacidad de dispersión que exhiben requerimientos de microhábitat específicos (Wake 1991, Duellman y Trueb 1996). Es así que, aunque existen anfibios y reptiles que pueden adaptarse o incluso ser beneficiados por el establecimiento de áreas abiertas carentes de vegetación arbórea y la disponibilidad de microhábitats de origen antropogénico (Scott y Starret 1974, Lever 2001, 2003), hay especies que son afectadas negativamente, incluso hasta la extinción local, ya sea por efectos directos debido al cambio de condiciones abióticas locales (Urbina-Cardona *et al.* 2006, Almeida-Gomez y Rocha 2014, Schneider-Maunoury *et al.* 2016) o por efectos

indirectos debido a su interacción con otras especies (Zimmerman y Bierregaard 1986). En Colombia son numerosos los estudios sobre los efectos que la deforestación y cambios en el uso del suelo tienen en anfibios y reptiles, ya sea en ecosistemas de tierras bajas (p. e. Vargas-Salinas y Bolaños-L 1999a,b, Urbina-Cardona y Londoño-M. 2003, Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008) o en ecosistemas andinos (p. e. García-R. *et al.* 2007, Cortés *et al.* 2008, Méndez-Narvaéz y Bolívar-G. 2016). Estos estudios concluyen que la complejidad vegetal del hábitat es una característica a escala local que está positivamente relacionada con la coexistencia de una mayor riqueza de anfibios y reptiles y por lo tanto, cambios en la estructura vegetal pueden implicar efectos importantes en la composición y estructura de los ensamblajes (Cortés-Gómez *et al.* 2013). Sin embargo, dado que las preferencias de microhábitat que exhiben las especies son el reflejo de múltiples procesos a lo largo de su historia evolutiva (Wells 2007, Losos 2009) y dicho fenotipo es importante en determinar la ecología de los ensamblajes actuales y como cada especie puede diferir en su respuesta a perturbaciones particulares (Cadle y Green 1994, Carvajal-Castro y Vargas-Salinas 2016), son necesarios más estudios en aquellas regiones del país donde la composición de especies de anfibios y reptiles sea diferente.

Los ecosistemas de bosque húmedo tropical en el valle del Magdalena medio en Colombia han sido explotados durante décadas y la mayoría de bosques nativos se han transformado en áreas utilizadas para producción agropecuaria, mientras que ríos, quebradas y lagunas son explotados y/o contaminados con residuos orgánicos y/o químicos (Castaño-Urbe 2003, Sánchez-Cuervo y Aide 2013, Rodríguez-Eraso *et al.* 2013). Por tal razón, el valle del Magdalena medio es una de las regiones donde es prioritaria la realización de inventarios biológicos que ofrezcan un conocimiento básico de su biodiversidad y sirvan de apoyo a iniciativas de conservación y desarrollo sostenible. Respecto a la herpetofauna de la región, se han hecho inventarios de especies presentes en



diversas localidades (p. e. Lynch 2000, Acosta-Galvis *et al.* 2006, Moreno-Arias *et al.* 2008, Llano-Mejía *et al.* 2010, Medina-Rangel *et al.* 2011), encontrando una alta riqueza de especies, algunas de ellas amenazadas (Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Páez *et al.* 2012, Morales-Betancourt *et al.* 2015). Sin embargo, el conocimiento de los anfibios y reptiles presentes en el Magdalena medio aún es incompleto, como lo sugieren nuevos registros de distribución (Duarte-Cubides y Cala-Rosas 2012: *Diasphorus anthrax*; Díaz-Ayala *et al.* 2015: *Diploglossus monotropis*) y la reciente descripción de nuevas especies (Rivera-Correa *et al.* 2013: *Agalychnis terranova*; Rivera-Prieto *et al.* 2014: *Pristimantis jaguensis*; Velasco y Hurtado-Gómez 2014: *Anolis limon*; Ospina-Sarria *et al.* 2015: *Craugastor crassidigitus*). Más aún, dichos inventarios no incluyen análisis cuantitativos sobre cambios en la composición y estructura de ensamblajes en relación a la variedad de coberturas vegetales ahí presentes, lo que limita la evaluación y comparación de los efectos de perturbación antropogénica en la diversidad de anfibios y reptiles, tanto en espacio (entre localidades), como en tiempo (en una misma localidad).

Aquí se presenta entonces, un listado de la herpetofauna presente en relictos boscosos, áreas utilizadas para actividades agropecuarias y vegetación aledaña a una ciénaga, en una localidad del Magdalena medio: las haciendas de Javas, Pampas y San Bartolo en el municipio de Yondó, departamento de Antioquia, Colombia. Además, a diferencia de otras caracterizaciones de herpetofauna realizadas en tierras bajas de Colombia (< 1000 m s.n.m), se utilizaron análisis modernos para el cálculo de la diversidad biológica, los cuales, permiten una comparación de los anfibios y reptiles entre hábitats menos sesgada que la obtenida con metodologías tradicionales (Jost 2006, 2007, Chao y Jost 2012, Chao *et al.* 2014). Esto último es fundamental para establecer información que servirá de base en la toma de decisiones en una región tan diversa pero intervenida como lo es el Magdalena medio de Colombia.

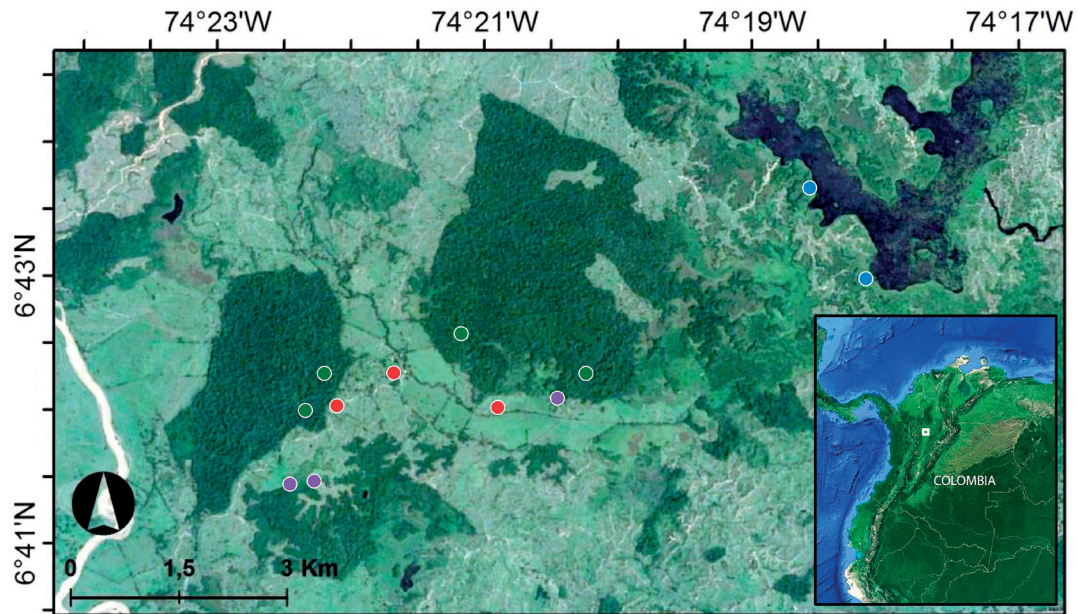
## Material y métodos

### Área de estudio

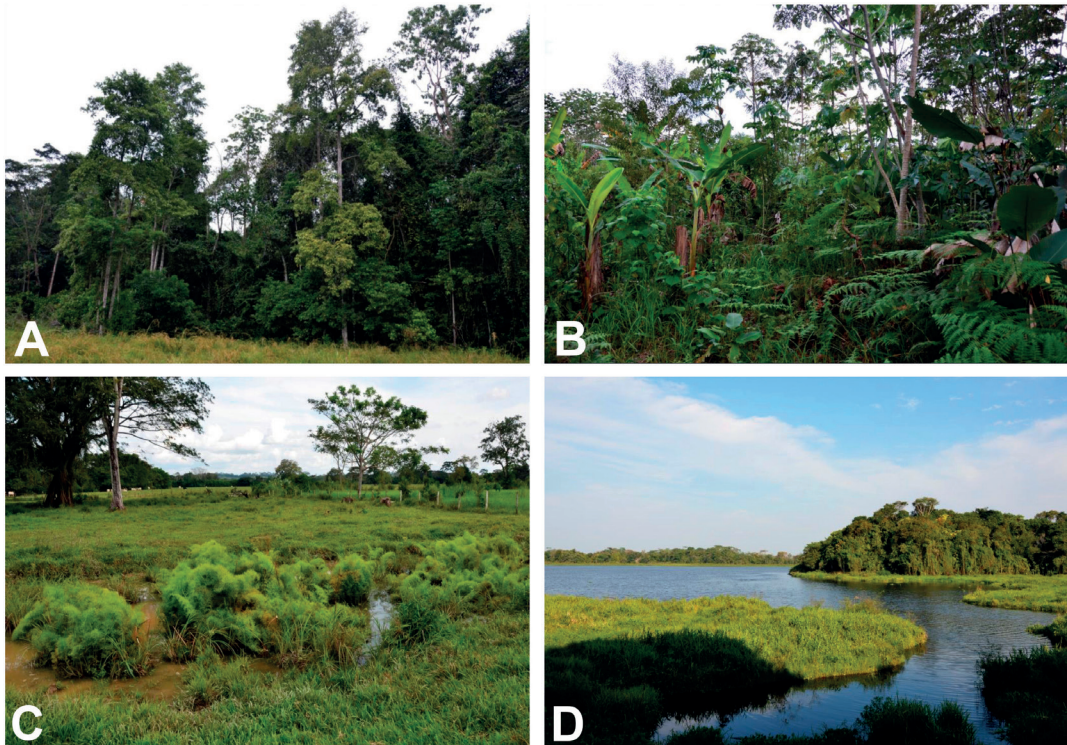
El área de estudio incluye 6200.8 Ha en las haciendas Javas, Pampas y San Bartolo (de aquí en adelante HSB [Hacienda San Bartolo], dado que las tres haciendas pertenecen a la Compañía Agrícola San Bartolo SA). HSB se encuentra ubicada a ~ 105 m s.n.m. en la cuenca media del río Magdalena, en el municipio de Yondó, departamento de Antioquia, a ±20 km de Puerto Berrío (6°42'54''N - 74°20'10''O; Figura 1). El ecosistema boscoso nativo en el área corresponde a bosque húmedo tropical, la temperatura promedio es de 24°C y la precipitación media anual supera los 4000 mm en un régimen bimodal cuyos períodos de mayor precipitación suceden entre marzo-junio y octubre-noviembre (Otero-Álvarez *et al.* 2003, González *et al.* 2012). El paisaje predominante en HSB es de potreros utilizados para ganadería, pero persisten numerosas lagunas, canales de agua, bosques de galería y algunos parches de bosque inundable; en el paisaje sobresalen dos fragmentos grandes de bosque no inundable (área: 458 y 1041 ha) separados entre sí por una distancia > 1000 m de potreros y áreas de pastos altos (Fundación Biodiversa Colombia 2013; Figura 1).

### Metodología en campo

Durante dos salidas de campo en época de verano (diciembre de 2012 y enero de 2013), con duración de 15 días cada una, se realizaron muestreos nocturnos y diurnos en cuatro tipos de cobertura vegetal (Figura 2): Bosque no inundable (BOS), área de cultivo (CULT), área abierta (AAB) y vegetación asociada a ciénaga (CIE). La cobertura BOS se caracteriza por tener numerosos árboles robustos (DAP > 70 cm) que forman un dosel de ~ 30 metros de altura; en los sitios menos perturbados el sotobosque es denso, con una capa delgada de hojarasca y poco epifitismo. La cobertura denominada CULT corresponde a áreas heterogéneas en su estructura vegetal, predominan árboles con DAP < 30 cm, plantas de plátano y otros cultivos, abundantes arbustos y algunos claros cubiertos por pastos y herbáceas.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio (punto rojo en mapa) e imagen aérea con los puntos específicos donde se realizaron los muestreos de anfibios y reptiles, puntos verdes (bosque), puntos morados (área de cultivo), puntos rojos (área abierta) y puntos azules (vegetación asociada a la ciénaga de Barbacoas). Elaborado por María Alejandra Bedoya-Cañón.



**Figura 2.** Coberturas vegetales muestreadas en Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. A) Bosque, B) área de cultivo, C) área abierta, D) vegetación asociada a la ciénaga de Barbacoas.

AAB corresponde a zonas de potrero utilizadas para cría de ganado, donde se encuentran charcas y cañadas temporales o permanentes con poca vegetación emergente y algunos márgenes de vegetación arbustiva y herbácea, los árboles de gran porte (DAP > 70 cm) son dispersos y muy escasos. CIE se refiere a vegetación adyacente a la ciénaga de Barbacoas y está conformada por arbustos, hierbas y pastos acuáticos emergentes. En este tipo de cobertura hay algunos remanentes aislados de bosque secundario con árboles de poca envergadura y poca densidad de sotobosque. Para mayor información de estas coberturas vegetales y de otros elementos del paisaje en el área de estudio ver Fundación Biodiversa Colombia (2013).

Los muestreos se realizaron entre las 15:30 y 23:00 horas, haciendo énfasis en muestreos nocturnos ya que ofrecen más posibilidades de observar y capturar individuos, incluso de aquellas especies de reptiles de actividad diurna que en la noche duermen sobre ramas y hojas. Se utilizaron dos técnicas de muestreo. La primera consistió en seleccionar puntos de muestreo con base en exploraciones previas del área de estudio, que abarcaron los cuatro tipos de coberturas vegetales mencionadas. En cada uno de estos puntos de muestreo se invirtió un esfuerzo de búsqueda equivalente a 4,5 horas/observador en la noche y en el día (esfuerzo total: 9 horas/observador/punto de muestreo). La segunda técnica consistió en recorridos alrededor y entre puntos de muestreo, con el objetivo de abarcar microhábitats que no estuviesen presentes en ellos y así, incrementar la probabilidad de registrar una mayor diversidad de especies. En total, el esfuerzo de muestreo consistió en 72 horas/observador en BOS, 18 horas/observador en CULT, 49,5 horas/observador en AAB y 9 horas/observador en CIE; este esfuerzo en términos de área no superó las 100 ha.

Los individuos fueron identificados en campo por conocimiento previo (Anexo 1), descripción en literatura y su posible presencia en el área de estudio (p. e. Rengifo y Lundberg 1999, Páez *et al.* 2002, Acosta-Galvis *et al.* 2006, Rueda-Almonacid *et al.* 2007, Páez *et al.* 2012). La clasificación taxonómica

utilizada siguió a Frost (2016: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>) para anfibios, y a Uetz (2016: [www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org)) para reptiles. A cada individuo se le registró la actividad en el momento de observación (p. e. cantando, en amplexo, en reposo). Además, para ambos grupos de vertebrados se anotaron los datos sugeridos por Heyer *et al.* (1994) para la caracterización del microhábitat en anfibios: ubicación respecto a cuerpos acuáticos, altura de percha y tipo de sustrato en que se encontraron. Con base en observaciones personales y en literatura pertinente (p. e. Rengifo y Lundberg 1999, Medina-Rangel *et al.* 2011, Páez *et al.* 2012), se catalogaron las especies como acuáticas, arbóreas (activas en troncos, ramas, hojas), terrestres (activas en hojarasca, bajo troncos y piedras), nocturnas o diurnas. El estatus de amenaza de las especies siguió las categorías propuestas en los libros rojos de Colombia para anfibios y reptiles (Rueda-Almonacid *et al.* 2004, Morales-Betancourt *et al.* 2015) y la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

### Análisis de datos

Dado que las dos técnicas de muestreo utilizadas en este estudio se basaron en encuentros visuales de individuos y no hubo una aparente diferenciación de las especies observadas entre técnicas, los registros se agruparon acorde a las recomendaciones de Colwell *et al.* (2012) para los siguientes análisis. La eficiencia de nuestros muestreos en cada una de las cuatro coberturas vegetales se cuantificó con un análisis de cobertura de muestreo (Chao y Jost 2012) en la plataforma R v. 3.2.2 (R Core Team 2015), utilizando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.* 2013). Los valores de cobertura de muestro varían entre 0 y 1 e indican la probabilidad de que un individuo capturado al azar pertenezca a una de las especies ya registradas. Además, extensiones de este análisis elaboradas por Colwell *et al.* (2012) y Chao *et al.* (2014), permiten comparar la diversidad de especies (*sensu* Jost 2006) entre hábitats o ecosistemas, estandarizando por cobertura de muestreo, lo cual corrige sesgos existentes en comparaciones similares cuando se ha estandarizado por tamaño de muestra (principio de duplicidad *sensu* Chao y Jost 2012).

En estos análisis de diversidad se utilizan diferentes niveles de sensibilidad a la abundancia relativa de las especies ( $q=0$ ,  $q=1$ ,  $q=2$ ). Cuando  $q=0$ , los cálculos de diversidad ignoran la abundancia de individuos para cada especie y el valor de diversidad obtenido equivale a la riqueza de especies; cuando  $q$  tiende a 1, se ponderan las especies acorde a su abundancia relativa y se obtiene un cálculo correspondiente al exponencial del índice de Shannon-Wiener; cuando  $q=2$ , los resultados de diversidad son influenciados principalmente por las especies más abundantes y el cálculo corresponde al inverso del índice de Simpson (Jost 2006, Jost y Gozález-Oreja 2012).

El recambio de especies entre coberturas vegetales (diversidad beta) se calculó con base en los lineamientos propuestos por Jost (2007). Cuando los sitios a comparar son idénticos en su estructura y composición de especies (diversidad beta mínima) el valor de este índice sería 1; cuando son totalmente diferentes (diversidad beta máxima), el valor del índice sería igual al número de sitios incluidos en el análisis (en este caso de estudio= 4). Además, para comparar la similitud de especies entre coberturas vegetales se utilizó el índice de similitud de Chao-Jaccard (Chao *et al.* 2005, 2006) el cual se calculó en Estimates v. 9.0 (Colwell 2013) y se graficó en

un dendograma utilizando PAST 3.0 (Hammer *et al.* 2001). Este índice es una modificación del índice de similitud de Jaccard utilizado tradicionalmente en ecología de comunidades pero que corrige sesgos creados por diferencias en tamaño de muestra y ausencia de registros de especies raras.

## Resultados

Se registraron 27 especies de anfibios pertenecientes a dos órdenes (Caudata: 1 especie, Anura: 26 especies) y nueve familias (Tabla 1). Cuatro especies son endémicas para Colombia (la salamandra *Bolitoglossa lozanoi*, y las ranas *Colostethus inguinalis*, *Dendrobates truncatus*, *Craugastor metriosistus*); la salamandra *B. lozanoi* es clasificada como amenazada. La fauna de reptiles fue más rica que la fauna de anfibios y consistió en 36 especies pertenecientes a tres órdenes (Squamata: 30 especies; Testudines: 5 especies; Crocodylia: 1 especie) y 19 familias (Tabla 2). Una especie de reptil es endémica para Colombia (la tortuga *Podocnemis lewyana*); dos especies de tortugas están categorizadas como Vulnerables (*Trachemys callirostris*, *Chelonoidis carbonarius*) y una tercera como En Peligro Crítico (*P. lewyana*).

**Tabla 1.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los anfibios registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb= arbórea, Terr= terrestre, Acua= acuática, Diur= diurna, Noct= nocturna, BOS= bosque, CULT= área de cultivo, AAB: área abierta, CIE= vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Rueda-Almonacid *et al.* (2004) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Orden Caudata</b>							
<b>Plethodontidae</b>							
<i>Bolitoglossa lozanoi</i> Acosta-Galvis y Restrepo 2001 **	Arb-Noct	2				VU	DD
<b>Orden Anura</b>							
<b>Bufonidae</b>							
<i>Rhinella humboldti</i> Gallardo 1965	Terr-Noct	2		7			LC
<i>Rhinella marina</i> Linnaeus 1758	Terr-Noct	4		20	15		LC
<i>Rhinella gr margaritifera</i> Laurenti 1768	Terr-Noct	13					LC

Cont. **Tabla 1.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los anfibios registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb= arbórea, Terr= terrestre, Acua= acuática, Diur= diurna, = Noct= nocturna, BOS= bosque, CULT= área de cultivo, AAB: área abierta, CIE= vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Rueda-Almonacid *et al.* (2004) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Craugastoridae</b>							
<i>Craugastor cf. metriosistus</i> Ospina-Sarria, Angarita-Sierra y Pedroza-Banda 2015	Arb-Noct	34	1				LC
<i>Pristimantis gaigei</i> Dunn 1931	Arb-Noct	4					LC
<b>Dendrobatidae</b>							
<i>Dendrobates truncatus</i> Cope 1861 **	Terr-Diur	17	1				LC
<i>Colostethus inguinalis</i> Cope 1868 **	Terr-Diur	21					LC
<b>Hylidae</b>							
<i>Dendropsophus ebraccatus</i> Cope 1874	Arb-Noct	2		1			LC
<i>Dendropsophus microcephalus</i> Cope 1886	Arb-Noct	1	2	59	20		LC
<i>Dendropsophus subocularis</i> Dunn 1934	Arb-Noct	1					LC
<i>Hypsiboas boans</i> Linnaeus 1758	Arb-Noct	1					LC
<i>Hypsiboas crepitans</i> Wied-Neuwied 1824	Arb-Noct	2					LC
<i>Hypsiboas pugnax</i> Schmidt 1857	Arb-Noct			11	4		LC
<i>Scarthyia vigilans</i> Solano 1971	Arb-Noct		5	8	9		LC
<i>Scinax rostratus</i> Peters 1863	Arb-Noct	8	4	6	9		LC
<i>Scinax ruber</i> Laurenti 1768	Arb-Noct	1	5	6			LC
<i>Smilisca phaeota</i> Cope 1862	Arb-Noct	3	6				LC
<i>Trachycephalus typhonius</i> Linnaeus 1758	Arb-Noct			1			LC
<b>Leptodactylidae</b>							
<i>Engystomops pustulosus</i> Cope 1864	Terr-Noct	7	5	16			LC
<i>Leptodactylus fragilis</i> Brocchi 1877	Terr-Noct		1	16	4		LC
<i>Leptodactylis fuscus</i> Rafinesque 1820	Terr-Noct			5	1		LC
<b>Leptodactylidae</b>							
<i>Leptodactylus insularum</i> Barbour 1906	Terr-Noct	2	1	8	5		LC
<i>Leptodactylus savagei</i> Heyer 2005	Terr-Noct	8					LC
<b>Phyllomedusidae</b>							
<i>Phyllomedusa venusta</i> Duellman y Trueb 1967	Arb-Noct	1					LC

Cont. **Tabla 1.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los anfibios registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb= arbórea, Terr= terrestre, Acua= acuática, Diur= diurna, = Noct= nocturna, BOS= bosque, CULT= área de cultivo, AAB: área abierta, CIE= vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Rueda-Almonacid *et al.* (2004) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Microhylidae</b>							
<i>Elachistocleis pearsei</i> Ruthven 1914	Terr-Noct	3					LC
<b>Ranidae</b>							
<i>Lithobates vaillanti</i> Brocchi 1877	SemiA-cua-Noct	16			1		LC
Riqueza de especies		22	10	13	9		
CR: En Peligro Crítico, VU: Vulnerable, LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazado, DD: Datos Deficientes.							

**Tabla 2.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los reptiles registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb = arbórea, Terr = terrestre, Acua = acuática, Diur = diurna, Noct = nocturna, Crep = crepuscular, BOS = bosque, CULT = área de cultivo, AAB = área abierta, CIE = vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Morales-Betancourt *et al.* (2015) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Orden Squamata</b>							
<b>Corytophanidae</b>							
<i>Basiliscus basiliscus</i> Linnaeus 1758	Arb-Diur			1			
<i>Basiliscus galeritus</i> Duméril 1851	Arb-Diur	13		2			
<i>Corytophanes cristatus</i> Merrem 1820	Arb-Diur	3					
<b>Dactyloidae</b>							
<i>Anolis auratus</i> Daudin 1802	Arb-Diur	2	1	22	1		
<i>Anolis frenatus</i> Cope 1899	Arb-Diur	1					
<i>Anolis sulcifrons</i> Cope 1899	Arb-Diur	1	1	1			
<i>Anolis af tropidogaster</i> Hallowell 1856	Arb-Diur	4	2	3			
<b>Gymnophthalmidae</b>							
<i>Leposoma rugiceps</i> Cope 1869	Terr-Diur	1	1	1			LC
<b>Corytophanidae</b>							
<i>Ptychoglossus</i> sp. Boulenger 1890	Terr-Diur	1					
<i>Tretioscincus bifasciatus</i> Duméril 1851	Arb-Diur	4					

Cont. **Tabla 2.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los reptiles registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb = arbórea, Terr = terrestre, Acua = acuática, Diur = diurna, Noct = nocturna, Crep = crepuscular, BOS = bosque, CULT = área de cultivo, AAB = área abierta, CIE = vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Morales-Betancourt *et al.* (2015) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Iguanidae</b>							
<i>Iguana iguana</i> Linnaeus 1758	Arb-Diur			10	1		
<b>Phyllodactylidae</b>							
<i>Thecadactylus rapicauda</i> Houttuyn 1782	Arb-Noct	1					
<b>Sphaerodactylidae</b>							
<i>Gonatodes albogularis</i> Duméril y Bibron 1836	Arb-Diur	1	1	15	9		
<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i> Ruthven 1916	Terr-Diur	2					LC
<b>Teiidae</b>							
<i>Ameiva ameiva</i> Linnaeus 1758	Terr-Diur			1			
<i>Holcosus festivus</i> Lichtenstein 1856	Terr-Diur	6	1	5			
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i> Linnaeus 1758	Terr-Diur			1			
<i>Tupinambis teguixin</i> Linnaeus 1758	Terr-Diur			2			
<b>Orden Serpentes</b>							
<b>Anomalepididae</b>							
<i>Liotyphlops albirostris</i> Peters 1857	Fosorial			1			
<b>Boidae</b>							
<i>Corallus ruschenbergerii</i> Cope 1876	Arb-Noct	1			2		
<b>Colubridae</b>							
<i>Mastigodryas pleei</i> Duméril, Bibron y Duméril 1854	Terr-Diur	1					
<i>Spilotes pullatus</i> Linnaeus 1758	Arb-Diur	1					
<b>Dipsadidae</b>							
<i>Imantodes cenchoa</i> Linnaeus 1758	Arb-Noct	6	1	3			
<i>Leptodeira septentrionalis</i> Kennicott 1859	Arb-Noct	2	1	3	1		
<i>Lygophis lineatus</i> Linnaeus 1758	Terr-Diur			2			
<i>Ninia atrata</i> Hallowell 1845	Terr-Noct		4				
<i>Pseudoboa newwedii</i> Duméril, Bibron y Duméril 1854	Terr-Noct			2			
<i>Siphophis cervinus</i> Laurenti 1768	Arb-Noct	1		1			
<b>Elapidae</b>							
<i>Micrurus dumerilii</i> Jan 1858	Terr-Diur	1					

Cont. **Tabla 2.** Riqueza, hábitat y estado de conservación de los reptiles registrados en la Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Arb = arbórea, Terr = terrestre, Acua = acuática, Diur = diurna, Noct = nocturna, Crep = crepuscular, BOS = bosque, CULT = área de cultivo, AAB = área abierta, CIE = vegetación asociada a ciénaga. Las especies endémicas para Colombia se señalan con doble asterisco (\*\*). Nivel de amenaza nacional con base en Morales-Betancourt *et al.* (2015) e internacional con base en la IUCN (<http://www.iucnredlist.org>).

Taxa	Actividad	Cobertura vegetal				Nivel de amenaza <sup>1</sup>	
		BOS	CULT	AAB	CIE	Nacional	Internacional
<b>Viperidae</b>							
<i>Bothrops asper</i> Garman 1883	Terr-Noct, Crep	1			1		
<b>Orden Testudines</b>							
<b>Emydidae</b>							
<i>Trachemys callirostris</i> Gray 1855	Acua-Diur			1	1	VU	
<b>Geoemydidae</b>							
<i>Rhinoclemmys melanosterna</i> Gray 1861	Acua-Diur			1			
<b>Kinosternidae</b>							
<i>Kinosternon leucostomum</i> Duméril, Bibron y Duméril 1851	Acua-Diur			1			
<b>Podocnemididae</b>							
<i>Podocnemis lewyana</i> Duméril 1852**	Acua-Diur			5		PC	EN
<b>Testudinidae</b>							
<i>Chelonoidis carbonarius</i> Spix 1824	Acua-Diur	3		10	1	VU	
<b>Orden Crocodylia</b>							
<b>Alligatoridae</b>							
<i>Caiman crocodilus</i> Linnaeus 1758	Acua-Noct	1		13	39		LC
Riqueza de especies		23	9	24	9		
CR: En Peligro Crítico, VU: Vulnerable, LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazado.							

La cobertura de muestreo fue mayor para los anfibios que para los reptiles; esta diferencia es especialmente notoria para BOS y CULT en las cuales, la cobertura para reptiles fue menor a 0,8 y 0,5, respectivamente (Figura 3). Respecto a la diversidad orden  $q=0$ , los estimados basados en los datos obtenidos y aquellos extrapolados hasta una cobertura de muestreo  $\geq 0,95$ , sugieren que la riqueza de anfibios y reptiles sería estadísticamente similar (i. e. sobrelape de IC 95 %) entre BOS y CULT. Sin embargo, en anfibios habría más riqueza en BOS que en las coberturas vegetales AAB y CIE. Tendencias similares se observan para

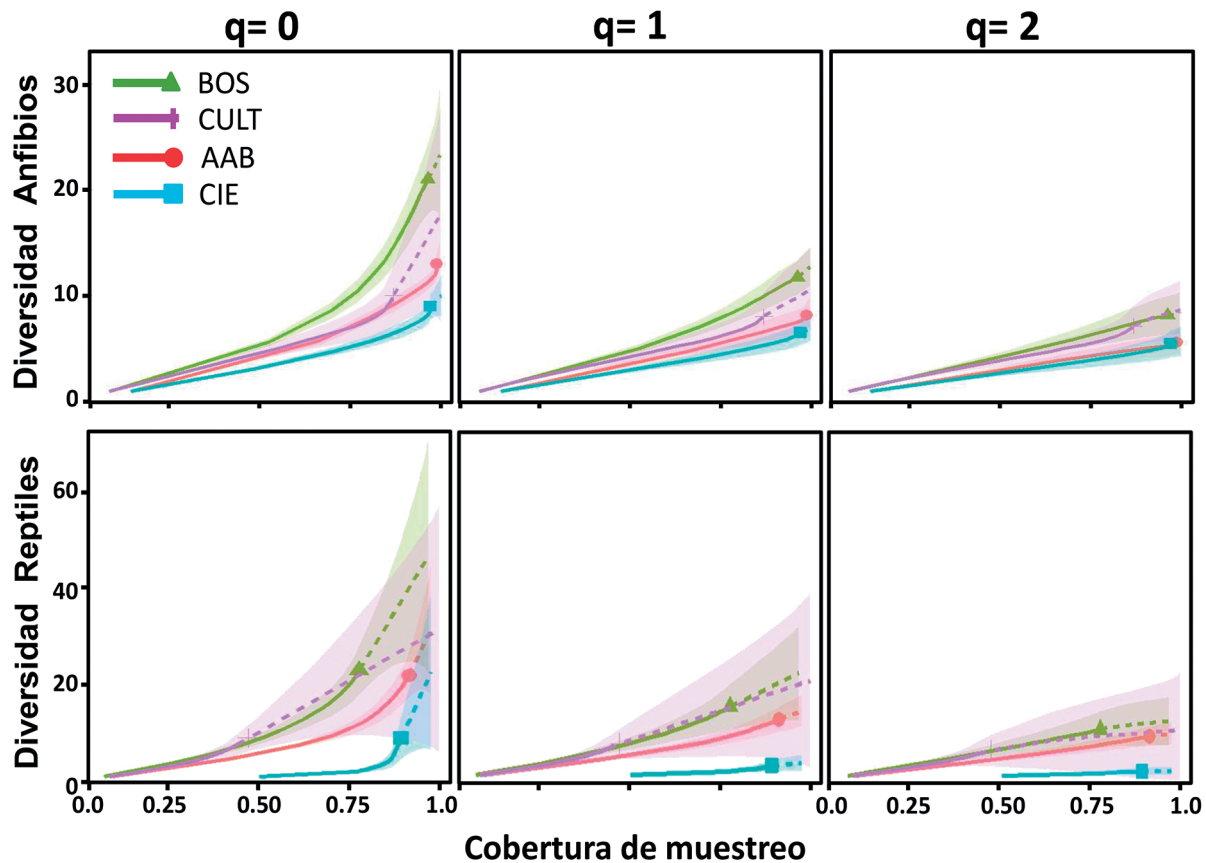
los estimados de diversidad de orden  $q=1$  y  $q=2$  (Figura 3).

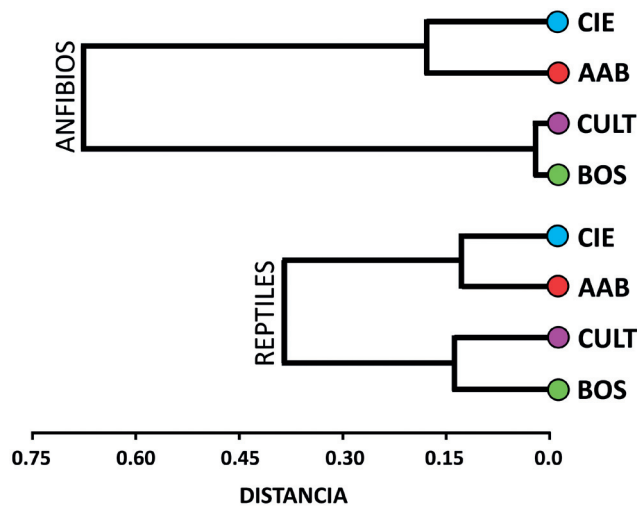
Con respecto al recambio de especies, el índice de diversidad beta fue similar para anfibios y reptiles (1,81 y 1,80, respectivamente). El análisis de similitud basado en el índice de Chao-Jaccard (Figura 4), señala que tanto en anfibios como en reptiles las especies en BOS y CULT tienden a ser más similares entre sí que con las especies de AAB y CIE. No obstante, la diferenciación entre los dos grupos de cobertura vegetal (BOS-CULT y AAB-CIE) es mayor en anfibios que en reptiles.



El 55,6 % de las especies de anfibios registradas son de actividad nocturna y arbórea; un 33,3 % son nocturnas y terrestres, mientras que un 7,4 % son diurnas y activas a nivel del suelo entre hojarasca, raíces y troncos caídos (Tablas 1 y 2). La mayoría de especies de anfibios fueron asociadas a cuerpos de agua en AAB, sin embargo, sólo la rana *Lithobates vaillanti* es considerada semi-acuática. Respecto a los reptiles, el único lagarto arbóreo de actividad nocturna fue *Thecadactylus rapicauda*; las otras especies son arbóreas-diurnas (55,6 %) o terrestres-diurnas (38,9 %).

Ninguna especie de lagarto en este estudio es terrestre-nocturna. Las serpientes observadas fueron arbóreas-nocturnas (36,4 %), terrestres-diurnas (27,3 %) o terrestres-nocturnas (27,3%); sólo una especie (*Spilotes pullatus*) es considerada como arbórea-diurna y sólo *Liotyphlops albirostris* es de actividad fosorial. Los reptiles en general no son acuáticos excepto por tortugas (sin incluir *Chelonoidis*) y cocodrilos, sin embargo, se registraron dos especies de lagartos (*Basiliscus basiliscus*, *B. galeritus*) que son asociados a ramas y raíces de árboles en borde de lagunas, caños y ríos.





**Figura 4.** Nivel de similitud de anfibios y reptiles entre cuatro coberturas vegetales en el área de estudio. BOS = bosque, CULT = área de cultivo, AAB = área abierta, CIE = vegetación asociada a ciénaga. Distancia basada en el índice de Chao-Jaccard.

## Discusión

Las 27 especies de anfibios registradas en este estudio, unidas al registro previo de la rana *Leptodactylus colombiensis* para el complejo cenagoso Barbacoas (Fundación Biodiversa Colombia 2011), confirman la presencia de por lo menos 28 especies de estos vertebrados en el área de estudio (HSB). Con respecto a los reptiles, existen por lo menos 41 especies en HSB si se agrupan estos 36 registros con los obtenidos previamente por la Fundación Biodiversa Colombia (2011): los lagartos *Sphaerodactylus molei*, *Gymnophthalmus speciosus*, *Anolis antonii*, *Anolis vittigerus* y la serpiente *Chironius carinatus*.

Según el análisis de cobertura de muestreo, la riqueza de anfibios y especialmente de reptiles, podría aumentar en todas las coberturas vegetales. Un análisis similar compilando todos los registros, independiente de la cobertura vegetal, sugiere que la herpetofauna en el área muestreada puede ascender a 32 especies de anfibios y 54 de reptiles. Esta riqueza, sin embargo, es un subestimado de la que puede existir en HSB, pues los registros utilizados para estos análisis no hacen énfasis en especies

de actividad fosorial (p. e. caecilias) y no incluyen especies, especialmente raras, cuya probabilidad de registro disminuye considerablemente en época seca. Más aun, los estimados de riqueza (diversidad  $q=0$ ) son restringidos a un área muestreada  $< 100$  ha, lo que corresponde a  $< 2\%$  de los 6.200,8 ha de HSB. Basado en la relación área – riqueza de especies (Rosenzweig 1995) es muy probable que estudios futuros incrementen la riqueza de anfibios y reptiles de HSB a más de 100 especies, algunas podrían incluso ser nuevos registros para la región del Magdalena medio. Entre la herpetofauna de probable presencia en HSB debido a su registro en otras localidades del Magdalena medio, están los anuros *Rhaebo haematiticus*, *Diasporus anthrax*, *Agalychnis terranova*, *Smilisca sila*, *Hyalinobatrachium fleischmanni*, *Sachatamia punctulata*, *Pseudis paradoxa*, *Chiasmocleis panamensis*, los lagartos *Diploglossus monotropis*, *Mabuya mabouya*, *Leposoma southi*, las serpientes *Boa constrictor*, *Epicrates cenchria*, *Clelia clelia*, *Dendrophidion bivittatus*, *Leptophis ahaetulla*, *Erythrolamprus melanotus* y el caimán *Crocodylus acutus* (Acosta-Galvis *et al.* 2006, Gutiérrez-C. y Arredondo-S. 2007, Gutiérrez-Cardenas y Rivera-Correa 2007, Llano-Mejía *et al.* 2010, Rivera-Correa *et al.* 2013, Díaz-Ayala *et al.* 2015).

Los valores de diversidad beta (i.e. recambio de especies entre coberturas vegetales) sugieren que en HSB los anfibios y reptiles tienden a diferenciarse en dos grandes grupos. Este resultado es consistente con la tendencia observada en el análisis de agrupamiento basado en el índice Chao-Jaccard. En otros estudios también se ha reportado que en áreas de cultivo donde se permite el crecimiento de árboles y vegetación herbácea y arbustiva densa, persisten anfibios, reptiles y otros vertebrados de hábitats boscosos. Esto se ha atribuido a que en dichos cultivos se mantiene una alta heterogeneidad vegetal que ofrece recursos para alimento, refugio y reproducción (p. e. Vargas-Salinas y Bolaños-L. 1999, Castaño *et al.* 2004, Perfecto y Vandermeer 2010, Sánchez-Clavijo *et al.* 2010). Por el contrario, AAB y CIE son hábitats abiertos y deforestados cuyas condiciones ambientales aparentemente se alejan mucho de lo ofrecido por BOS y CULT. La reducción o ausencia

de una cobertura vegetal densa en AAB y CIE puede exponer el suelo a altos niveles de radiación solar y a una consecuente reducción en la disponibilidad de microhábitats lo suficientemente húmedos para los anfibios de bosque. Es reconocido que los anfibios de bosque tienden a exhibir modos reproductivos dependientes de microhábitats terrestres húmedos (Craugastoridae, Dendrobatidae, Tabla 1) mientras que los anfibios de áreas abiertas tienden a ser especies con ovoposiciones asociadas a cuerpos de agua (p. e. Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Ranidae, Tabla 1) (Lynch 1986). En reptiles por el contrario, su piel cubierta de escamas y reproducción con huevo amniótico les hace menos dependientes de la humedad ambiental y explicaría que el recambio de especies entre BOS-CULT y AAB-CIE sea más sutil en estos vertebrados que en anfibios. Además, al igual que en anfibios, en AAB y CIE se observaron reptiles que persisten en cuerpos de agua (p. e. tortugas, caimanes) que no abundaron en BOS y CULT.

Los anfibios presentes en HSB exhiben características similares a los anfibios registrados en otras localidades en el valle del Magdalena medio (Acosta-Galvis *et al.* 2006, Moreno-Arias *et al.* 2008, Llano-Mejía *et al.* 2010), donde la mayoría de especies son anuros con modos reproductivos asociados a cuerpos de agua y su distribución geográfica es relativamente amplia. Ambas características son típicas de anfibios en ecosistemas de tierras bajas (Lynch 1986, Lynch *et al.* 1997). En cuanto a los reptiles, los registros en HSB también incluyen en su mayoría especies que no son exclusivas del valle del Magdalena medio. En general, la herpetofauna en el área de estudio y otras localidades en la región comparte elementos con la región Caribe (Lundberg y Rengifo 1999, Lynch 2006, Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008, Rueda-Almonacid *et al.* 2008a,b) y el Chocó (Castaño-Mora *et al.* 2004, Lynch y Suárez-Mayorga 2004, Castro-Herrera y Vargas-Salinas 2008).

La actividad y uso de microhábitat por anfibios y reptiles en HSB siguió un patrón observado en otros bosques húmedos tropicales en localidades de Colombia, la Amazonia y Centroamérica (Duellman 1989, 2005, Vargas-Salinas y Bolaños-L. 1999a,b,

Gutiérrez-Cardenas 2005, Urbina-Cardona *et al.* 2008). Así, las especies utilizaron microhábitats específicos (p. e. arbustos, hojarasca, vegetación emergente a cuerpos de agua) en diferentes períodos de tiempo (día - noche). El uso diferencial de microhábitats unido a diferencias en dieta (no analizado en este estudio), es un factor importante que a escala local favorece la coexistencia de especies de vertebrados al disminuir niveles de competencia (Shoener 1974, Naranjo y Chacón 1997, Duellman 2005), aunque factores a gran escala (p. e. especiación, dispersión, deriva) también influyen en la diversidad de especies a nivel local (Ricklefs y Schluter 1994, Vellend 2010, Mittelbach 2012). Futuros estudios en HSB podrían examinar cómo es la división de recurso físico y cómo varía el microhábitat intraespecíficamente entre la época seca y lluviosa, cuando muchos individuos exhiben comportamiento reproductivo (Vargas-Salinas y Castro-Herrera 1999).

Los bosques del valle del Magdalena medio de Colombia exhiben altos niveles de deforestación y fragmentación (Fundación Biodiversa Colombia 2011, Sánchez-Cuervo y Aide 2013, Rodríguez-Eraso *et al.* 2013), lo que restringe la dispersión de individuos entre poblaciones de especies que requieren hábitats boscosos (Saunders *et al.* 1991, Laurance y Bierregard 1997). Dicho aislamiento entre poblaciones podría ser más severo en anfibios que en reptiles debido a la permeabilidad de su piel y dependencia de microhábitats específicos para reproducción (Tocher *et al.* 1997, Bell y Donnelly 2006, Lehtinen y Ramanamanjato 2006). Por último, independiente del estatus de amenaza de algunas especies, la conservación de los anfibios y reptiles en HSB es necesaria, pues estos vertebrados son importantes en el flujo de nutrientes y en los servicios ambientales asociados a los ecosistemas tropicales (Beard *et al.* 2002, Vitt y Caldwell 2014, Whiles *et al.* 2006). Fragmentos de bosque relativamente grandes como los presentes en HSB podrían mantener poblaciones de anfibios y reptiles viables y representativos de la diversidad regional (Becker *et al.* 2007, Cabrera-Guzmán y Reynoso 2012). Así mismo, en el desarrollo de planes de manejo y conservación es necesario reconocer la importancia de los cuerpos

de agua, incluso de aquellos localizados en sitios tan perturbados como potreros, pues ahí persisten especies de reptiles bajo categoría de amenaza, Tabla 2 (Osorio-Peláez *et al.* 2015).

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del convenio entre la Fundación Biodiversa Colombia y Empresas Agrícolas San Bartolo, Inversiones San Bartolo y Productora de Lácteos. Especial agradecimiento a Fernando Arbeláez y Silvia Vejarano, miembros de la Fundación Biodiversa Colombia, por su apoyo económico y logístico durante el desarrollo de este proyecto. Igualmente, agradecemos la ayuda de los señores Julio Cesar Marín, Enoc de Jesús Maya y en general, a todos los trabajadores del área de estudio por su invaluable ayuda durante el trabajo de campo. Versiones previas de este manuscrito fueron mejoradas gracias a comentarios por O. L. Torres-Suárez, J. Barrero-Canosa, J. Rios-Soto, A. M. Ospina-L y S. Casas. Finalmente, agradecemos a la antropóloga Alejandra Naranjo y a los biólogos que integraron todo el grupo de trabajo (Oscar Laverde, Juan David Sánchez, Rafael M. Arias) por su colaboración para el registro de especies y compañerismo durante toda la jornada en campo. Comentarios por seis revisores anónimos y el editor de la revista ayudaron a mejorar sustancialmente versiones previas de este manuscrito.

### Bibliografía

- Acosta-Galvis, A. R., C. Huertas-Salgado y M. A. Rada. 2006. Aproximación al conocimiento de los anfibios en una localidad del Magdalena medio (departamento de Caldas, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 30: 291-303.
- Almeida-Gomes, M. y C. F. D. Rocha. 2014. Habitat loss reduces the diversity of frog reproductive modes in an Atlantic forest fragmented landscape. *Biotropica* 47: 113-118.
- Armenteras D., N. Rodríguez, J. Retana y M. Morales. 2011. Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change* 11: 693-705.
- Beard, K. H., K. A. Vogt y A. Kulmatiski. 2002. Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia* 133: 583-593.
- Becker, C. G., C. R. Fonseca, C. F. Baptista-Haddad, R. F. Batista y P. I. Prado. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science* 318: 1775-1777.
- Bell, K. E. y M. A. Donnelly. 2006. Influence of forest fragmentation on community structure of frogs and lizards in Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 20: 1750-1760.
- Bernal, M. H. y J. D. Lynch. 2008. Review and analysis of altitudinal distribution of the Andean anurans in Colombia. *Zootaxa* 1826: 1-25.
- Cabrera-Guzmán, E. y V. H. Reynoso. 2012. Amphibian and reptile communities of rainforest fragments: minimum patch size to support high richness and abundance. *Biodiversity and Conservation* 21: 3243-3265.
- Cadle, J. E. y H. W. Green. 1994. Phylogenetic patterns, Biogeography, and the ecological structure of neotropical snake assemblages. Pp: 281-293. *En: Ricklets, R. E. y D. Schluter (Eds.). Species Diversity in Ecological Communities.* University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Carvajal-Castro, J. D. y F. Vargas-Salinas. 2016. Stream noise, habitat filtering, and the phenotypic and phylogenetic structure of Neotropical anuran assemblages. *Evolutionary Ecology* 30: 451-469.
- Carvajal-Cogollo, J. E. y N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1: 397-416.
- Castaño-Urbe, C. 2003. Río grande de la Magdalena. IM Editores, Banco de Occidente, Colombia, 192 pp.
- Castaño, J. H., E. J. Botero, S. Velásquez, y J. D. Corrales. 2004. Murciélagos en agroecosistemas cafeteros de Colombia. *Chiropterología Neotropical* 10:196-199.
- Castaño-Mora, O. V., G. Cárdenas-A., E. Hernández-R. y F. Castro. 2004. Reptiles en el Chocó Biogeográfico-Catálogo. Pp: 599-631. *En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico / Costa Pacífica.* Bogotá D. C., Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Castro-Herrera, F. y F. Vargas-Salinas. 2008. Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca. *Biota Colombiana* 9: 251-277.
- Chao, A., R. Chazdon, R. Colwell y T. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159.
- Chao, A., R. Chazdon, R. Colwell y T. Shen. 2006. Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. *Biometrics* 62: 361-371.
- Chao, A. y L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93: 2533-2547.

- Chao, A., N. Gotelli, T. Hsieh, E. Sander, K. Ma, R. Colwell y A. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84: 45–67.
- Colwell, R. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. User's Guide and application. Disponible en <http://viceroy.ceb.uconn.edu/estimates/>. Consultado en abril de 2015.
- Colwell, R., A. Chao, N. Gotelli, S. Lin, C. Mao, R. Chazdon y J. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21.
- Cortés-Gómez, A. M., M. P. Ramírez-Pinilla, H. A. Suárez y E. Tovar. 2008. Edge effects on richness, abundance and diversity of frogs in andean forest fragments. *South American Journal of Herpetology* 3: 213-222.
- Cortés-Gómez, A. M., F. Castro-Herrera y J. N. Urbina-Cardona. 2013. Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science* 6: 749-769.
- Díaz-Ayala, R. F., P. D. Gutiérrez Cárdenas, A. M. Vásquez-Correa y J. R. Caicedo-Portilla. 2015. New records of *Diploglossus monotropis* (Kuhl, 1820) (Squamata: Anguillidae) from Urabá and Magdalena River valley, Colombia, with an updated geographic distribution map. *Check List* 11: 1703.
- Duarte-Cubides, F. y N. Cala-Rosas. 2012. Amphibia, Anura, Eleutherodactylidae, *Diasporus anthrax* (Lynch, 2001): New records and geographic distribution. *Check List* 8: 300–301.
- Duellman, W. E. 1989. Tropical herpetofaunal communities: pattern of community structure in neotropical rainforest. Pp: 61-88. En: Harmelin-Vivien, M. L. y F. Bourliere (Eds.). *Vertebrates in complex tropical systems*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Duellman, W. E. 2005. Cusco Amazónico. The lives of amphibians and reptiles in a Amazonian rainforest. Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, Ithaca y London, 470 pp.
- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw Hill Book Co, New York, 670 pp.
- Etter, A. y Y. W. Van-Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio: A journal of the Human Environment* 29: 432-439.
- Fundación Biodiversa Colombia. 2011. Actualización al plan de manejo ambiental del complejo cenagoso de Barbacoas, municipio de Yondó, Antioquia (<http://www.fundacionbiodiversa.org>). Corantioquia, 103 pp.
- Fundación Biodiversa Colombia. 2013. Insumos para el plan de manejo ambiental de las haciendas Pampas, Javas y San Bartolo con miras a su inscripción a la red de reservas de la sociedad civil (<http://www.fundacionbiodiversa.org>). Caracterización de fauna, socioeconómica y cultural y análisis SIG, 163 pp.
- García-R, J. C., H. Cardenas-H y F. Castro-H. 2007. Relación entre la diversidad de anuros y los estados sucesionales de un bosque muy húmedo montano bajo del Valle del Cauca, suroccidente colombiano. *Caldasia* 29: 363-374.
- González, M. A., H. García, G. Corzo y S. Madriñán. 2012. Ecosistemas terrestres de Colombia y el mundo. Pp. 68-113. En: Sánchez, J. A. y S. Madriñán (Eds.). *Biodiversidad, conservación y desarrollo*. Universidad de los Andes, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez-Cardenas, P. D. A. 2005. Diversidad y segregación de nichos en anfibios de montaña en la Reserva La Forzosa (Anorí: Antioquia). Disertación de doctorado. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Gutiérrez-C., P. D., J. C. Arredondo-S. 2007. *Leposoma southi* Ruthven & Gaige, 1924, a new record to the fauna of Antioquia (Colombia). *Herpetozoa* 20: 77-79.
- Gutiérrez-Cárdenas, P. D. y M. Rivera-Correa. 2007. *Cochranella punctulata* Ruiz-Carranza y Lynch, 1995 – new record from the department of Antioquia (Colombia), with comments on the conservation status. *Herpetozoa* 20: 75-77.
- Gutiérrez, F. de P., C. A. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez-Duarte y A. M. E. Díaz. 2013. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia VI. Bogotá D. C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 335 pp.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Staticstics software package for education and data analysis. *Paleontología Electronica* 4: 1-9.
- Hernández, J., A. Hurtado, R. Ortiz y T. Walschburger. 1992. Centros de endemismo en Colombia. Pp: 175-190. En: Halffer, G. (Ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana.
- Heyer, W. R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. A. Hayek y M. S. Foster. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Washington and London, Smithsonian Inst. Press, 384 pp.
- Hsieh, T., K. Ma y A. Chao. 2013. iNEXT online: interpolation and extrapolation (Version 1.3.0) [Software]. Disponible en <http://glimmer.rstudio.com/tchsieh/inext/>. Consultado en octubre de 2015.

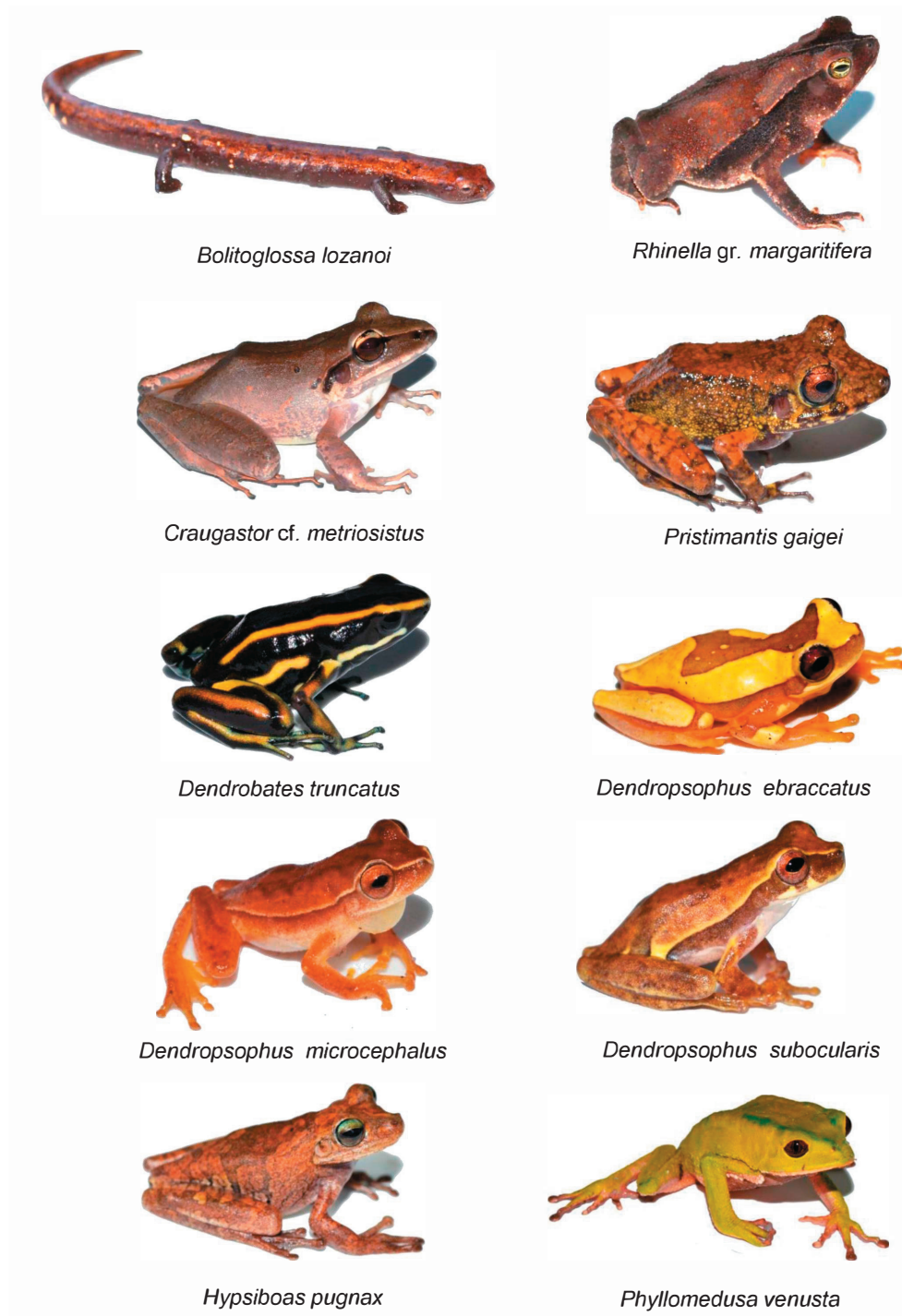
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363-375.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88: 2427-2439.
- Jost, L. y J. A. González-Oreja. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana* 56: 3-14.
- La Marca, E., K. R. Lips, S. Lotter, R. Puschendorf, D. R. Ibañez, J. V. Rueda-Almonacid, R. Schulte, C. Marty, F. Castro-Herrera, J. Manzanilla-Puppo, J. E. García-Pérez, F. Bolaños, G. Chávez, J. A. Pounds, C. E. Toral y B. E. Young. 2005. Catastrophic population declines and extinctions in Neotropical arlequin frogs (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica* 37: 190-201.
- Laurance, W. F. y R. O. Bierregaard. 1997. Tropical Forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities. Chicago & London, The University of Chicago Press, 616 pp.
- Lehtinen, R. M. y J. B. Ramanamanjato. 2006. Effects of rainforest fragmentation and correlates of local extinction in a herpetofauna from Madagascar. *Applied Herpetology* 3: 95-110.
- Lever, C. 2001. The cane toad. The history and ecology of a successful colonist: Westbury Academic and Scientific Publishing, 230 pp.
- Lever, C. 2003. Naturalized reptiles and amphibians of the world. Oxford University Press, New York, USA, 318 pp.
- Llano-Mejía, J., A. M. Cortés-Gómez y F. Castro-Herrera. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11: 89-106.
- Losos, J. B. 2009. Lizards in an evolutionary tree: ecology and adaptive radiation of anoles University of California Press, Berkeley Los Angeles London, 527 pp.
- Lynch, J. D. 1986. Origins of the high Andean herpetological fauna. Pp: 478-499. En: Vuilleumier, F. y M. Monasterios (Eds.). High Altitude Tropical Biogeography, Oxford University Press.
- Lynch, J. D. 2000. Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 317-337.
- Lynch, J. D. 2006. The tadpoles of frogs and toads found in the lowlands of northern Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 30: 443-457.
- Lynch, J. D. 2012. El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 36: 435-449.
- Lynch, J. D. y A. M. Suárez-Mayorga. 2004. Anfibios en el Chocó biogeográfico. Catálogo de anfibios en el Chocó biogeográfico. Pp: 633-667. En: Rangel Ch., J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia y Conservación Internacional, Bogotá D. C.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza y M. C. Ardila-Robayo. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21: 237-248.
- Medina-Rangel, G. F., G. Cárdenas-Arévalo y V. Castaño-Mora. 2011. Pp. 105. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Anfibios y reptiles de los alrededores del complejo cenagoso de Zapatosa, departamento del Cesar, Colombia: Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 1. Bogotá. D. C., Colombia., Grupo de Biodiversidad y Conservación, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia-Corpoesar.
- Méndez-Narváez, J. y W. Bolívar-G. 2016. Complementary ecological approaches to understand decreases in frog diversity in altered andean ecosystems. *South American Journal of Herpetology* 11: 1-11.
- Mittelbach, G. G. 2012. Community Ecology Sutherland, Massachusetts, USA, Sinauer Associates Inc Publishers, 400 pp.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Moreno-Arias, R. A., G. F. Medina-Rangel y O. V. Castaño-Mora. 2008. Lowland reptiles of Yacopi (Cundinamarca, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 32: 93-103.
- Naranjo, L. G. y P. Chacon De Ulloa. 1997. Diversidad de insectos y aves insectívoras de sotobosque en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical. *Caldasia* 19: 507-520.
- Navas, C. A., J. M. Carvajalino-Fernández, L. P. Saboyá-Acosta, L. A. Rueda-Solano, M. A. Carvajalino-Fernández y R. Van Damme. 2013. The body temperature of active amphibians along a tropical elevation gradient: patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Functional Ecology* 27: 1145-1154.
- Ospina-Sarria, J. J., T. Angarita-Sierra, R. Pedroza-Banda. 2015. A New species of *Craugastor* (Anura: Craugastoridae) from the Magdalena river valley, Colombia, with evaluation of the characters used to identify species of the *Craugastor fitzingeri* group. *South American Journal of Herpetology* 10: 165-177.
- Otero-Álvarez, E., L. Mosquera, G. Silva y J. C. Guzmán. 2003. Río Grande de la Magdalena. IM editores, Banco de Occidente. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 192 pp.

- Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Eds). 2015. XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Bogotá, D. C. Colombia, 426 pp.
- Páez, V., B. C. Bock, J. J. Estrada, A. M. Ortega, J. D. Daza y P. D. A. Gutierrez-Cardenas. 2002. Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia. Colciencias, Universidad de Antioquia y Universidad Nacional, Medellín, Colombia, 136 pp.
- Páez, V., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. E. Bock. 2012. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D. C., Colombia, 528 pp.
- Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Science* 1134: 173-200.
- Quintero-Ángel, A., D. Osorio-Dominguez, F. Vargas-Salinas y C. A. Saavedra-Rodríguez. 2012. Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes* 5: 99-105.
- R Core Team 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rengifo, J. M. y M. Lundberg. 1999. Anfibios y reptiles de Urra. Skanska Conciviles, Colombia, 96 pp.
- Ricklefs, R. E. y D. Schluter 1994. Species diversity in ecological communities. Chicago USA, University of Chicago Press, 416 pp.
- Rivera-Correa, M., F. Duarte-Cubides, J. V. Rueda-Almonacid y J. M. Daza. 2013. A new red-eyed treefrog of *Agalychnis* (Anura: Hylidae: Phyllomedusinae) from middle Magdalena River valley of Colombia with comments on its phylogenetic position. *Zootaxa* 3636: 85-100.
- Rivera-Prieto, D. A., M. Rivera-Correa y J. M. Daza. 2014. A new colorful species of *Pristimantis* (Anura: Craugastoridae) from the eastern flank of the Cordillera Central in Colombia. *Zootaxa* 3900: 223-42.
- Rodríguez-Eraso, N., D. Armenteras-Pascual y J. R. Alumbrosos. 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science* 8: 154-174.
- Rosenzweig, M. L. 1995. Species diversity in space and time. United Kingdom: Cambridge University Press, 436 pp.
- Rueda-Almonacid, J. V. 1999. Situación actual y problemática generada por la introducción de la “rana toro” a Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 367-393.
- Rueda-Almonacid, J. V., J. D. Lynch y A. Amézquita. 2004. Libro Rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D. C., Colombia, 384 pp.
- Rueda-Almonacid, J. V., J. L. Carr, R. A. Mittermeier, J. V. Rodríguez-Mahecha, R. B. Mast, R. C. Vogt, G. J. A. Rhodin, J. Ossa-Velasquez, J. N. Rueda y M. C. Goettsch. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Conservación Internacional Colombia, Bogotá D. C., 537 pp.
- Rueda-Almonacid, J. V., A. A. Velásquez, P. A. Galvis-Peñuela y J. Gualdrón-Duarte. 2008a. Anfibios. Pp: 169-192. En: Rodríguez-Mahecha, J. V., J. V. Rueda-Almonacid y T. D. Gutiérrez-Hinojosa, (Eds.). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo 7. Bogotá DC Colombia, Conservacion Internacional.
- Rueda-Almonacid, J. V., A. A. Velásquez, P. A. Galvis-Peñuela y J. Gualdrón-Duarte. 2008b. Reptiles. Pp: 193-268. En: Rodríguez-Mahecha, J. V., J. V. Rueda-Almonacid y T. D. Gutiérrez-Hinojosa, (Eds.). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo 7. Bogotá D. C., Colombia, Conservacion Internacional.
- Ruiz, A. y J. V. Rueda-Almonacid. 2008. *Batrachochytrium dendrobatidis* and chytridiomycosis in anuran amphibians of Colombia. *EcoHealth* 5: 27-33.
- Sánchez-Clavijo, L. M, V. J. Gonzalo, S. M. Durán, R. García y J. E. Botero. 2010. Estudio regional de la biodiversidad en los paisajes cafeteros de Tamesis, Antioquia. Cenicafé. Boletín técnico No. 35.
- Sánchez-Cuervo, A. M. y T. M. Aide. 2013. Consequences of the armed conflict, forced human displacement, and land abandonment on forest cover change in Colombia: A multi-scaled analysis. *Ecosystems* 16: 1052-1070.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs y G. W. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Schneider-Maunoury, L., V. Lefebvre, R. M. Ewers, G. F. Medina-Rangel, C. A. Peres, E. Somarriba, J. N. Urbina-Cardona y M. Pfeifer. 2016. Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects

- in Neotropical fragmented forest landscapes. *Biological Conservation* 200: 207-215.
- Scott, N. J. y A. Starrett. 1974. An unusual breeding aggregation of frogs, with notes on the ecology of *Agalychnis spurrelli* (Anura: Hylidae). *Bulletin of Southern California Academy of Sciences* 73: 86-94.
- Shoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 25-39.
- Tocher, M. D., C. Gascon y B. L. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten-year study. Pp: 124-137. *En*: Laurance, W. F. y R. O. Bierregaard Jr. (Eds.). Tropical forest remnants. Ecology, management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, Chicago y London.
- Urbina-Cardona, J. N. 2011. Gradientes andinos en la diversidad y patrones de endemismo en anfibios y reptiles de Colombia: posibles respuestas al cambio climático. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas - Universidad Militar Nueva Granada* 7: 74-91.
- Urbina-Cardona, J. N. y M. C. Londoño-M. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 27: 105-113.
- Urbina-Cardona, J. N., M. Olivares-Pérez y V. H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture–edge–interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 132: 61-75.
- Urbina-Cardona, J. N., M. C. Londoño-Murcia y D. G. Garcia-Avila. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Caldasia* 30: 479-493.
- Vargas-Salinas, F. y M. E. Bolaños-L. 1999a. Anfibios y reptiles en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el Bajo Anchicayá, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (suplemento especial): 499-511.
- Vargas-Salinas, F. y M. E. Bolaños-L. 1999b. Presencia de reptiles en la región de Anchicayá, Pacífico colombiano, a través de un gradiente de deforestación. *Caldasia* 21(2): 235-238.
- Vargas-Salinas, F. y F. Castro-Herrera. 1999. Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas de Anchicayá, Pacífico colombiano. *Caldasia* 21: 95-108.
- Velasco, J. A. y J. P. Hurtado-Gómez. 2014. A new green anole lizard of the “*Dactyloa*” clade (Squamata: Dactyloidae) from the Magdalena river valley of Colombia. *Zootaxa* 3785: 201-216.
- Vellend, M. 2010. Conceptual synthesis in community ecology. *The Quarterly Review of Biology* 85: 183-206.
- Vitt, L. y J. P. Caldwell. 2014. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Fourth edition. Academic Press y Elsevier, USA. 776 pp.
- Wake, D. B. 1991. Declining amphibian populations. *Science*. 253: 860- 873.
- Wells, K. D. 2007. Ecology and Behavior of Amphibians Chicago & London: The University of Chicago Press. 1400 pp.
- Whiles, M. R., K. R. Lips, C. M. Pringle, S. S. Kilham, R. J. Bixby, R. Brenes, S. Connelly, J. C. Colon-Gaud, M. Hunte-Brown, A. D. Huryn, C. Montgomery y S. Peterson. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure and function of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 27-34.
- Zimmerman, B. L. y R. O. Bierregaard Jr. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography* 13: 133-143.



**Anexo 1.** Imágenes de algunas especies de anfibios y reptiles observadas en el área de estudio: Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia.



Cont. **Anexo 1.** Imágenes de algunas especies de anfibios y reptiles observadas en el área de estudio: Hacienda San Bartolo, Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia.



*Scarthyla vigilans*



*Scinax rostratus*



*Smilisca phaeota*



*Engystomops pustulosus*



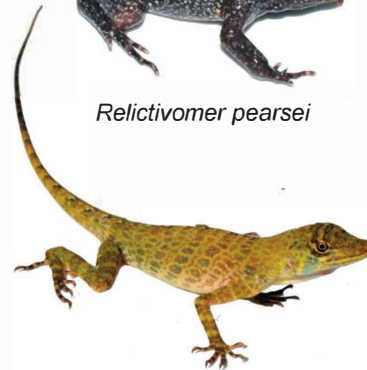
*Leptodactylus savagei*



*Relictivomer pearsei*



*Corytophanes cristatus*



*Anolis frenatus*



*Anolis auratus*



*Thecadactylus rapicauda*



*Leposoma rugiceps*



*Tretioscincus bifasciatus*



*Corallus ruschenbergerii*



*Imantodes cenchoa*



*Leptodeira septentrionalis*



*Mastigodryas pleei*



*Pseudoboa newwiedii*



*Siphlophis cervinus*

Fernando Vargas-Salinas  
Universidad del Quindío,  
Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías,  
Programa de Biología,  
Armenia, Quindío, Colombia  
[fvargasf@uniquindio.edu.co](mailto:fvargasf@uniquindio.edu.co)

Andrés Aponte-Gutiérrez  
Fundación Biodiversa Colombia,  
Bogotá, Colombia  
Universidad de los Llanos,  
Grupo de investigación Biorinoquia,  
Villavieco, Meta, Colombia  
[felipeherpetologia@gmail.com](mailto:felipeherpetologia@gmail.com)

Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia

**Citación del artículo.** Vargas-Salinas, F. y A. Aponte-Gutiérrez. 2016. Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 117–137. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a09

Recibido: 08 de julio de 2013

Aceptado: 16 de noviembre de 2016

---

## La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá, Colombia: área importante para la conservación de las aves

The current avifauna of Lake Tota, Boyacá, Colombia: an important area for bird conservation

Johana E. Zuluaga-Bonilla y Diana C. Macana-García

---

### Resumen

El lago de Tota ubicado a 3015 m s.n.m. en la cordillera Oriental, fue declarado área importante para la conservación de las aves - Aica, por ser lugar estratégico de reproducción de especies endémicas, amenazadas y de concentración de aves acuáticas residentes y migratorias. En esta publicación se presenta un listado actual de las aves, basado en registros directos de las autoras entre los años 2003 a 2016, los cuales se analizan y comparan con información histórica publicada desde 1945, se hace un análisis de cinco especies con prioridad de conservación y adicionalmente, se destaca la participación ciudadana en la creación de un movimiento cívico para llamar la atención de las entidades ambientales gubernamentales sobre la importancia de este ecosistema acuático y los problemas ambientales que lo vienen aquejando desde hace más de 60 años, con el fin de que sea designado como sitio RAMSAR.

**Palabras clave.** Aves amenazadas. Aves endémicas. Humedal altoandino. Listado de especies. Programa Aicas.

### Abstract

Lake Tota is at 3015 m a.s.l in the eastern Andean cordillera of Colombia. It was declared an Important Bird area - IBA, because it is a strategic breeding area for endemic and threatened species and for its large concentration of resident and migratory waterfowl species. This publication provides a current list of birds, based on direct observations reported by authors from 2003 to 2016. These records were analyzed and compared with historical published data, we present an analysis of five conservation priority species and point out the citizen participation to create a civic movement calling attention to the importance of this aquatic ecosystem to the environmental government agencies about negative ecological impacts that have been afflicting this aquatic ecosystem for more than 60 years ago, and to insist that it be designated as a RAMSAR site.

**Key words.** Andean highland wetland. Checklist species. Endemic birds. IBAs Program. Threatened birds.

### Introducción

El programa Aicas- Área Importante para la Conservación de las Aves o IBAs - Important Bird Areas (por sus siglas en inglés), es el resultado de una

serie de iniciativas lideradas en Europa por Bird Life International y Wetlands International durante los años 80. En América, surgió en 1995 en Paraguay durante

la I Reunión Regional de las Américas de BirdLife y en Colombia se oficializó en el 2003, siendo liderada por el Instituto Alexander von Humboldt. El objetivo del programa es identificar y proteger una red de sitios a escala biogeográfica, que sean críticos para la viabilidad a largo plazo de las poblaciones naturales de aves, a través de las áreas de distribución de aquellas especies para las cuales es adecuado hacer una propuesta basada en sitios. Se enfoca en ser una iniciativa de la comunidad ornitológica y ciudadanía amante de las aves, además de ser herramienta para evaluar el progreso de la conservación de las aves y formar una base sólida para el desarrollo de estrategias nacionales de conservación, incluyendo los programas nacionales de áreas protegidas, así como acuerdos de conservación binacionales, subregionales, regionales y mundiales (BirdLife International y Conservation International 2005).

El Lago de Tota es un gran lago ubicado a 3015 m s.n.m. en el flanco oriental de la cordillera Oriental de los Andes colombianos (Paynter 1997), cuyo espejo de agua es de 55 km<sup>2</sup> (Hidroestudios 1978); hace parte del Área de Endemismo de Aves-Andes Orientales – AEA038 (Stattersfield *et al.* 1998), sitio clave de aves amenazadas en el Neotrópico-CO39 (Wege y Long 1995), Área de Importancia para la conservación de las aves-Aica (CO085) (Franco *et*

*al.* 2009, <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=19137>) y área potencial y de prioridad de conservación para las aves playeras (Johnston-González y Eusse-González 2009), todo esto por ser lugar de reproducción de especies endémicas, amenazadas y lugar de concentración de aves acuáticas residentes y migratorias (Fjeldså 1985, 1993, Varty *et al.* 1986) (Figura 1).

Aunque las Aicas son una herramienta de conservación, es necesario dotarlas de un estatus de protección oficial por parte de los gobiernos e involucrar a la población local en la conservación y gestión de los mismos (BirdLife International y Conservation International 2005). Dentro de las amenazas que se presentan en el Aica lago de Tota, se encuentra la falta de compromiso por parte de las entidades ambientales gubernamentales competentes por fomentar actividades como investigación y monitoreo continuo de fauna y flora, control de amenazas, trabajo en conjunto con las ONG regionales, educación ambiental y búsqueda de una figura jurídica de protección, entre otros. Por tal motivo la Asociación Ornitológica de Boyacá-Ixobrychus, ONG sin ánimo de lucro, una vez logró la designación del lago como Aica (Zuluaga-Bonilla y Macana 2008), lo inscribió en el año 2007 en los censos navideños y de aves acuáticas, como



**Figura 1.** a) Panorámica del Aica lago de Tota. b) Concentración numerosa de *Fulica americana*. Fotos: J. Zuluaga-Bonilla.

un compromiso de monitoreo permanente de las especies de aves presentes en el área y en especial de aquellas con alguna categoría de amenaza y/o por las que fue designada como área de importancia para las aves, ya que las Aicas pueden ayudar a conservar la biodiversidad (BirdLife International y Conservation International 2005). El objetivo de esta publicación es proporcionar un listado actual sobre la avifauna en el Aica lago de Tota, teniendo como base información primaria tomada en campo y fuentes históricas publicadas. Adicionalmente, se obtuvieron datos de cinco especies de aves, las cuales fueron escogidas por su grado de endemismo y amenaza; se espera que esta lista contribuya al conocimiento de la avifauna de este importante lago alto andino colombiano, resaltando su importancia como Aica y la labor de la ciudadanía en su protección, incentivando a más investigaciones, a su protección legal como potencial sitio RAMSAR y al desarrollo del aviturismo responsable en la cordillera Oriental.

## Material y métodos

Para la elaboración del listado de las aves presentes en el Aica lago de Tota, se tuvieron en cuenta los registros directos de las autoras durante 13 años (2003-2016) los cuales se dividen en un primer conjunto de salidas esporádicas durante los años 2003 a 2006, mediante recorridos terrestres y acuáticos entre las islas y el borde del espejo de agua, cubriendo aproximadamente el 90 % de los hábitats presentes en el lago y el 70 % del espejo de agua, y un segundo conjunto de datos provenientes de los conteos navideños y de aves acuáticas (2007-2016), los cuales se realizan un día al mes, tres veces al año (febrero, julio y diciembre), en recorridos terrestres por transectos establecidos en la vereda el Cajón y El Desaguadero (nacimiento del río Upía) y recorridos en bote a motor entre el sector la Virgen y El Santuario, cubriendo un 30 % del cuerpo de agua y 70 % de los hábitats presentes en el lago (Figura 2).



**Figura 2.** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo dentro del Aica lago de Tota. Fuente: adaptado de Google Earth (2016).

La clasificación taxonómica sigue la propuesta de Suramérica de Remsen *et al.* (2016) (South American Classification Committee American Ornithologists' Union) consultado en (<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.htm>). Para este proyecto se utilizó la de junio de 2016.

Para la clasificación del grado de amenaza nacional de las aves se tuvo en cuenta la Resolución 0192 de 2014 del MAVDT y el libro rojo de aves de Colombia (Renjifo *et al.* 2002) y para el grado de amenaza a nivel global se tuvo en cuenta la IUCN Red List of Threatened Species (2016) consultado en [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Para establecer las categorías de comercio se utilizó el Boletín de Apéndices CITES (2016), consultado en <http://www.cites.org>, mencionando solo las especies que aparecen en categoría I y II; la condición de especie endémica o casi endémica se siguió de Chaparro-Herrera *et al.* (2013) y el comportamiento migratorio de las aves, se tuvo en cuenta de la Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia (Naranjo *et al.* 2012). Los tipos de hábitats presentes en el Aica lago de Tota se basaron en Macana (2007) y van der Hammen *et al.* (2008).

De manera general, se analizó la avifauna encontrada en el Aica lago de Tota entre los años 2003 a 2016. Las cinco especies que presentan alta prioridad de conservación (Renjifo *et al.* 2002, Chaparro-Herrera *et al.* 2013), fueron analizadas a partir de los datos de los censos navideños y de aves acuáticas; se efectuó una comparación entre los listados previos de aves del lago de Tota no observadas en este estudio y los nuevos registros encontrados a través del tiempo por las autoras. Este se realizó a pesar de que las metodologías de todos los estudios previos son diferentes, pero debido a la importancia del ecosistema para la biodiversidad, fueron tenidos en cuenta como información secundaria histórica.

Adicionalmente, se destaca el compromiso de la sociedad civil con el Aica lago de Tota para impulsar un movimiento cívico con el fin de llamar la atención de autoridades ambientales sobre la problemática

que aqueja al ecosistema desde tiempos históricos y la cual se busca solucionar sin que esto implique la pérdida de su estatus agrícola (cultivo de cebolla) y truchero (cultivo de trucha (*Oncorhynchus* spp)).

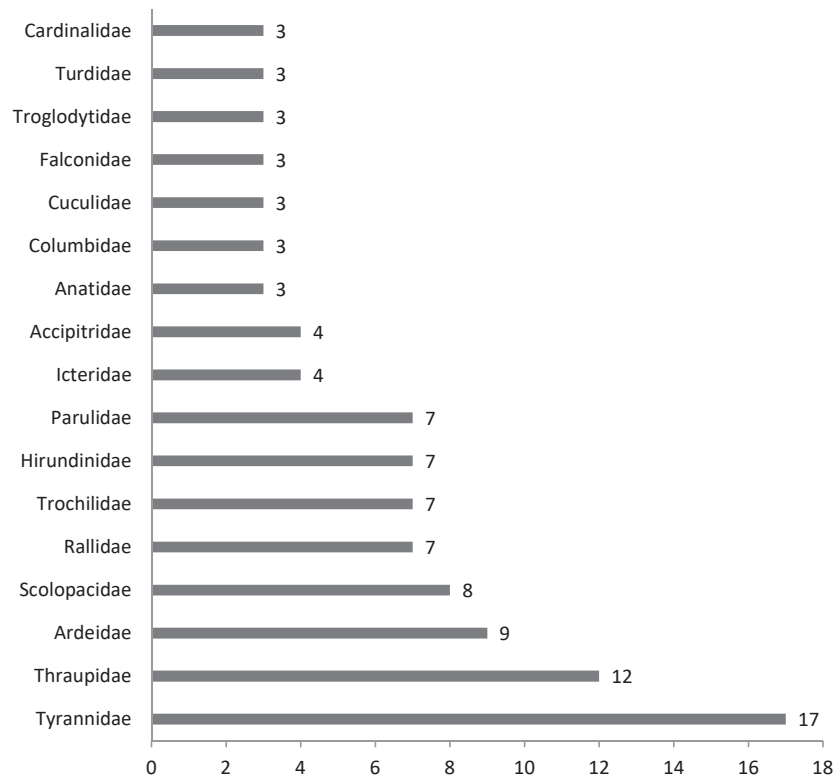
## Resultados

En el Aica lago de Tota, se registraron entre el 2003 y 2016, 135 especies pertenecientes a 41 familias de 17 órdenes, las cuales incluyen tres especies endémicas, siete especies casi-endémicas, dos En Peligro-EN a nivel global y a nivel nacional: una En Peligro Crítico-CR, una Vulnerable-VU y cinco En Peligro-EN; dos especies en CITES I, 16 en CITES II, 33 migratorias boreales y dos migratorias australes; así mismo se destacan 34 nuevos registros de aves para el Aica (Anexo 1).

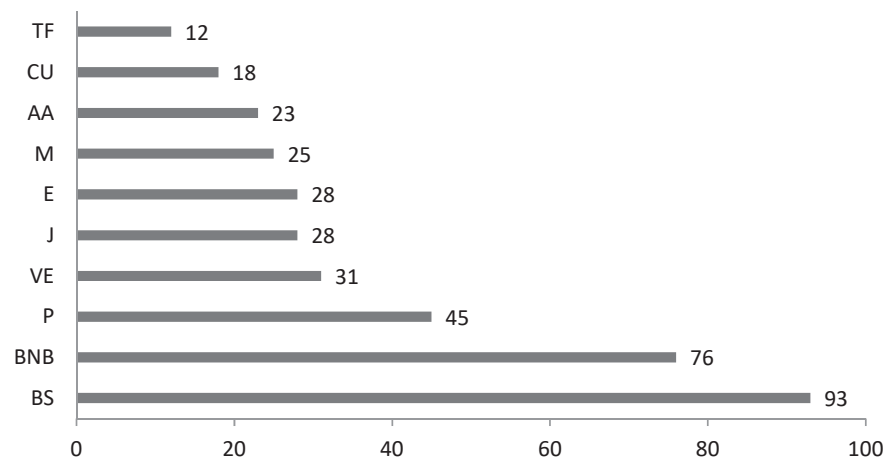
Dentro de la riqueza de especies por familia más destacadas, la más diversa fue Tyrannidae con 17 especies (12 %), seguida de Thraupidae con 11 especies (8 %), Ardeidae con 9 especies (6 %) y Scolopacidae con 8 especies (5%) (Figura 3).

En cuanto a la asociación de especies por hábitat, el mayor registro se presentó en el bosque mixto sembrado-BS con 93 especies (69 %), seguido de bosque nativo de borde-BNB con 76 especies (56 %) y potrero-P con 46 especies (35 %) (Figura 4). Se registraron 74 especies que utilizan solo hábitats terrestres como bosque nativo de borde-BNB, bosque mixto sembrado-BS, potrero-P y cultivo de cebolla-CU; 18 especies acuáticas exclusivas de los hábitats junco-J, enea-E, macollas secas-M, vegetación emergente-VE, tapete flotante-TF y espejo de agua abierta-AA y 42 especies que además de utilizar los hábitats acuáticos (excepto tapete flotante-TF), también utilizan hábitats terrestres presentes en el área de estudio como bosque nativo de borde-BNB, bosque mixto sembrado-BS, potrero-P y cultivo de cebolla-CU (Anexo 1) (Figura 5).

Al analizar la información histórica publicada de aves del lago de Tota, se encontró que 34 especies no fueron observadas en este estudio (Anexo 2).



**Figura 3.** Distribución de la riqueza de especies de aves por familias más representativas en el Aica lago de Tota.



**Figura 4.** Riqueza de especies de aves por hábitat en el Aica lago de Tota. Tipo de hábitat según Macana (2007) y van der Hammen *et al.* (2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.



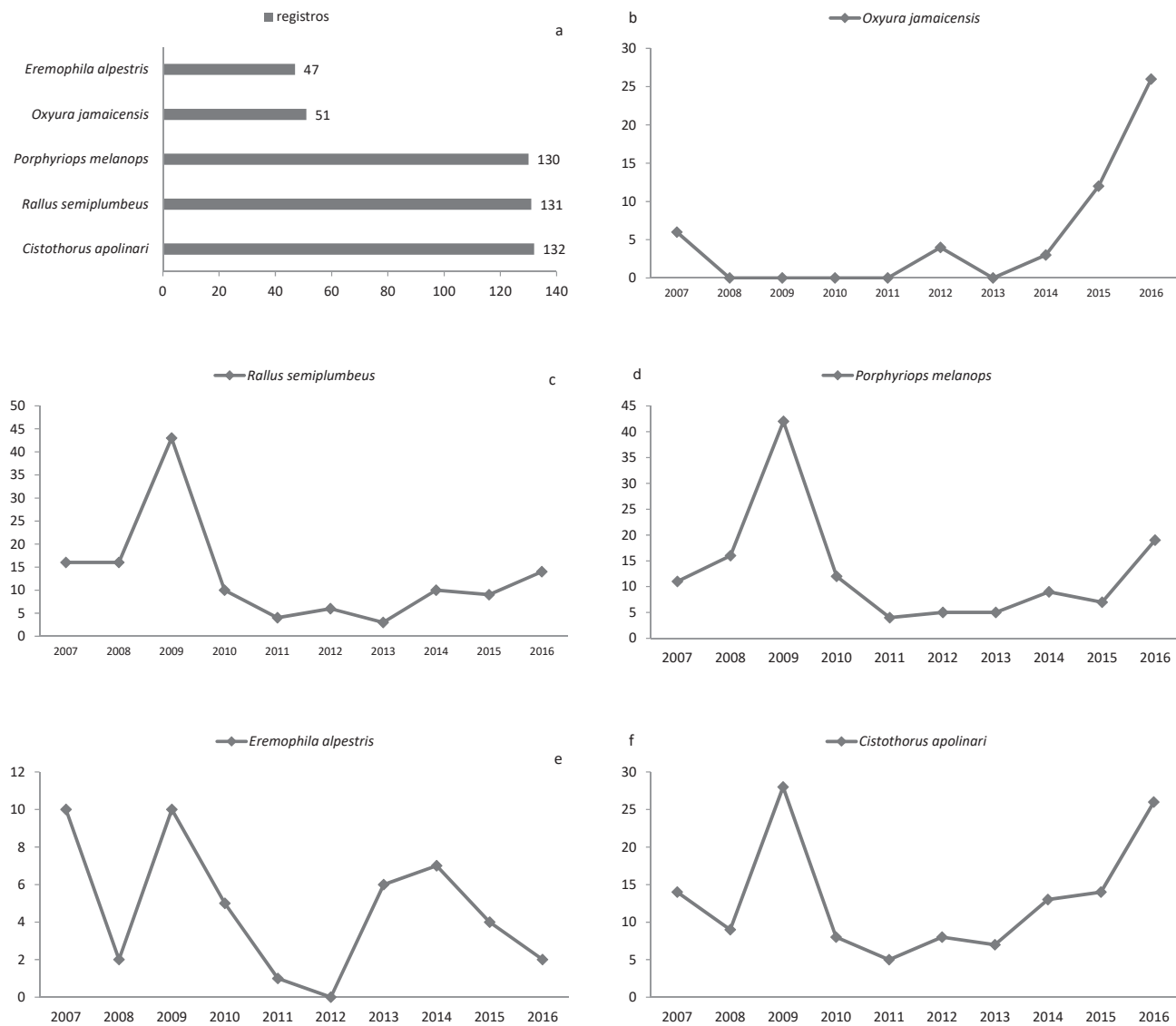


**Figura 5.** Hábitats presentes en el Aica lago de Tota. a) Junco. b) Enea. c) Macollas secas. d) Bosque mixto sembrado. e) Bosque nativo de borde. f) Potrero. Fotos: J. Zuluaga-Bonilla. g) Cultivo de cebolla. h) Vegetación emergente. i) Tapete flotante. j) Espejo de agua abierta. Fotos: D. C. Macana.

Dentro de los registros de cinco especies de alta prioridad de conservación en el Aica lago de Tota durante los censos navideños y de aves acuáticas durante 9 años (2007-2016), se obtuvo que el mayor número de registros corresponden a *Cistothorus apolinari* con 132, seguido de *Rallus semiplumbeus* con 131 y *Porphyriops melanops* con 130 (Figura 6).

## Discusión

Los datos obtenidos en este estudio para el Aica lago de Tota representan el 7 % del total de especies presentes en Colombia (Rensen *et al.* 2016). Al tener en cuenta los registros históricos publicados hasta la actualidad (1945-2016), para el Aica lago de Tota se



**Figura 6.** Registros de cinco especies con prioridad de conservación en el Aica lago de Tota, entre los años 2007 a 2016. Abundancia: rara: 1-9; escasa: 10-99; común: 100-999; muy común: 1000-2100. Tomado de Morales-Rozo *et al.* (2007).

han registrado 169 especies, destacando que tres de estas han sido declaradas extintas para los humedales altoandinos cundiboyacenses en la década del 40 (*Anas georgica niceforoi*, *Anas cyanoptera borroroi*) y finales de los 60 (*Podiceps andinus*) (Fjeldsá 1985, Varty *et al.* 1986), debido a factores tales como envenenamiento de las aves por pesticidas usados de manera intensiva en la agricultura, alteraciones en los niveles del agua, interrupción de la reproducción por pérdida del hábitat de juncal, cacería y depredación de polluelos por parte de la introducción de la trucha arco iris (Borrero 1963, Varty *et al.* 1986, Fjeldsá y Krabbe 1990, Fjeldsá 1993).

La mayor riqueza de especies se presentó en los Passeriformes (también conocidos como aves de percha), ya que son el mayor y más diverso clado comúnmente reconocido de las aves, el cual contiene a los pájaros cantores y se distribuyen alrededor de todo el mundo, con representación en todos los continentes excepto en la Antártida, alcanzando su mayor diversidad en los trópicos (Hilty y Brown 1986, Fjeldsá y Krabbe 1990). Dentro de este grupo se pueden destacar los registros de las especies endémicas *Synallaxis subpudica* y *Cistothorus apolinari*, esta última también listada En Peligro de extinción-EN a nivel nacional y global (Caycedo y Renjifo 2002, UICN 2016) y las especies casi endémicas *Uromyias agilis*, *Conirostrum rufum*, *Atlapetes pallidinucha*, *Myioborus ornatus* y *Spinus spinescens* (Chaparro-Herrera *et al.* 2013). Así mismo, estos resultados se vieron reflejados en la preferencia de hábitat, ya que el mayor número de especies estuvo asociado a los hábitats terrestres y la mayoría de estas aves pertenecen al orden Passeriformes.

La riqueza y composición de especies de aves acuáticas registradas en el Aica lago de Tota representa el 15 % de las aves acuáticas registradas para el país (Ruíz-Guerra 2012) y es comparable con el complejo de Fúquene y humedales de la Sabana de Bogotá, con 53 (Morales-Rozo *et al.* 2007) y 40 especies (Rosselli y Stiles 2011a), respectivamente. Los tres ecosistemas en conjunto conforman los últimos relictos de los extensos humedales originales (Andrade 1998) y son hábitats de importancia particular para las aves

acuáticas del norte de los Andes (Fjeldsá 1985). No obstante, la pérdida de especies refleja el impacto de la degradación de los humedales sobre las aves, especialmente sobre las acuáticas (Andrade *op. cit.*), como en el Aica lago de Tota con la pérdida de taxones a nivel global y local.

A pesar de la pérdida de especies, la avifauna actual del lago de Tota continua siendo representativa de los humedales del altiplano cundiboyacense. Albergó seis de los ocho taxones endémicos de los humedales del altiplano (Rosselli 2011), de los cuales actualmente permanecen dos y mantiene 10 de las 49 especies con distribución restringida del país que tienen presencia en la cordillera Oriental (Chaparro-Herrera *et al.* 2013). El número de especies de distribución restringida encontradas en una localidad es importante para la definición de áreas de conservación, pues estas especies tienden a ser especialistas y muchas presentan una sensibilidad alta a las perturbaciones, por lo tanto son más propensas a la extinción. Además, la concentración de especies de aves de distribución restringida en un área, presenta una alta relación con las de otros organismos (Álvarez *et al.* 2002).

Para la mayoría de aves migratorias neárticas, Colombia es paso obligado de ingreso a Suramérica (Naranjo *et al.* 2012). El número de aves migratorias registradas en este estudio, indican que el Aica lago de Tota es de suma importancia como corredor migratorio, zona de parada, alimentación y descanso de estas aves, siendo considerado área potencial y de prioridad de conservación para las aves playeras (Johnston-González y Eusse-González 2009) (Figura 7).

Sin embargo, algunos registros de especies pueden ser ocasionales, como el del pelicano común (*Pelecanus occidentalis*), que aparentemente se trata de individuos erráticos y/o extraviados que aprovechan la oferta de trucha del sitio (F. G. Stiles y G. Andrade com.pers.), como ha sido reportado en otras localidades en la cordillera Oriental (Olivares 1969, Morales-Rozo *et al.* 2007, van der Hammen *et al.* 2008). Este registro es interesante desde el punto de vista de su distribución, ya que es un ave marina costera, migratorio boreal de la costa Caribe



**Figura 7.** Dos de las especies migratorias registradas en el Aica lago de Tota. a) *Calidris melanotos*. b) *Tyrannus savana*. Fotos: J. Zuluaga-Bonilla.

(Falk-Fernández 2012) y Pacífica colombiana (Hilty y Brown 1986, 2009) y la máxima altura a la que ha sido reportada previamente es la laguna de Fúquene a 2500 m s.n.m. (Olivares 1969, Morales-Rozo *et al.* 2007) y el falaropo tricolor (*Phalaropus tricolor*), quien es un transeúnte raro, pero ya había sido registrado en zonas altas como la represa del Neusa al norte de Bogotá (Hilty y Brown 1986, 2009) (Figura 8).

La ausencia de 34 especies de aves, puede deberse a la pérdida local de cobertura vegetal (Cordero 2005) y contaminación del recurso hídrico en toda la cuenca (Ricaurte 2005). No obstante, no se descarta la presencia de estas especies en áreas con menor afectación antrópica como en las islas o el sector noroccidental del lago, ya que el área de muestreo de este estudio abarca solo el 30 % del cuerpo de agua, por lo cual adelantar estudios de caracterización en el resto del Aica lago de Tota, complementará y contribuirá al conocimiento no solo de las especies existentes, sino también de sus distribuciones reales (Umaña *et al.* 2007).

En este estudio se presentan nuevos registros novedosos relativos a la distribución, aunque muchos de los cuales pudieron pasar desapercibidos por los investigadores de las publicaciones previas sobre el lago de Tota, debido al tiempo de muestreo o metodología y otros a que son aves que en años



**Figura 8.** Registro de *Phalaropus tricolor* en vegetación flotante. Foto: J. Zuluaga-Bonilla.

recientes están ampliando su distribución en Colombia (Strewe *et al.* 2006, Zuluaga-Bonilla 2006), moviéndose a elevaciones más altas como respuesta a la alteración del clima, a los cambios graduales de los hábitats, a la disponibilidad de alimento y a la presencia de competidores (Forero-Medina *et al.* 2011). Estas especies provienen de tierras bajas, como *Quiscalus lugubris* (Figura 9) y *Molothrus bonariensis* con poblaciones ya establecidas en la Sabana de Bogotá (Rosselli y Stiles 2011a), en Tunja, (D. Macana y J. Zuluaga-Bonilla obs. pers.), Paipa, Duitama, Sogamoso, Iza, Aquitania (J. Zuluaga-Bonilla obs. pers.) y sobretodo registradas asociadas

a la vegetación palustre del Aica lago de Tota, estas sirven como indicador de la transformación drástica que está sufriendo este ecosistema, la cual les favorece para su establecimiento y reproducción, debido a que están condicionadas por las características de los paisajes transformados (Strewe *et al.* 2006). Así mismo, *M. bonariensis* podría afectar el éxito reproductivo y por lo tanto la supervivencia de varias especies que anidan en la vegetación emergente, especialmente las que tienen poblaciones reducidas como *C. apolinari* (Villaneda-Rey y Rosselli 2011). Aunque en el Aica lago de Tota no se ha evidenciado parasitismo en nidos por parte de esta especie, es muy probable que esta situación pueda presentarse como se advierte para los humedales altoandinos donde ha sido registrada (Caycedo y Renjifo 2002, Morales *et al.* 2007, Villaneda-Rey y Rosselli 2011).

Teniendo en cuenta las categorías de abundancia de *Rallus semiplumbeus*, *Porphyriops melanops*, *Oxyura jamicensis* y *C. apolinari* en los nueve años de censos en el Aica lago de Tota, los registros han sido raros a escasos. Éstas aves en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio (Morales-Rozo *et al.* 2007) (años de muestreo: 2002-2005), se registran en números más altos por año, pero hay que tener en cuenta que en estas lagunas el censo del espejo de agua es del 50 % -100 % y en el estudio aquí presentado del Aica lago de Tota solo se censa el 30 % del espejo del agua y el 70 % de los hábitats. Al comparar con los censos realizados en todo el lago de Tota por



**Figura 9.** Registro de *Quiscalus lugubris* asociada al juncal.  
Foto: J. Zuluaga-Bonilla.

Varty *et al.* (1986) (tres semanas de muestreo en el año 1982) y Fjeldsá (1993) (12 días de muestreo en el año 1981), se destaca que los datos de *O. jamicensis* de Varty *et al.* (1986), son muy similares a los encontrados en el presente estudio en el año 2016. Borrero (1952) e Hidroestudios (1978) en sus publicaciones aseguran que este pato andino era muy raro o se registraba en números bajos en el lago de Tota; para *R. semiplumbeus* y *P. melanops*, Varty *et al.* (1986) y Fjeldsá (1993), los registraron entre escasos a comunes y para el caso de *C. apolinari*, Varty *et al.* (1986), lo registra como escaso y Fjeldsá (1993) no tuvo registro alguno de esta ave.

La alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) había sido registrada para el lago de Tota en zonas cultivadas (Hidroestudios 1978, Varty *et al.* 1986). En el 2006 la especie fue registrada en el cultivo de cebolla (Macana y Zuluaga-Bonilla 2006) y desde entonces sus registros han sido raros o escasos y en ocasiones nulos cuando los cultivos están recién adicionados con gallinaza o fumigados; esta especie es considerada un habitante regular de zonas abiertas e inundadas de los bordes de los humedales (Van der Hammen *et al.* 2008) y la población más cercana y más numerosa se encuentra en la represa de la Copa en Toca-Boyacá (Valencia y Armenteras 2004), por lo cual su presencia en este tipo de cultivo indica que es capaz de usar paisajes antropogénicos (Figura 10).

Desde finales del 2011 la comunidad local se ha articulado a través de diferentes organizaciones ambientalistas, emprendiendo un movimiento de divulgación de la importancia y amenazas que se ciernen sobre el Aica lago de Tota (<http://ctb.fundacionmontecito.org/>) y una causa común que comparte una visión de sostenibilidad para la cuenca (Causa Tota, y Mocilato – <http://ct.fundacionmontecito.org/>), lo cual ha generado el despertar de la conciencia colectiva y el acercamiento del Estado, siendo el primer paso en el camino para la conservación de este importante ecosistema (ver Carta del lago de Tota, disponible en: <http://eepurl.com/WcNh1>).

A partir de este movimiento colectivo, se ha creado la veeduría ciudadana (Veeduría Lago de Tota - <http://>



**Figura 10.** Presencia de *Eremophila alpestris* en el cultivo de cebolla. Foto: J. Zuluaga-Bonilla.

bit.ly/veetota-acta1 ), la Mesa de Trabajo Permanente (<http://ct.fundacionmontecito.org/mesa-de-trabajo-permanente>) y el Consejo de Cuenca del Lago de Tota (<http://cclagotota.weebly.com/cuenca.html>). Con ello, se aspira elevar la cultura ambiental en todas las comunidades de cuenca y actores externos asociados, pues su deficiencia es una de las causas reales del deterioro ecológico actual al margen de otras como la ausencia de un estatus importante de protección (nacional e internacional) que impulse una recuperación ecológica sustancial, el poco estímulo a las buenas prácticas en las cadenas de valor (agricultura, acuicultura, turismo), la desarticulación administrativa, e incluso la necesidad de unificar criterios científicos que se traduzcan en hechos prácticos al servicio de la cuenca, como por ejemplo en la adaptación al cambio climático (International Lake Environment Committee Foundation y United Nations Environment Programme 2003, Boere *et al.* 2006, Secretaría de la Convención Ramsar 2010) y específico del Aica lago de Tota (Vollenweider 1983, Varty *et al.* 1986, Rostron *et al.* 2014).

Dada la importancia de los humedales de gran tamaño para el mantenimiento de poblaciones de aves acuáticas (Rosselli y Stiles 2011b) y la presencia de un alto número de taxones endémicos y amenazados de extinción (van der Hammen *et al.* 2008), el Aica lago de Tota debe ser considerado como un área prioritaria (RAMSAR), para evitar que las especies que aún persisten desaparezcan localmente.

## Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas que nos acompañaron en las distintas salidas durante todos los años de muestreo y en especial a aquellas que han asistido a los Conteos Navideños y Censos Neotropicales de Aves Acuáticas; a Jon Fjeldså, Gary Stiles, Loreta Rosselli y Germán Andrade por los comentarios e información suministrada; a los revisores anónimos por todas las observaciones y sugerencias realizadas al manuscrito. A la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por la financiación del proyecto “Inventario preliminar de la avifauna de la UPTC de Tunja y el Lago de Tota, Boyacá, Colombia”. 2003-2004 y al Programa Iniciativa para Especies Amenazadas Jorge Hernández Camacho - Conservación Internacional - Colombia, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental por la financiación de la tesis “Composición, Estado y Perspectivas de Conservación de las aves acuáticas del Lago de Tota”. A Corpoboyacá por el apoyo logístico de algunos muestreos entre los años 2003 a 2007.

## Bibliografía

- ABO. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá: Guía de campo. Asociación Bogotana de Ornitología y Corporación Autónoma Regional. Bogotá D.C., Colombia. 276 pp.
- Álvarez, M., A. Umaña., S. Córdoba y F. Estela. 2002. Inventario de la avifauna presente en las cuencas de los ríos Tapias-Tareas y aferentes directos al Cauca zona sur, departamento de Caldas, Colombia. Informe Técnico. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – Gema – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt Programa de Inventarios de Biodiversidad y Corporación Autónoma Regional de Caldas. 25 pp.
- Andrade, G. 1998. Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá: ecosistemas en peligro de desaparecer. Pp: 59-73. En: Guerrero, E., H. Sánchez y E. Escobar (Eds.). Una Aproximación a los humedales en Colombia. Fondo Fen Colombia, Comité Colombiano de la UICN y UICN Oficina Sur Quito. Editorial Guadalupe, Bogotá.
- BirdLife International y Conservation International. 2005. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14). 769 pp.

- Boere, C., C. Galbraith y D. Stroud (Eds). 2006. Waterbirds around the world. The Stationery Office, Edinburgh. 960 pp.
- Borrero, J. 1947. Aves ocasionales en la sabana de Bogotá y las lagunas de Fúquene y de Tota. *Caldasia* 4 (20):495-498.
- Borrero, J. 1952. Apuntes sobre Aves Colombianas. *Lozania* 3:1-12.
- Borrero, J. 1963. El Lago de Tota. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 23 (58):1-15.
- Caycedo, P y L. Renjifo. 2002. *Cistothorus apolinari*. Pp: 379-382. *En*: Renjifo, L., A. Franco, J. Amaya-Espinel, G. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.
- Chaparro-Herrera, S., M. Echeverry-Galvis, S. Córdoba-Córdoba y A. Sua-Becerra. 2013. Listado actualizado de las aves endémicas y casi endémicas de Colombia. *Biota Colombiana* 14 (2): 235-272.
- Cordero, L. 2005. Plantaciones forestales. Capítulo VII. Pp: 1-15 *En*: Ramírez, A. (Ed.). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del lago de Tota. Documento diagnóstico. Corpoboyacá. Bogotá.
- Falk-Fernández, P. 2012. *Pelecanus occidentalis carolinensis*. Pp: 99 – 101. *En*: Naranjo, L. G., J. D. Amaya, D. Eusse-González y Y. Cifuentes-Sarmiento (Eds.). 2012. Guía de las especies Migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/ WWF Colombia. Bogotá.
- Fjeldsá, J. 1985. Origin, evolution and status of the avifauna on Andean Wetlands. Pp: 85-112 *En*: Buckley, P., M. Foster., E. Morton., R. Ridgely y B. Francine (Eds.). Neotropical Ornithology. Ornithological Monographs No 36. American Ornithologist Union. Washington, D.C.
- Fjeldsá, J. y N. Krabbe. 1990. Birds of the High Andes. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark. 876 pp.
- Fjeldsá, J. 1993. The decline and probable extinction of the Colombian Grebe *Podiceps andinus*. *Bird Conservation International* 3:221-234.
- Franco, A., C. Devenish, M. Barrero y M. Romero. 2009. Colombia. Pp: 135 –148. *En*: Devenish, C., D. Díaz Fernández., R. Clay., I. Davidson y I. Yépez (Eds.). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).
- Forero-Medina, G., J. Terborgh., S. Socolar y S. Pimm. 2011. Elevational Ranges of Birds on a Tropical Montane Gradient Lag behind Warming Temperatures. *PLoS ONE* 6 (12): e28535-028535.
- Hilty, S. y W. Brown. 1986. A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. Princeton, N. J., USA. 717 pp.
- Hilty, S. y W. Brown. 2009. Guía de las Aves de Colombia. Segunda impresión. Asociación Colombiana de Ornitología-ACO. 909 pp.
- Hidroestudios, Ingenieros Consultores. 1978. Fauna Terrestre. Pp: 38-44. *En*: Estudio de Conservación y manejo del lago de Tota y su Cuenca. Corporación Autónoma Regional de la sabana de Bogotá y los valles de Ubaté y Chiquinquirá. Bogotá.
- International Lake Environment Committee Foundation y United Nations Environment Programme 2003. World Lake Vision. A Call to Action. World Lake Vision Committee. International Lake Environment Committee Foundation. First Edition. 54 pp.
- Johnston-González, R y D. Eusse-González. 2009. Sitios importantes para la conservación de las aves playeras en Colombia. Asociación Calidris, Cali. 34 pp.
- Macana, D. 2007. Composición, Estado y Perspectivas de Conservación de las aves acuáticas del Lago de Tota, Boyacá. Colombia. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Tunja. 83 pp.
- Macana, D. y J. Zuluaga-Bonilla. 2006. Presencia de la Alondra Cachudita, *Eremophila alpestris peregrina* en cultivos de cebolla en el Lago de Tota, Boyacá. Colombia. *Boletín SAO* 26 (2): 26-30.
- MADS Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2014. Resolución 0192 del 14 de febrero de 2014.
- Moncaleano-Niño, A. y B. Calvachi-Zambrano. 2009. Uso de la fauna silvestre del Lago de Tota. Peces, herpetos, aves y mamíferos. *Ambiente y Desarrollo* XIII (25): 81-99.
- Morales-Rozo, A., G. Andrade y M. Rosas. 2007. Aves Acuáticas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Inventario, estado actual e importancia para la conservación. Pp: 59 – 88. *En*: Franco, L. y G. Andrade (Eds.). Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la Biodiversidad y Manejo Sostenible de un Ecosistema Lagunar Andino. Fundación Humedales e Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Naranjo, L., J. Amaya, D. Eusse-González y Y. Cifuentes-Sarmiento (Eds.). 2012. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible/ WWF Colombia. Bogotá, D.C. 708 pp.
- Olivares, A. 1969. Aves de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia. Dirección de Divulgación Cultural. Bogotá. Colombia. 425 pp.
- Paynter, R. 1997. Ornithological Gazetter of Colombia. Second Edition. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 537 pp.

- Remsen, J., J. Areta, C. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. Robbins, F. Stiles, D. Stotz y K. J. Zimmer. 2016. A Classification of the Bird Species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu>
- Renjifo, L., A. Franco, J. Amaya-Espinel, G. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). 2002. Libro Rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. 562 pp.
- Ricaurte, P. 2005. Problemática ambiental. Capítulo XI. Pp: 1-22 *En*: Ramírez, A. (Ed). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de lago de Tota. Corpoboyacá y Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Rosselli, L. 2011. Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D.C. 137 pp.
- Rosselli, L. y F. Stiles. 2011a. Wetland habitats of the Sabana de Bogotá Andean Highland Plateau and their birds. Pp: 73 – 106. *En*: Rosselli, L. Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- Rosselli, L. y F. Stiles. 2011b. Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. Pp: 107 – 137. *En*: Rosselli, L. Factores ambientales relacionados con la presencia y abundancia de las aves de los humedales de la Sabana de Bogotá. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- Rostron, C., S. Meléndez, C. Vera y M. Marín. 2014. Recomendaciones para la gestión integral del lago de Tota. Taller: Lago de Tota, en busca de un futuro sostenible Pp. 4. *En*: Marco del Primer Simposio Internacional de Humedales. Tunja, Colombia.
- Ruiz-Guerra, C. 2012. Listado de Aves Acuáticas de Colombia. Asociación Calidris. 14 pp.
- Stattersfield, A., M. Crosby, A. Long y D. Wege. 1998. Endemic Birds Areas of the World. Priorities for biodiversity conservation. BirdLife International. Cambridge. UK. 815 pp.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. Manejo de Humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Cuarta Edición, vol. 18. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). 103 pp.
- Scott, D. y M. Carbonell. 1986. Lake Tota. Pp: 148-149. *En*: A directory of neotropical Wetlands. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. U. K. International Watwerfowl Research Bureau. Cambridge, U.K.
- Strewe, R., C. Villa-De León, G. Lobatón, A. Morales-Rozo y F. Ayerbe-Quiñones. 2006. Ampliación del rango de distribución del chango llanero *Quiscalus lugubris* (Icteridae) en Colombia. *Intrópica* 3: 109 – 112.
- Umaña, A., S. Córdoba y M. Echeverry. 2007. Caracterización de la avifauna del Parque Nacional Natural Tatamá (sector nororiental), Risaralda. Informe Interno. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad. 45 pp.
- Valencia, I. y D. Armenteras. 2004. Modelo de hábitat y distribución de la Alondra (*Eremophila alpestris peregrina*) en el altiplano Cundiboyacense, Colombia. *Ornitología Colombiana* 2: 25-36.
- Varty, N., J. Adams, P. Espin y C. Hambler (Eds). 1986. An Ornithological Survey of lake Tota, Colombia, 1982. Study report No. 12. International Council for Bird Preservation. Cambridge. 100 pp.
- Villaneda-Rey, M. y L. Rosselli. 2011. Abundancia del chamón *Molothrus bonariensis* (Icteridae) en 19 humedales de la Sabana de Bogotá (Colombia). *Ornitología Colombiana* 11: 37-48.
- Vollenweider, R. 1983. Informe sobre el lago de Tota. Corporación Car. Bogotá. 26 pp.
- van der Hammen, T., F. Stiles, L. Rosselli, M. Chisacá, G. Camargo, G. Guillot, Y. Useche y D. Rivera. 2008. Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá. 296 pp.
- Wege, D. y A. Long. 1995. Key areas for threatened birds in the neotropics. BirdLife International. Bird Conservation Series No. 5. Cambridge. U.K. 312 pp.
- Wetmore, A. y J. Borrero. 1946. A New species of duck from central Colombia. *Caldasia* IV (16): 67-71.
- Zuluaga-Bonilla, J. 2006. Registros de *Icterus icterus* y *Machetornis rixosa* en un pequeño humedal artificial de Tunja, Boyacá. *Boletín SAO* 16: 64 – 69.
- Zuluaga-Bonilla, J. y D. Macana. 2008. La avifauna del lago de Tota (Boyacá-Colombia). *Boletín SAO* (18): 9. (Suplemento especial 1).



**Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas andium</i>	Andean Teal	Pato paramuno	CE			J; E; M; VE; TF; AA
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Blue-winged Teal	Pato careto	MB			J; E; M; VE; TF; AA
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Ruddy Duck	Pato andino		EN		J; E; M; VE; TF; AA
Galliformes	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Crested Bobwhite	Perdiz común				BNB; P
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Least Grebe	Zambullidor chico	NR			E; AA
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Pied-billed Grebe	Zambullidor común				J; E; M
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Neotropic Cormorant	Cormorán neotropical				AA; BNB; BS
Suliformes	Anhinga	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga	Pato aguja	NR			AA; BNB; BS
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Brown Pelican	Pelcano común	MB; NR			AA; BNB; BS
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	Least Bittern	Avetorillo bicolor				J; E; M
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night-Heron	Guaco común				J; E; VE
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Green Heron	Garcita verde	MB			J; E; M; VE; BS
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	Striated Heron	Garcita rayada				J; E; M; VE; BS
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	Garcita del ganado				VE; AA; BS; P
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Great Egret	Garza real				VE; AA; BS; P; CU
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Whistling Heron	Garza silbadora	NR			AA; BS

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	Garza patiamarilla				J; E; M; VE; BS
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Little Blue Heron	Garza azul				J; E; M; VE; BS
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Bare-faced Ibis	Coquito	NR			P
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Black Vulture	Gallinazo común				BS; P
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Andean Condor	Condor de los andes		EN	I	BS; P
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	Águila pescadora	MB		II	AA; BS
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	White-tailed Kite	Aguillilla blanca			II	BS; P
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Sharp-shinned Hawk	Azor cordillerano	NR		II	BS; P
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Roadside Hawk	Gavilán caminero	NR		II	BS
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Black-chested Buzzard-Eagle	Águila paramuna			II	BNB; BS
Gruiformes	Rallidae	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Bogota Rail	Rascón andino	E	EN	EN	J; E; M; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	Sora	Polluela migratoria	MB			J; E; M; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyriops melanops</i>	Spot-flanked Gallinule	Polla sabanera		CR		J; E; M; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	Common Gallinule	Polla gris				J; E; M; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Purple Gallinule	Polla azul				J; E; M; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio flavirostris</i>	Azure Gallinule	Polla llanera				J; E; VE; TF
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	American Coot	Focha común				J; E; M; VE; AA

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Southern Lapwing	Pallar común				VE; P; CU
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>	Pectoral Sandpiper	Correlimos pectoral	MB			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago nobilis</i>	Noble Snipe	Caica paramuna	CE			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i>	Wilson's Snipe	Caica común	MB			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus tricolor</i>	Wilson's Phalarope	Falaropo tricolor	MB; NR			M; VE; TF
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Spotted Sandpiper	Andarrios maculado	MB			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Solitary Sandpiper	Andarrios solitario	MB			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Greater Yellowlegs	Andarrios mayor	MB			VE; P
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	Andarrios patiamarillo	MB			VE; P
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Wattled Jacana	Gallito de ciénaga				VE; P
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Laughing Gull	Gaviota reidora	MB			VE; AA; BS
Charadriiformes	Laridae	<i>Phaetusa simplex</i>	Large-billed Tern	Gaviotín picudo				AA; BNB; BS
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Rock Pigeon	Paloma de castilla				P; CU
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Band-tailed Pigeon	Torcaza collareja	NR			BNB; BS
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaidura macroura</i>	Eared Dove	Torcaza naguiblanca				BNB; BS; P; CU

Cont. **AAnexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica Iago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratorio austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Greater Ani	Garrapatero mayor	NR			BNB; BS
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Smooth-billed Ani	Garrapatero común	NR			BNB; BS
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Yellow-billed Cuckoo	Cuculillo migratorio	MB			BNB; BS
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Barn Owl	Lechuza común			II	BNB; BS
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Tropical Screech-Owl	Currucutú común	NR		II	BNB; BS
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	Common Nighthawk	Chotacabras migratorio	MB			BNB; BS
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Band-winged Nighthawk	Guardacaminos andino				BNB; BS
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	White-collared Swift	Vencejo de collar				BNB; BS
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Sparkling Violetear	Chillón común			II	BNB; BS; P
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Black-tailed Trainbearer	Cometa colinegro			II	BNB; BS; P
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia nuna</i>	Green-tailed Trainbearer	Cometa coliverde			II	BNB; BS; P
Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura tyrianthina</i>	Tyrian Metalltail	Metalura colirojo			II	BNB; BS
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis vestita</i>	Glowing Puffleg	Paramero esmeraldino			II	BNB; BS
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Mountain Velvetbreast	Colibri terciopelo			II	BNB; BS

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chaetocercus mulsant</i>	White-bellied Woodstar	Zumbador ventriblanco	NR		II	BNB; BS
Piciformes	Picidae	<i>Picoides fumigatus</i>	Smoky-brown Woodpecker	Carpintero ahumado				BNB; BS
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rivolii</i>	Crimson-mantled Woodpecker	Carpintero carmesi				BNB; BS
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	American Kestrel	Cernicalo			II	AA; BNB; BS; P; CU
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Merlin	Esmerejón	MB		II	AA; BNB; BS; P; CU
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	Halcón peregrino	MB; NR		I	AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Chestnut-crowned Antpitta	Tororoi comprapán	NR			BNB
Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus griseicollis</i>	Pale-bellied Tapaculo	Tapaculo andino	NR			BNB
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis subpudica</i>	Silvery-throated Spinetail	Rastrojero rabilargo	E			J; E; M; BNB
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	Black-capped Tyrannulet	Tiranuelo capinegro	NR			BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Phyllomyias uropygialis</i>	Tawny-rumped Tyrannulet	Tiranuelo rabirufu	NR			BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia frantzii</i>	Mountain Elaenia	Elaenia montañera				BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	White-throated Tyrannulet	Tiranuelo gorgiblanco				BNB; BS

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratorio austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Uromyias agilis</i>	Agile Tit-Tyrant	Cachudito rabilargo	CE; NR			BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Serpophaga cinerea</i>	Torrent Tyrannulet	Tiranuelo saltarroyo				VE; TF
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>	Subtropical Doradito	Doradito lagunero		VU		M
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	Cinnamon Flycatcher	Atrapamoscas canela	NR			BNB
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sp.</i>	Western/Eastern Wood-Pewee	Atrapamoscas occidental/oriental	MB; NR			BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Black Phoebe	Atrapamoscas guardapuentes	NR			VE; TF
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Vermilion Flycatcher	atrapamoscas pechirojo				BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca diadema</i>	Yellow-bellied Chat-Tyrant	Pitajo de diadema	NR			BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	Brown-backed Chat-Tyrant	Pitajo ahumado				BNB; BS
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i>	Cattle Tyrant	Atrapamoscas ganadero	NR			BNB; P
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tropical Kingbird	Sirirí común				J; E; M; VE; BNB; P
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Fork-tailed Flycatcher	Sirirí tijereta	MAU; NR			J; BS; P
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Eastern Kingbird	Sirirí migratorio	MB			J; BS
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo leucopirys</i>	Brown-capped Vireo	Verderón montañero	NR			BNB; BS

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratorio austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Red-eyed Vireo	Verderón ojirrojo	MB			BNB; BS
Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Horned Lark	Alondra cornuda		EN		P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Blue-and-white Swallow	Golondrina azul y blanca	NR			BS; P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon murina</i>	Brown-bellied Swallow	Golondrina ahumada				AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	Brown-chested Martin	Golondrina sabanera	MAU			AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Purple Martin	Golondrina púrpura	MB			AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Bank Swallow	Golondrina riparia	MB			AA; BNB; BS; P
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	Golondrina tijereta	MB			AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Cliff Swallow	Golondrina alfarera	MB			AA; BNB; BS; P; CU
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	House Wren	Cucarachero común				BS; P; CU
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cistothorus apolinari</i>	Apolinar's Wren	Cucarachero de apolinar	E	EN	EN	J; E; M
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Gray-breasted Wood-Wren	Cucarachero pechigris				BNB; BS
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus minimus</i>	Gray-cheeked Thrush	Zorzal carigris	MB			BNB; BS
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Swainson's Thrush	Zorzal de swainson	MB			BNB; BS

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratorio austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscatr</i>	Great Thrush	Mirila común			BNB; BS; P; CU	
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Tropical Mockingbird	Sinsonte común			BS; P	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Scarlet-bellied Mountain-Tanager	Clarínero escarlata			BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Dubusia taeniata</i>	Buff-breasted Mountain-Tanager	Dubusia diadema	NR		BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Conirostrum rufum</i>	Rufous-browed Conebill	Conirrostrero rufó	CE		BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa lafresnayii</i>	Glossy Flowerpiercer	Diglossa lustrosa			BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Black Flowerpiercer	Diglossa negra			BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	White-sided Flowerpiercer	Diglossa albilátera			BNB; BS	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Saffron Finch	Sicalis coronado			P	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Grassland Yellow-Finch	Sicalis sabanero			J; E; M; P; CU	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila luctuosa</i>	Black-and-white Seedeater	Espiguero negriblanco			P	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamania analis</i>	Band-tailed Seedeater	Semillero coliblanco			J; E; M; P	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamania inornata</i>	Plain-colored Seedeater	Semillero andino			BNB; BS	



**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Passeriformes	Thraupidae	<i>Catamania homochroa</i>	Paramo Seedeater	Semillero paramuno				BNB; BS
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Rufous-collared Sparrow	Copetón común				J; E; M; BS; P; CU
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Pale-naped Brushfinch	Atlapetes cabeciblanco	CE			BNB; BS
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Summer Tanager	Piranga roja	MB			BNB; BS
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Scarlet Tanager	Piranga alinegra	MB; NR			BNB; BS
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus aureoventris</i>	Black-backed Grosbeak	Picogordo pechinegro				BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Northern Waterthrush	Reinita acuática	MB; NR			BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Black-and-white Warbler	Reinita trepadora	MB			BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>	Tennessee Warbler	Reinita verderona	MB		J; E; M; BNB; BS	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Blackburnian Warbler	Reinita naranja	MB			BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Yellow Warbler	Reinita amarilla	MB			BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	Black-crested Warbler	Arañero cabecinegro				BNB; BS
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus ornatus</i>	Golden-fronted Redstart	Abanico cariblanco	CE			BNB; BS
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	Yellow-backed Oriole	Turpial montañero	NR			BNB; BS
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Shiny Cowbird	Chamón parásito	NR			J; E; M; BS; P

**Cont. Anexo 1.** Especies de aves registradas en el Aica lago de Tota entre los años 2003-2016. Importancia biológica: E: endémico, CE: casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.* 2013); migración: MB: migratorio boreal, MAU: migratoria austral (Naranjo *et al.* 2012); NR: nuevo registro. Categorías CITES I: incluye especies amenazadas de extinción. El comercio de individuos de estas especies, se permite solamente en circunstancias excepcionales. II: incluye las especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su supervivencia. Amenazas: CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerable (IUCN 2016, Resolución 0192 2014, Renjifo *et al.* 2002). Orden taxonómico y nombre en inglés (Remsen *et al.* 2016). Nombres en español (Hilty y Brown 2009). Tipo de hábitat (Macana 2007, van der Hammen *et al.* 2008): junco: J; enea: E; macollas secas: M; vegetación emergente: VE; tapete flotante: TF; espejo de agua abierta: AA; bosque nativo de borde: BNB; bosque mixto sembrado: BS; potrero: P; cultivo de cebolla: CU.

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre común	Importancia biológica	Amenaza nacional	UICN/CITES	Hábitat
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus lugubris</i>	Carib Grackle	Chango llanero	NR			J; E; M; BS; P
Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella magna</i>	Eastern Meadowlark	Chirlobirlo				BS; P; CU
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus spinescens</i>	Andean Siskin	Jilguero andino	CE			E; BS; P; CU
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Lesser Goldfinch	Jilguero aliblanco				BNB; BS; P

**Anexo 2.** Registros de aves en el Aica lago de Tota previos no observados en este estudio. Fuente: 1) Wetmore y Borrero (1946), 2) Borrero (1947), 3) Borrero (1952), 4) Borrero (1963), 5) Olivares (1969), 6) Hidroestudios (1978), 7) Varty *et al.* (1986), 8) Fjeldsa (1993), 9) Moncaleano-Niño y Calvachi-Zambrano (2009): esta última referencia mezcla en una sola tabla, su propio estudio y publicaciones de Hidroestudios (1978), Scott y Carbonell (1986), Hilty y Brown (1986), ABO (2000), Plan de ordenamiento territorial-POT Sogamoso (2000-2010) y Esquema de ordenamiento territorial-EOT-Aquitania (2004), por lo tanto se desconoce cuáles son los aportes reales al listado de aves.

Orden	Familia	Especie	Nombre en inglés	Nombre en español	Fuente
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Yellow-billed Pintail	Pato pico de oro	1, 4, 6, 9
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cinnamon Teal	Pato colorado	4, 6, 9
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Lesser Scaup	Pato canadiense	3, 4, 6
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Andean Guan	Pava andina	9
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps andinus</i>	Colombian Grebe	Zambullidor cira	2, 4, 5, 8, 9
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Great Blue Heron	Garzón migratorio	9
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	White Ibis	Ibis blanco	9
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Scarlet Ibis	Corocora	9
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	Guala común	4
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Variable Hawk	Águila andina	7
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Broad-winged Hawk	Águila de Swainson	6, 9
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Swainson's Hawk	Águila migratoria	9
Gruiformes	Rallidae	<i>Mustelirallus erythroptus</i>	Paint-billed Crane	Polluela piquiroja	6, 7, 9
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis dominica</i>	American	Chorlo dorado	6, 9
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula superciliaris</i>	Golden-Plover Yellow-billed Tern	Gaviotín fluvial	9
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Black-billed Cuckoo	Cuculillo piquinegro	9
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops albogularis</i>	White-throated Screech-Owl	Currucutú gorgiblanco	9
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrostomus carolinensis</i>	Chuck-will's-widow	Guardacaminos de Carolina	6, 9
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri thalassinus</i>	Green Violetear	Chillón verde	7
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma heteropogon</i>	Bronze-tailed Thornbill	Zumbador ventriblanco	6, 7
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis cupreiventris</i>	Coppery-bellied Puffleg	Paramero cobrizo	6, 7
Apodiformes	Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Shining Sunbeam	Colibrí paramuno	4

Cont. **Anexo 2.** Registros de aves en el Aica lago de Tota previos no observados en este estudio. Fuente: 1) Wetmore y Borrero (1946), 2) Borrero (1947), 3) Borrero (1952), 4) Borrero (1963), 5) Olivares (1969), 6) Hidroestudios (1978), 7) Varty *et al.* (1986), 8) Fjeldsa (1993), 9) Moncaleano-Niño y Calvachi-Zambrano (2009): esta última referencia mezcla en una sola tabla, su propio estudio y publicaciones de Hidroestudios (1978), Scott y Carbonell (1986), Hilty y Brown (1986), ABO (2000), Plan de ordenamiento territorial-POT Sogamoso (2000-2010) y Esquema de ordenamiento territorial-EOT-Aquitania (2004), por lo tanto se desconoce cuáles son los aportes reales al listado de aves.

Orden	Familia	Especie	Nombre en inglés	Nombre en español	Fuente
Apodiformes	Trochilidae	<i>Coeligena bonapartei</i>	Golden-bellied Starfrontlet	Inca dorado	9
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Ringed Kingfisher	Martín pescador mayor	9
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Green Kingfisher	Martín pescador chico	9
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cinnycerthia unirufa</i>	Rufous Wren	Cucarachero rufo	9
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cinnycerthia olivascens</i>	Sharpe's Wren	Cucarachero sepia	9
Passeriformes	Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	White-capped Dipper	Mirlo acuático	6, 7
Passeriformes	Thraupidae	<i>Hemispingus atropileus</i>	Black-capped Hemispingus	Hemispingus cabecinegro	9
Passeriformes	Thraupidae	<i>Hemispingus verticalis</i>	Black-headed Hemispingus	Hemispingus tiznado	9
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes semirufus</i>	Ochre-breasted Brushfinch	Atlapetes ocráceo	9
Passeriformes	Parulidae	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Golden-winged Warbler	Reinita alidorada	7
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	American Redstart	Reinita norteña	7
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Canada Warbler	Reinita del Canadá	7

Johana Edith Zuluaga-Bonilla  
Asociación Ornitológica de Boyacá-Ixobrychus  
johanitazuluaga@gmail.com

Diana Carolina Macana-García  
Asociación Ornitológica de Boyacá-Ixobrychus  
dianacaromacana@gmail.com

La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá, Colombia: área importante para la conservación de las aves

**Citación del artículo.** Zuluaga-Bonilla, J. E. y D. C. Macana-García. 2016. La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá, Colombia: área importante para la conservación de las aves. *Biota Colombiana* 17 (2): 138–162. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a10

Recibido: 03 de noviembre de 2015  
Aprobado: 03 de octubre de 2016

## Registro de la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano

A record of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) from the Gorgona Natural National Park, Colombian Pacific

Marisol Rivera-Gómez, Isabel C. Calle-Bonilla, Andrés Cuéllar-Chacón, Filiberto Paredes-Mina y Alan Giraldo-López

---

### Resumen

La tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) es la única especie perteneciente a la familia Dermochelyidae. Es la especie de tortuga marina con la distribución geográfica más amplia, encontrándose en todos los océanos del mundo exceptuando el Antártico. En Colombia ha sido reportada frecuentemente en el Atlántico donde incluso se han identificado importantes playas de reproducción y zonas de tránsito. Sin embargo, para el Pacífico colombiano la información es más limitada, ya que las observaciones de individuos son principalmente de tipo anecdótico y su presencia sólo ha sido reportada para el sector de El Valle – ensenada de Utría, Chocó. En este documento se reporta la presencia de un individuo adulto de *D. coriacea* en el área marina protegida del Parque Nacional Natural Gorgona (departamento del Cauca), 350 kilómetros al sur de la ensenada de Utría.

**Palabras clave.** Ampliación de distribución. Dermochelyidae. Océano Pacífico Oriental.

### Abstract

Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* is the only species within the Dermochelyidae family. It is the species of marine turtle with the widest geographic distribution, it being in all oceans of the world except Antarctic Ocean. In Colombia it has been frequently reported in the Atlantic where even important breeding beaches and transit zones has been recognized. However, for the Colombian Pacific the information is limited, because the observations of individuals are anecdotal and its presence has only been reported at El Valle – Utría Cove, Chocó. In this document the presence of one adult of *D. coriacea* is reported at the marine protected area of the Gorgona Natural National Park (Cauca department), 350 kilometers to the south of Utría Cove.

**Key words.** Dermochelyidae. Eastern Pacific Ocean. Range extension.

La tortuga caná (*Dermochelys coriacea* Vandelli 1761) es el único representante existente de la familia monofilética Dermochelyidae. Presenta uno de los patrones de distribución geográfica más amplio para los reptiles, ya que utiliza zonas de forrajeo en altas latitudes y playas de anidación en aguas tropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico (Pritchard

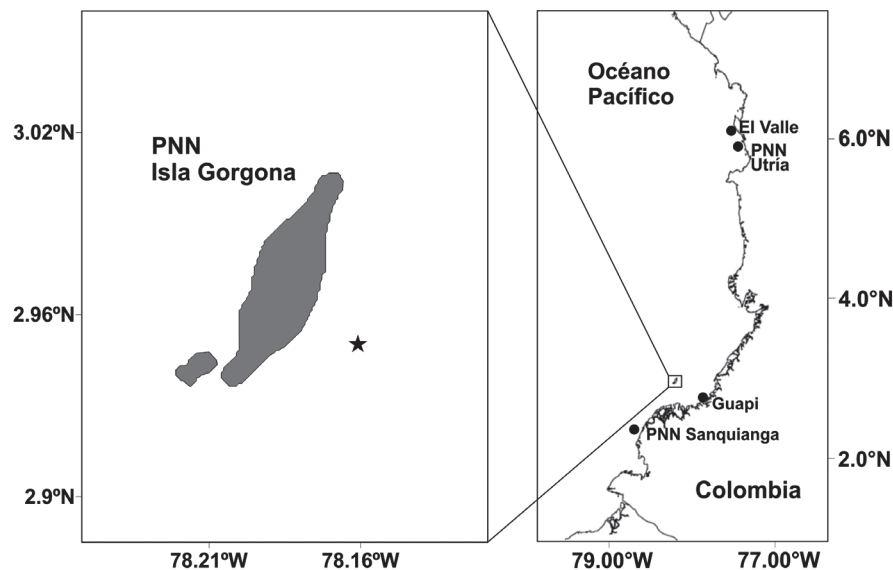
1982, Eckert 2002, Eckert 2006, Lambardi *et al.* 2008). En el océano Pacífico oriental se encuentra una subpoblación de la especie, la cual se distribuye desde Estados Unidos (Hawái) hasta Chile, siendo registrada en todos los países latinoamericanos con costa al Pacífico (Eckert 2001, Wallace *et al.* 2013).

En Colombia, *D. coriacea* ha sido registrada en aguas costeras del Caribe, específicamente en La Guajira, Magdalena, Antioquia y Chocó, en donde han sido identificadas zonas de tránsito y reproducción (Duque *et al.* 2000, Ceballos-Fonseca 2004, Patiño-Martínez *et al.* 2008). En las aguas costeras del Pacífico colombiano, algunos ejemplares de esta especie han sido capturados incidentalmente por pescadores en el sector sur, probablemente entre Cauca y Nariño (Amorocho. com. pers.), además existen registros de anidación esporádica en El Valle (Bahía Solano, Chocó) (Amorocho y Zapata 2014, Ramírez-Gallego *et al.* 2015) y la presencia confirmada en la ensenada de Utría (Chocó) por Amorocho y Zapata (2014).

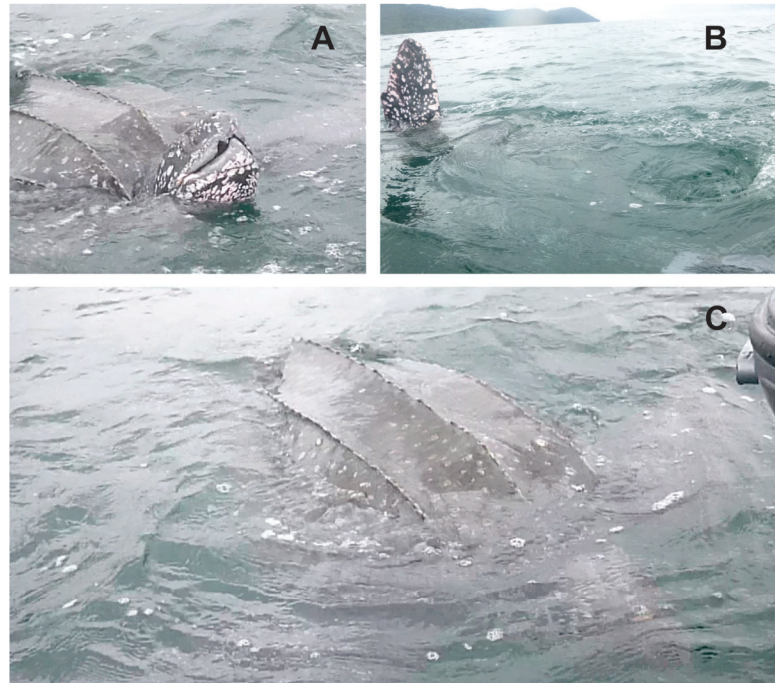
El 10 de octubre de 2015 a las 12:03, mientras se realizaba el registro de datos oceanográficos en una de las estaciones de monitoreo establecidas en el PNN Gorgona (municipio Guapi, departamento del Cauca), se observó un individuo adulto de *D. coriacea* nadando libremente a 2,07 km del costado oriental de la isla ( $2^{\circ}57'0.612''\text{N} - 78^{\circ}9'39.132''\text{O}$ ) (Figura 1). El individuo fue identificado en el sitio, con base en su tamaño y la presencia de las quillas en el caparazón (Figura 2). Posteriormente se confirmó la identidad taxonómica con base en Rueda *et al.* (2005).

A nivel mundial *D. coriacea* está catalogada como Vulnerable por la UICN y a nivel regional la subpoblación del Pacífico oriental está catalogada como En Peligro Crítico (Ramírez-Gallego *et al.* 2015). En el Pacífico colombiano el registro de esta especie es esporádico, a pesar de ser la especie de reptil que realiza una de las migraciones más extensas en el planeta (Hays *et al.* 2004, Kaplan 2005, Schick *et al.* 2013). Diferentes factores son los que amenazan a las tortugas marinas en Colombia, entre otros están las capturas incidentales durante faenas de pesca, la erosión de playas, el saqueo de nidadas y hembras anidantes y la contaminación marina (Ceballos-Fonseca 2004, Barreto 2011, Perrault *et al.* 2013, Ramírez-Gallego *et al.* 2015).

El registro de *D. coriacea* en el área marina protegida del Parque Nacional Natural Gorgona confirma la presencia de esta especie en la zona sur del Pacífico colombiano. Aunque no fue posible determinar el sexo del individuo observado, esta especie generalmente sólo se aproxima a la costa cuando va a desovar (Chacón-Chaverri 2004), por lo que esta podría ser la razón de su presencia en el sector. Es necesario direccionar esfuerzos de investigación para incrementar el registro de individuos de esta especie, con el fin de



**Figura 1.** Sitio donde se encontró el individuo de *Dermochelys coriacea* en el PNN Gorgona y de otros puntos aproximados donde había sido observada previamente en el Pacífico colombiano.



**Figura 2.** Individuo de *Dermochelys coriacea* registrado en el PNN Gorgona. A) Vista de la cabeza, saliendo a respirar. B) Vista de la aleta posterior derecha, en el momento en el que se sumerge. C) Vista dorsal del caparazón. Fotos: Marisol Rivera Gómez.

identificar las actividades que estarían desarrollando en el área marina protegida del PNN Gorgona.

### Agradecimientos

A Diego Amorocho por su valiosa colaboración para la realización de este reporte. Al Centro de Rehabilitación de Tortugas Marinas – CERETOMA por compartir información tradicional de la especie en el sector de Guapi. Al PNN Gorgona y la Universidad del Valle por el apoyo económico y logístico para la realización de esta nota científica.

### Bibliografía

Amorocho, D. y L. A. Zapata. 2014. Guía de conservación de tortugas marinas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF-Colombia. 3ª edición. Cali, Colombia. 20 pp.

Barreto, L. 2011. Diagnóstico del estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano. Informe de País. Fundación Conservación Ambiente Colombia. Cali, Colombia. 41 pp.

Ceballos-Fonseca, C. 2004. Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 33: 79-99.

Chacón-Chaverri, D. 2004. Sinopsis sobre la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*). Convención Iberoamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Documento INF-16-04. Costa Rica, 33 pp.

Duque, V. M., V. P. Páez y J. A. Patiño. 2000. Ecología de anidación y conservación de la tortuga caná, *Dermochelys coriacea*, en La Playona, Golfo de Urabá chocoano (Colombia), en 1998. *Actualidades Biológicas* 22 (72): 37-53.

Eckert, K. L. 2001. Status and Distribution of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea*, in the Wider Caribbean Region. Pp: 24-31. En: Eckert, K. L. y F. A. Albreu. (Eds.). Proceedings of the Regional Meeting: "Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region: A Dialogue for Effective Regional Management". Santo Domingo, Dominican Republic.

Eckert, S. A. 2002. Distribution of juvenile leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* sightings. *Marine Ecology Progress Series* 230: 289-293.

Eckert, S. A. 2006. High-use oceanic areas for Atlantic leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) as identified using satellite telemetered location and dive information. *Marine Biology* 149: 1257-1267.

- Hays, G. C., J. Houghton, C. Isaacs, R. King, C. Lloyd y P. Lovell. 2004. First records of oceanic dive profiles for leather turtles, *Dermochelys coriacea*, indicate behavioural plasticity associate with long-distance migration. *Animal Behaviour* 67: 733-743.
- Kaplan, I. C. 2005. A risk assessment for Pacific leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 62 (8): 1710-1719.
- Lambardi, P., J. Lutjeharms, R. Mencacci, G. C. Hays y P. Luschi. 2008. Influence of ocean currents on long-distance movement of leatherback sea turtles in the Southwest Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 353: 289-301.
- Patiño-Martínez, J., A. Marco, L. Quiñones y B. Godley. 2008. Globally significant nesting of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) on the Caribbean coast of Colombia and Panamá. *Biological Conservation* 141: 1982-1988.
- Perrault, J. R., D. L. Miller, J. Garner y J. Wyneken. 2013. Mercury and selenium concentrations in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*): population comparisons, implications for reproductive success, hazard quotients and directions for future research. *Science of the Total Environment* 463: 61-71.
- Pritchard, P. C. H. 1982. Nesting of the Leatherback Turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a New Estimate of the World Population Status. *Copeia* 4: 741-747.
- Ramírez-Gallego, C., V. Páez y K. Barrientos-Muñoz. 2015. Caná (*Dermochelys coriacea*). Pp: 122-126. En: Morales-Betancourt, M., C. A. Lasso, V. Páez y B. Bock (Eds.). Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia, Bogotá.
- Rueda, J. V., J. V. Rodríguez, J. N. Rueda, R. Mast, A. González y D. Amoroch. 2005. Tortugas Marinas Neotropicales. Serie de libretas de campo. Conservación Internacional, Bogotá, D. C., Colombia. 88 pp.
- Schick, R. S., J. J. Roberts, S. A. Eckert, P. N. Halpin, H. Bailey, F. Chai, L. Shi y J. S. Clark. 2013. Pelagic movements of pacific leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) highlight the role of prey and ocean currents. *Movement Ecology* 1: 1-11.
- Wallace, B. P., M. Tiwari y M. Girondot. 2013. *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T6494A43526147. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en>

Marisol Rivera-Gómez

Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas,  
Cali, Colombia  
[marisolrigo.16@gmail.com](mailto:marisolrigo.16@gmail.com)

Isabel Cristina Calle-Bonilla

Universidad del Valle,  
Facultad de Ciencias Naturales y Exactas,  
Departamento de Biología,  
Grupo de Investigación en Ciencias Oceanográficas  
[isabel.calle@correounivalle.edu.co](mailto:isabel.calle@correounivalle.edu.co)

Andrés Cuéllar-Chacón

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,  
Parques Nacionales Naturales de Colombia,  
Dirección Territorial Pacífico  
[monitoreo.dtpa@parquesnacionales.gov.co](mailto:monitoreo.dtpa@parquesnacionales.gov.co)

Filiberto Paredes-Mina

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,  
Parques Nacionales Naturales de Colombia,  
Dirección Territorial Pacífico, PNN Gorgona  
[gorgona@parquesnacionales.gov.co](mailto:gorgona@parquesnacionales.gov.co)

Alan Giraldo-López

Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas,  
Departamento de Biología,  
Grupo de Investigación en Ecología Animal  
[alan.giraldo@correounivalle.edu.co](mailto:alan.giraldo@correounivalle.edu.co)

Registro de la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) en el  
Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano

**Citación del artículo.** Rivera-Gómez, M., I. C. Calle-Bonilla, A. Cuéllar-Chacón, F. Paredes-Mina y A. Giraldo-López. 2016. Registro de la tortuga caná (*Dermochelys coriacea*) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Biota Colombiana* 17 (2): 163-166. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a11

Recibido: 15 de febrero de 2016

Aceptado: 23 de septiembre de 2016



## **Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035**

Freshwater insects deposited in the Limnology Collection of the University of Antioquia, CLUA-035

**Vanessa Fernández-Rodríguez, Sandra Pareja-Ortega y Mario H. Londoño-Mesa**

---

**Citación del recurso.** Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia (2016). 3209 registros aportados por, Fernández-Rodríguez V (Custodio, proveedor de metadatos), Pareja-Ortega S (Custodio), Londoño-Mesa M. H. (Investigador principal). En línea: <http://ipt.sibcolombia.net/test/resource.do?r=udea-003>

---

### **Resumen**

Se describe la base de datos de los insectos acuáticos asociados a sistemas de agua dulce de los departamentos de Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Córdoba, La Guajira, Santander y Sucre. El material presentado hace parte de diferentes proyectos de consultoría ambiental, salidas de campo de cursos de pregrado del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia, y de muestreos de tesis de posgrado, entre otros. La Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035, tiene 3209 registros estandarizados y publicados en portales de bases de datos; divididos en 11 órdenes, 91 familias y 235 géneros. No obstante, los órdenes Neuroptera y Orthoptera no fueron identificados a menores niveles taxonómicos.

**Palabras clave.** Embalses. Hidroeléctricas. Represas. Ríos.

### **Abstract**

The database of aquatic insects collected from freshwater systems in the departments of Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Córdoba, La Guajira, Santander and Sucre is described. The biological material presented here was part of different projects, such as environmental consulting, as well as field sampling by both undergraduate and postgraduate students from the Institute of Biology, University of Antioquia. The Antioquia's University Limnology Collection, CLUA-035 has 3209 standardized lots published in online databases that are distributed among 11 orders, 91 families and 235 genera. However, Neuroptera and Orthoptera orders were not identified to lower taxonomic levels.

**Key words.** Dams. Hydroelectric power station. Reservoirs. Rivers.

## Introducción

**Propósito.** Este artículo presenta los registros de los especímenes de los órdenes de la clase Insecta que se encuentran depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia (CLUA), colección registrada ante Registro Nacional de Colecciones Biológicas con el código 035, fundada en 1972. Esta colección tiene como objetivo documentar la diversidad biológica de los organismos que se encuentran asociados a sistemas de agua dulce, como macroinvertebrados, zooplankton, fitoplancton, perifiton, algas y cianobacterias. Aunque la resolución taxonómica de los especímenes de la clase Insecta utilizados para este recurso llega hasta género ó especie, solo se considera la categoría familia para una mejor comprensión de los datos. La base oficial de datos se encuentra publicada en los portales GBIF y SiB-Colombia, allí se presentan la información taxonómica completa para cada registro biológico.

## Datos del proyecto

**Título.** Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia (CLUA), convenio de cooperación número 13-13-014-290 entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad de Antioquia.

**Nombre.** Mario H. Londoño Mesa, Vanessa Fernández Rodríguez, Sandra Pareja Ortega

**Fuentes de financiación.** Convenio de Cooperación número 13-13-014-290, entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad de Antioquia.

**Descripción del área de estudio.** El área de estudio comprende algunos cuerpos de agua dulce como ciénaga, embalses, quebradas y ríos ubicados en los departamentos de Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Córdoba, La Guajira, Santander y Sucre. En total se cuenta con 86 localidades con coordenadas en formato grados decimal (Figura 1). Cada coordenada ha sido verificada en la cartografía

libre disponible en el sitio web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, de acuerdo con la metodología propuesta por el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt (Jojoa *et al.* 2014).

## Descripción del proyecto

Bajo el convenio de cooperación número 13-13-014-290 entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad de Antioquia, se estructuraron, estandarizaron y publicaron 6004 registros biológicos, entre los cuales se encuentran los filos Annelida, Arthropoda, Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Dinophyta, Euglenophyta, Heterokontophyta, Mollusca, Nematomorpha, Platyhelminthes y Rhodophyta. Este proyecto de cooperación buscó promover el flujo permanente de la información estandarizada para las colecciones biológicas que posee la Universidad de Antioquia como institución de investigación y educación superior.

## Cobertura taxonómica

**Descripción.** Debido a su carácter bioindicador, los macroinvertebrados acuáticos son ampliamente utilizados para el monitoreo de calidad de agua; sin embargo, en muchas investigaciones la identificación de estos organismos es dudosa debido a su compleja morfología y taxonomía, principalmente en estadios juveniles (Wolff *et al.* 1998, Roldán-Pérez 1999).

Los órdenes de insectos, entre los 3209 registros, de mayor a menor frecuencia son Coleoptera (29,10 %), Ephemeroptera (26,30 %), Diptera (15,06 %), Trichoptera (10,68%), Hemiptera (7,42 %), Odonata (6,94%), Plecoptera (1,74%), Megaloptera (0,74 %), Lepidoptera (0,87 %), Collembola (0,43 %), Neuroptera (0,03 %) y Orthoptera (0,03 %) (Figura 2). De los registros mencionados, el 61,70 % fue identificado hasta género, el 23,99 % hasta familia, el 14,05 % se mantuvo hasta orden y solo el 0,218 % hasta clase. Es de resaltar que para los órdenes Neuroptera y Orthoptera solo se obtuvo un registro.

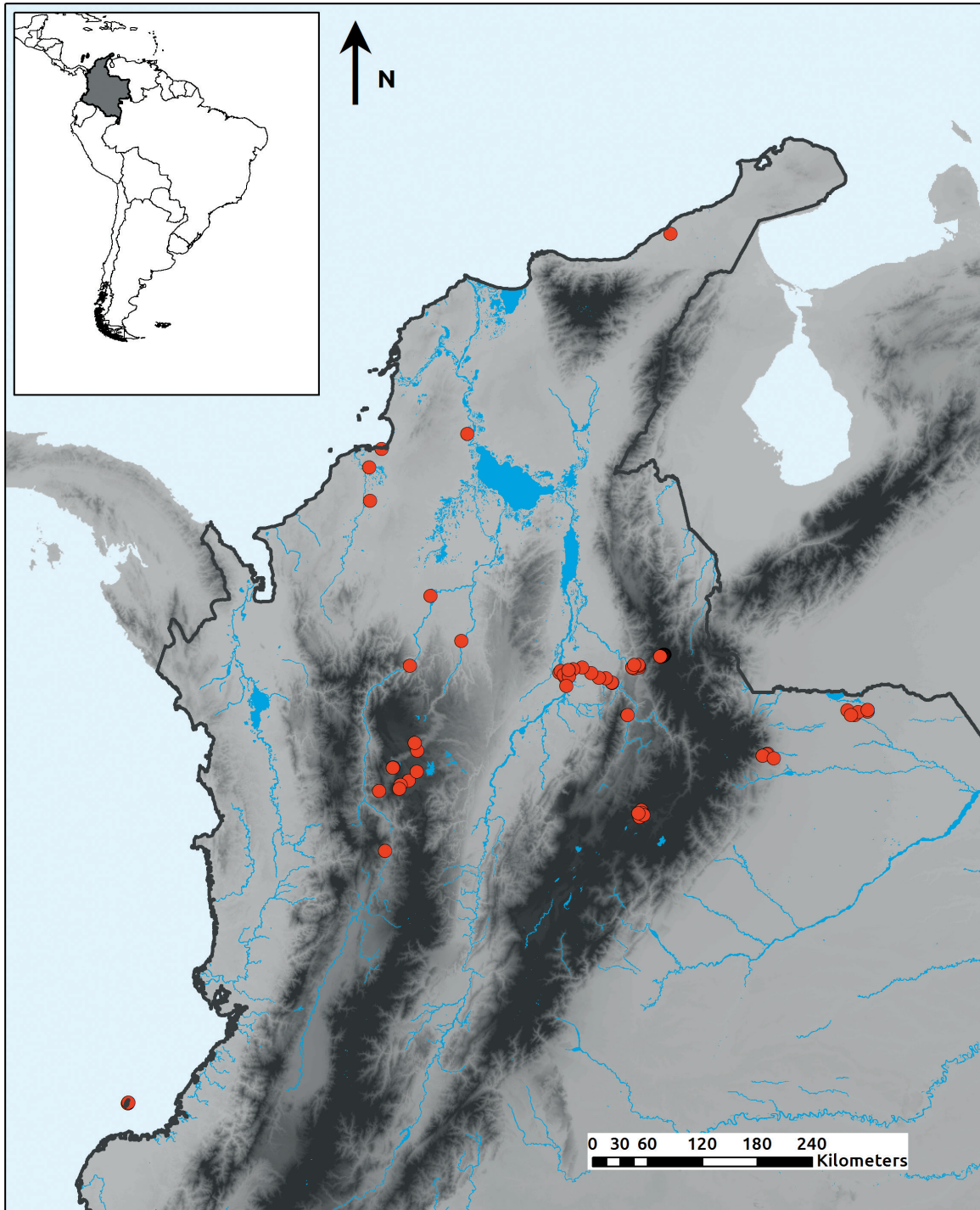
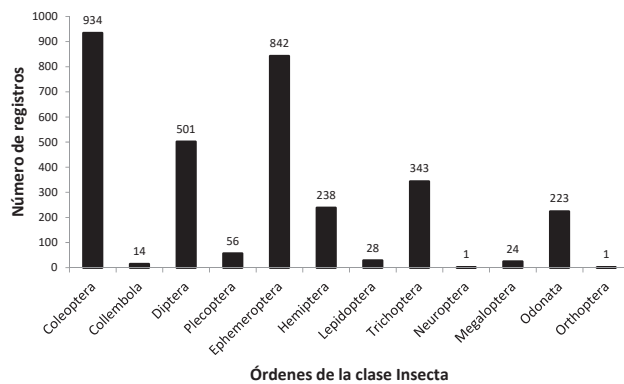


Figura 1. Localidades de estudio.



**Figura 2.** Número de registros por orden.

Un total de 91 familias fueron registradas siendo el orden Coleoptera el que más familias presentó (26,37 %) seguido por Diptera (16,48 %), Trichoptera (15,55 %), Hemiptera (13,18 %), Ephemeroptera (8,79 %), Odonata (9,89 %), Lepidoptera (5,49%), Collembola (2,19%), Megaptera y Plecoptera (1,09 %, respectivamente) (Figura 3). En particular, para los órdenes Neuroptera y Orthoptera no fue posible una identificación hasta el nivel de familia debido a que los organismos estaban incompletos. En particular, en este manuscrito no se hace un análisis de las familias con mayor número de géneros y/o se presenta alguna figura ilustrativa al respecto, debido a que no todas familias pudieron ser identificadas hasta género por: i) Falta de literatura especializada y claves taxonómicas para estados larvales y juveniles de insectos acuáticos para el país; ii) La mayor parte del material fue entregado en donación por empresas consultoras quienes usualmente llegan hasta la categoría de Familia y iii) Carencia de taxónomos expertos en determinados grupos (e.g. Collembola).

El mayor número de registros proviene del departamento de Santander (68,65 %); seguido de los departamentos de Arauca (13,15 %), Antioquia (6,73 %), Cauca (5,23 %), Boyacá (3,77 %), Córdoba (1,43 %), Sucre (0,59 %), Bolívar (0,34 %), La Guajira (0,06 %) y Caldas (0,03 %) (Figura 4). La dominancia de registros biológicos provenientes del departamento de Santander es el resultado a un mayor esfuerzo de recolección en esta región como

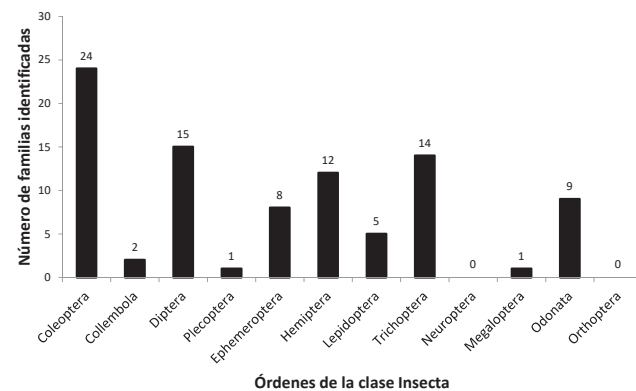
resultado de los servicios de consultoría ambiental del Grupo de Investigación en Limnología Básica y Experimental y Biología y Taxonomía Marina de la Universidad de Antioquia.

## Categorías

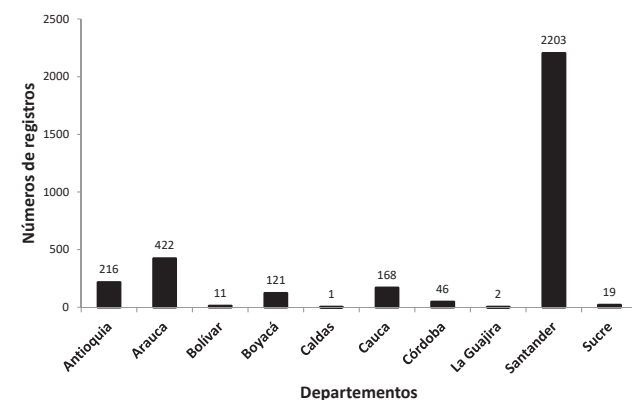
**Clase.** Insecta

**Orden.** Coleoptera

**Familias.** Cantharidae, Carabidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Georissidae, Gyrinidae, Heteroceridae, Hydraenidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Hydroscahidae, Lampyridae, Limnichidae, Lutrochidae, Noteridae, Oligoneuriidae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scarabaeidae, Scirtidae y Staphylinidae.



**Figura 3.** Número de familias identificadas por orden.



**Figura 4.** Número de registros por departamento.

**Géneros.** *Dryops, Pelonomus, Elmoparnus, Helichus, Laccophilus, Pachydrus, Hydrovatus, Celina, Napodytes, Megadytes, Hemibidessus, Hypodessus, Agaporomorphus, Desmopachria, Neobidessus, Rhantus, Microcylloepus, Heterelmis, Macrelmis, Phanocerus, Neoelmis, Disersus, Hexanchorus, Neocylloepus, Austrolimnius, Cylloepus, Hulechius, Hexacylloepus, Pseudodisersus, Onychelmis, Gyretes, Gyrimus, Hydraena, Hydrochus, Anacaenini, Tropisternus, Enochrus, Hydrobiomorpha, Derallus, Chasmogenus, Berosus, Phaenonotum, Hydrophilus, Hydrobiomorpha, Hydrochus, Paracymus, Smicridea, Limnichus, Lutrochus, Limnocoris, Canthydrus, Hydrocanthus, Hydrovatus, Mesonoterus, Notomicrus, Prioriterus, Suphis, Suphisellus, Lachlania, Psephenops, Psephenus, Ptilodactyla, Anchytarsus, Tetraglossa, Elodes, Scirtes, Bidessodes, Hydrodytes, Microhydrodytes, Xenelmis y Pronoterus.*

**Orden.** Collembola

**Familias.** Isotomidae y Sminthuridae.

**Orden.** Diptera

**Familias.** Blephariceridae, Ceratopogonidae, Chaoboridae, Chironomidae, Culicidae, Dixidae, Dolichopodidae, Empididae, Ephydriidae, Muscidae, Psychodidae, Simuliidae, Stratiomyidae, Tabanidae y Tipulidae.

**Géneros.** *Paltostoma, Limonicola, Probezzia, Forcipomyia, Mansonia, Alluaudomyia, Stilobezzia, Atrichopogon, Chaoborus, Chironomus, Tanypodinae, Metriocnemus, Pentaneura, Culex, Anopheles, Uranotaenia, Mansonia, Dixella, Rhaphium, Aphrosylus, Hemerodromia, Limnophora, Psychoda, Clogmia, Maruina, Simulium, Allognosta, Euparyphus, Tabanus, Haematopata, Chrysops, Tipula, Hexatoma, Molophilus y Limonia.*

**Orden.** Ephemeroptera

**Familias.** Baetidae, Caenidae, Euthyplociidae, Leptohiphidae, Leptophlebiidae, Nesameletidae, Oligoneuriidae y Polymitarciidae.

**Géneros.** *Americabaetis, Apobaetis, Baetis, Callibaetis, Baetodes, Camelobaetidius, Cloeodes,*

*Guajirolus, Dactylobaetis, Mayobaetis, Moribaetis, Caenis, Brachycercus, Euthyplocia, Leptohiphes, Tricorythodes, Leptohiphodes, Atopophlebia, Choroterpes, Clocon, Farrodes, Hydrosmilodon, Hagenulopsis, Miroculus, Needhamella, Leptohiphes, Terpides, Nousia, Thraulodes, Traverella, Tricorythodes, Metamonius, Lachlania y Campsurus.*

**Orden.** Hemiptera

**Familias.** Belostomatidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gerridae, Hebridae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Pleidae, Saldidae y Veliidae.

**Géneros.** *Belostoma, Lethocerus, Tenagobia, Centrocorisa, Neosigara, Gelastocoris, Brachymetra, Eurygerris, Metrobates, Ovatametra, Halobatopsis, Platygerris, Rheumatobates, Potamobates, Trepobates, Tachygerris, Lipogomphus, Mesoveloidea, Mesovelia, Pelocoris, Limnocoris, Cryphocricos, Ambrysus, Buena, Notonecta, Martarega, Ranatra, Paraplea, Neoplea, Macracanthia, Rhagovelia y Microvelia.*

**Orden.** Lepidoptera

**Familias.** Arctiidae, Coleophoridae, Crambidae, Noctuidae y Pyralidae.

**Géneros.** *Paracles, Coleophora, Petrophila y Synclita*

**Orden.** Megaloptera

**Familias.** Corydalidae

**Géneros.** *Corydalus*

**Orden.** Neuroptera

**Orden.** Odonata

**Familias.** Aeshnidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Gerridae, Gomphidae, Libellulidae, Megapodagrionidae, Platystictidae y Polythoridae.

**Géneros.** *Anax, Aeshna, Coryphaesha, Allopetalia, Rhionaesha, Hetaerina, Argia, Enallagma, Acanthagrion, Telebasis, Ischnura, Heteragrion, Metrobates, Agriogomphus, Phyllogomphides, Gomphus, Progomphus, Phyllogomphoides, Cannaphila, Brachymesia, Brechmorhoga,*

*Elasmothermis, Erythemis, Dythemis, Macrothemis, Erythrodiplax, Miathyria, Sympetrum, Micrathyria, Orthemis, Tramea, Teinopodagrion, Heteragrion, Palaemnema, Polythore y Rhagovelia.*

**Orden.** Orthoptera

**Orden.** Plecoptera

**Familias.** Perlidae

**Géneros.** *Anacronuria*

**Orden.** Trichoptera

**Familias.** Anomalopsychidae, Atriplectididae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Odontoceridae, Philopotamidae, Polycentropodidae y Xiphocentronidae.

**Géneros.** *Contulma, Neoatriplectides, Phylloicus, Banyallarga, Austrotinodes, Protophla, Mortoniella, Culoptila, Protoptila, Helicopsyche, Atopsyche, Leptonema, Blepharopus, Smicridea, Macronema, Hydroptila, Metrichia, Leucotrichia, Neotrichia, Oxyethira, Zumatrichia, Grumichella, Nectopsyche, Atanatolica, Triplectides, Oecetis, Leptohiphes, Terpides, Traverella, Farrodes, Nectopsyche, Marilia, Chimarra, Polyplectropus, Nyctiophylax, Cynnellus, Polycentropus y Xiphocentron.*

### Cobertura geográfica

**Descripción.** El área de estudio comprende los departamentos de Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Córdoba, La Guajira, Santander y Sucre, en las regiones naturales Andina, Caribe y Orinoquia. Particularmente, el material recolectado proviene de ríos, embalses, quebradas, ciénagas y lagunas. Entre los cuerpos de agua que más registros biológicos poseen se encuentran los ríos Sogamoso, Cauca, Magdalena y Negro, así como las quebradas La Honda, La Baja, El Llanito ubicadas en el departamento de Santander; El Perro y Las Palmas ubicadas en el departamento de Arauca; y las quebradas Iguapoga, Ilú, Pizarro y Playa Verde, ubicadas en Isla Gorgona (Cauca).

**Coordenadas.** Latitud 11° 31' 03.78" N y 02° 58' 34.2" N. Longitud 78° 10' 12.9" W 72° 50' 22.53" W

**Cobertura temporal.** 1 de marzo de 1970 - 28 de Febrero de 2014.

### Datos de la colección

**Nombre de la colección.** Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035

### Material y métodos

#### Descripción del muestreo

El material aquí referenciado hace parte de donaciones de diferentes proyectos de consultoría ambiental (e. g. Evaluación del sistema físico-biótico y socioeconómico en el área de influencia de la quebrada La Baja, Municipio de California (Santander), Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso (ISAGEN), Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol) y/o tesis doctorales, salidas de campo de cursos de pregrado y posgrado a lo largo de la historia de la colección. Por lo tanto, el esfuerzo de muestreo, la temporalidad y el protocolo de colecta escogido varían entre campañas de muestreo; no obstante, en general para macroinvertebrados se sigue el método de Red triangular/30 minutos, redes especializadas (e. g. D-Net, Pantalla y Surber), trampas de luz y/o alcohol, métodos publicados por Roldán-Pérez (1988) y Delgado-Rueda (2009). Es de resaltar que todo el material proveniente de donaciones cuenta con autorización para ser divulgado.

#### Control de calidad

Para asegurar la calidad de la información referenciada en la base de datos, se realizaron filtros en Microsoft Excel para verificar y corregir el contenido, de acuerdo al vocabulario controlado propuesto por el estándar del Darwin Core. Igualmente, se siguieron las metodologías para la estructuración y publicación de datos puestos por

el SiB-Colombia (<http://www.sibcolombia.net/web/sib/herramienta-de-publicacion-de-conjuntos-de-datos>). Para la verificación de la escritura de los nombres científicos se utilizaron las bases de datos como GBIF (<http://www.gbif.org/>) y el Servicio de Resolución Taxonómica y de LSIDS del SiB – Colombia (<http://tools.sibcolombia.net/taxon/index.php/taxon/busqueda>).

Los departamentos y municipios colombianos fueron codificados teniendo en cuenta la división político-administrativa de Colombia suministrada por el DANE (<http://190.25.231.237/dvpbuscar/dvpbuscar.html>). Las coordenadas fueron verificadas utilizando el software libre Qgis 2.0 (<http://www.qgis.org/es/site/>), la cartografía libre disponible en el sitio web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (<http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia>) y los gaceteros facilitados por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (<http://www.humboldt.org.co/>).

### Descripción de la metodología paso a paso

Bajo el marco del proyecto, el material depositado en CLUA fue organizado por lotes numerados en frascos plásticos transparentes de 30 mL, con alcohol al 70% hasta el borde superior del recipiente. Posteriormente, la información de la etiqueta original fue transcrita a la base de datos según el estándar del Darwin Core; igualmente, informaciones adicionales fueron obtenidas por medio de la consulta de las bases de datos personales de cada recolector, investigador y/o proyecto. Posteriormente, se asignaron códigos de búsqueda en formato alfa-numérico para cada lote, usando las primeras cuatro letras del nombre de cada orden de insectos seguido por cuatro dígitos (p.e. ARTR: COLE:0001 para Coleoptera; ARTR: EPHE:0001 para Ephemeroptera). Las identificaciones taxonómicas fueron confirmadas con cada investigador y la escritura de los nombres científicos fue corroborada en bases de datos y literatura especializada. Una vez obtenida la base de datos, esta pasó por un proceso de estandarización y estructuración realizada bajo la orientación del Departamento de Interoperabilidad del SiB-Colombia. Al finalizar este proceso, la base de

datos fue publicada en los portales del GBIF y SiB-Colombia.

## Resultados

### Descripción del conjunto de datos

**URL del recurso.** Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

**IPT.** Para acceder a la última versión del recurso [http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=udea\\_003](http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=udea_003)

**Portal de datos:** SiB Colombia <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/142>

**Portal GBIF.** <http://www.gbif.org/dataset/4f28afd9-f50e-42aa-b49f-60d9f637ab2c>

**Nombre.** *Darwin Core Archive* Colección Limnológica, Universidad de Antioquia 003

**Idioma.** Español

**Conjunto de caracteres.** UTF-8

**URL del archivo:** Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: [http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=udea\\_003](http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=udea_003)

**Formato de archivo:** *Darwin Core Archive*

**Versión del formato del archivo:** 03

**Nivel de jerárquico.** Conjunto de datos

**Fecha de publicación de datos.** 01 de Agosto de 2014

**Idioma de los metadatos.** Español

**Fecha de creación de los metadatos.** 24 de Julio de 2014

**Licencia del recurso.** Este base de datos está bajo una licencia Creative Commons Zero (CC0) 1.0 <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/> Legal code

## Discusión

Desde una perspectiva ecológica, los insectos acuáticos son importantes para comprender el funcionamiento de estos ecosistemas, debido a sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales (McCafferty 1998, Wiggins 1996, 2004). Dentro de la red trófica, los insectos acuáticos

son importantes como consumidores primarios -filtradores, colectores, raspadores, trituradores-, de plantas, microorganismos, algas, hidrofitas y partículas de material orgánico y como depredadores de invertebrados pequeños (copépodos, cladóceros e individuos inmaduros de otros insectos) (Lamberti y Moore 1984, Merritt *et al.* 2008, Peckarsky 1984). Los insectos acuáticos, tanto en sus etapas inmadura como adulta, constituyen un componente fundamental en la dieta de muchas especies de peces y otros macroinvertebrados acuáticos (Healey 1984).

Desde una perspectiva ambiental, estos organismos sirven como indicadores de calidad del agua, ya que pueden ser susceptibles a elementos o compuestos dañinos que puedan estar afectando los ecosistemas (Montoya-Moreno y Aguirre 2013). Algunos, por ejemplo, contribuyen al ciclaje y reciclaje de nutrientes por medio de las actividades alimenticias, resuspensión de sedimentos o bioturbación, excreción, mineralización y filtración de material suspendido en la columna de agua (partículas de materia orgánica gruesa [PMOG] y partículas de materia orgánica fina [PMOF]) (Merritt *et al.* 1984).

En Colombia, el estado de conocimiento sobre macroinvertebrados, como son los insectos acuáticos, no permite llegar a un refinamiento de la información, como si ocurre en Estados Unidos y Europa donde se dispone de claves hasta el nivel taxonómico de especie (Roldán-Pérez 1999, Pérez-Vera 2011).

En particular, para este conjunto de datos, el orden que mayor número de registros aportó fue el orden Coleoptera debido que estos organismos son reconocidos por su alta diversidad (Joly 2009), que junto con otros miembros de órdenes de insectos acuáticos, forman parte de los denominados macroinvertebrados acuáticos; los cuales han sido implementados en programas de biomonitorio de calidad de aguas, debido a su sensibilidad a los cambios biológicos, hidrológicos, físicos y químicos del medio acuático, ya sean de origen antrópico o natural (Rosenberg y Resh 1993, Roldán-Pérez 2003, Rosenberg *et al.* 2008). Adicionalmente, su alto número de especies y géneros ofrece un amplio espectro de respuestas a nivel de especie o género, su ciclo de vida en los trópicos permite tener varias

generaciones al año permitiendo la detección a largo plazo de las perturbaciones en el ambiente (Rosenberg *et al.* 2008).

Finalmente, en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia están depositados 3209 registros estandarizados de insectos acuático divididos en 11 órdenes, 91 familias y 235 géneros, y aproximadamente 5000 aún están a la espera de ser estructurados e ingresados en la base de datos oficial, es por ello, que aumentar los esfuerzos para estandarizar dicha información es importante para promover el flujo y el acceso a los datos con los cuales investigadores y estudiantes puedan desarrollar estudios de revisión e identificación taxonómica, y posterior publicación de listados, nuevos registros e incluso nuevas especies que ayuden a incrementar el conocimiento de la diversidad de insectos acuáticos del país. Además, por su carácter indicador, estos organismos pueden ayudar a reconstruir historias de cambios estructurales y ecológicos en ecosistemas lóticos perturbados.

### Agradecimientos

Especiales agradecimientos al Grupo de Investigación en Limnología Básica y Experimental y Biología y Taxonomía Marina, al Equipo de Interoperabilidad del SiB-Colombia, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (convenio de cooperación número 13-13-014-290), a la Universidad de Antioquia y a los investigadores Carlos A. Pérez, Dennis Hincapié, Magnolia C. Longo por su ayuda en la confirmación de la información del material colectado e identificado por ellos. Especiales agradecimientos a Carlos E. Ortiz Yusty por su asesoría en la elaboración del mapa y al evaluador anónimo por sus importantes sugerencias y comentarios para mejorar el manuscrito.

### Bibliografía

- Delgado-Rueda, G. 2009. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Buenos Aires, 47 pp.
- Healey, M. 1984. Fish predation on aquatic insects. Pp: 215-219. *En:* Resh, V. H. y D. V. Rosenberg. The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers. New York.



- Jojoa, M., A. Díaz, E. Rudas y D. Escobar. 2014. Descripción y estructura de los parámetros para la georreferenciación de localidades en colecciones biológicas: Un documento de apoyo al taller de Georreferenciación de localidades en colecciones biológicas. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., 20 pp.
- Joly, L. 2009. Diversidad de Coleópteros. Pp:23-45. *En*: Jazzmin, C., H. M. Arrivillaga y B. Herrera. Enfoques y temáticas en entomología. 1era edición. Sociedad Venezolana de Entomología. Caracas.
- Lamberti, G. A. y J. W. Moore. 1984. Aquatic insects as primary consumers. Pp: 164-195. *En*: Resh, V. H. y D. V. Rosenberg (Eds). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, Nueva York.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins y T. M. Burton. 1984. The role of aquatic insects in the processing and cycling of nutrients. Pp: 134-163. *En*: Resh, V. H. y D. V. Rosenberg (Eds). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, Nueva York.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. Fourth edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, 1158 pp.
- McCafferty, W. P. 1998. Aquatic entomology: The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Jones and Bartlett Publishers. Boston, 450 pp.
- Montoya-Moreno, Y. I. y N. Aguirre. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente* 16 (3): 91-117.
- Peckarsky, B. L. 1984. Predator-prey interactions among aquatic insects. Pp: 196-254. *En*: Resh, V. H. y D. V. Rosenberg (Eds). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, Nueva York.
- Pérez-Vera, C. A. 2011. Composición y estructura de la comunidad de Trichoptera (Insecta) en un gradiente altitudinal, en el municipio de Andes (Antioquia), Colombia. Trabajo de Grado. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Biología. Medellín., 76 pp.
- Roldán-Pérez, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis". Bogotá, D.C., 217 pp.
- Roldán-Pérez, G., 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 23 (88): 375-387.
- Roldán-Pérez, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/Col. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, 170 pp.
- Rosenberg, D. M. y V. H. Resh. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall Eds. London, 488 pp.
- Rosenberg, D. M., V. H. Resh y R. S. King. 2008. Use of aquatic insects in biomonitoring. Pp: 123-138. *En*: Merritt, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. An introduction to the aquatic insects of North America. Fourth edition. Kendall/Hunt Publications. Dubuque.
- Wiggins, G. B. 1996. Larvae of the North America caddisfly genera (Trichoptera). Second Edition. Press University of Toronto. Canada, 457 pp.
- Wiggins, G. B. 2004. Caddisflies, the underwater architects. Press University of Toronto. Canadá, 292 pp.
- Wolff, M., U. Matthias y G. Roldán. 1988. Estudio del desarrollo de los insectos acuáticos, su emergencia y ecología en tres ecosistemas diferentes en el departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas* 17 (63): 2-27.

Vanessa Fernández-Rodríguez  
Universidad de Antioquia,  
Grupo de Investigación en Limnología Básica y Experimental,  
y Biología y Taxonomía Marina,  
Medellín, Colombia  
vannebiol@gmail.com

Sandra Pareja-Ortega  
Universidad de Antioquia,  
Grupo de Investigación en Limnología Básica y Experimental,  
y Biología y Taxonomía Marina,  
Medellín, Colombia  
sandrapa19@hotmail.com

Mario H. Londoño-Mesa  
Universidad de Antioquia, Grupo de Investigación en Limnología  
Básica y Experimental,  
y Biología y Taxonomía Marina,  
Medellín, Colombia  
hernan.londono@udea.edu.co

Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035

**Citación del artículo:** Fernández-Rodríguez, V., S. Pareja-Ortega y M. H. Londoño-Mesa. 2016. Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035. *Biota Colombiana* 17 (2): 167-175. DOI: 10.21068/c2016.v17n02a12

Recibido: 18 Octubre 2014  
Aceptado: 03 Octubre 2016

---

# Guía para autores

([humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota](http://humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota))

---

## Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre completo del (los) autor (es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

## Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

## Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.

- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en archivos separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en *cursiva* (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 °C). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg<sup>-1</sup>.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53"N-56°28'53"O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

### Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

### Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

### Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

### ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

### LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

*Libros:* Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

*Tesis:* Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

*Informes técnicos:* Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

*Capítulo en libro o en informe:* Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. En: Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia*. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

*Resumen en congreso, simposio, talleres:* Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. En: Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

### PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

---

## *Guidelines for authors*

([humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota](http://humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota))

---

### *Manuscript preparation*

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet application (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicate s:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

### **Evaluation**

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

### **Text**

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e. sensu, *et al.*). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 °C). For relative measures such as m/sec, use m.sec<sup>-1</sup>.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to separate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53" N-56°28'53" O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

### **Pictures, Figures, Tables and Annex**

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

### **Bibliography**

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periods, capital letters, etc.

#### **JOURNAL ARTICLE**

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

#### **BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS**

*Book:* Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 118 pp.

*Thesis:* Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C. 160 pp.

*Technical reviews:* Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

*Book chapter or in review:* Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

*Symposium abstract:* Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

#### WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

---

## Guía para autores - Artículos de Datos

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co)  
[www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net) - [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

---

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

### ¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile (GMP)*<sup>1</sup>. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)* y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)<sup>2</sup>.

### ¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*<sup>3</sup> (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

### Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co).

<sup>1</sup> Wiczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. *En:* Wiczorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>.

<sup>2</sup> Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12 (Suppl 15): S2.

<sup>3</sup> TDWG. 2011. *Darwin Core*: una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en <http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos>

### Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1. Solicite al correo [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co) el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.
2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato “AcrónimoDeLaInstitución\_año\_tipoDeConjuntoDeDatos”, p.e. ABC\_2010\_aves. Ingrese y dar clic en el botón crear.
3. En la vista general del editor seleccione “editar” en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYÚSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.
  - En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
  - Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
  - De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
  - Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar

la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.

- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia**, este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
  - Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.
4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.
  5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co), indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

### Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SiB, envíe una carta al correo electrónico [biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co) para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

**Anexo 1.** Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
TÍTULO	Derivado del elemento <b>título</b> .
AUTORES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos <b>creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas</b> . De estos elementos, la combinación de <b>organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico</b> , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos <b>creador del recurso</b> y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DE RECURSO	Derivada del elemento <b>referencia del recurso</b> .
RESUMEN	Derivado del elemento <b>resumen</b> . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento <b>palabras clave</b> . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento <b>abstract</b> . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento <b>key words</b> . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento <b>propósito</b> (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: <b>título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto</b> .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: <b>descripción, nombre científico, nombre común y categoría</b> .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: <b>descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima</b> .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: <b>tipo de cobertura temporal</b> .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: <b>nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales</b> .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: <b>área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso</b> .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: <b>nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual</b> .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento <b>discusión</b> . Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
AGRADECIMIENTOS	Se deriva del elemento <b>agradecimientos</b> .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento <b>bibliografía</b> .

**Anexo 2.** Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF<sup>4</sup>.

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (...)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (...)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> . Publicado el 01/09/2001.

## *Guidelines for authors - Data Papers*

[www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co) | [www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

### What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data)

known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)<sup>5</sup>. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

<sup>5</sup> GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 19 pp. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_metadata\\_profile\\_how-to\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1).

<sup>6</sup> Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.



### Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin Core Darwin Core*<sup>7</sup> (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

### Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co)

### Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (<http://ipt.sibcolombia.net/biota>) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

- 1 Request access to the electronic writing tool at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co). The EC-SiB will assign a username and password.
2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym\_Year\_DatasetFeature", e.g. NMNH\_2010\_rainforestbirds.
3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
  - PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
  - Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
  - It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
  - To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier**, this will be provided later by the EC-SiB.
  - To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.
4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.
  5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at [sib+iac@humboldt.org.co](mailto:sib+iac@humboldt.org.co), indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

### Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SiB, send a letter submitting your article to email [biotacol@humboldt.org.co](mailto:biotacol@humboldt.org.co), following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

<sup>7</sup> Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

**Annex 1.** Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the <b>title</b> element.
AUTHORS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> , and <b>associated parties</b> elements.
AFFILIATIONS	Derived from the <b>resource creator</b> , <b>metadata provider</b> and <b>associated parties</b> elements. From these elements combinations of <b>organization</b> , <b>address</b> , <b>postal code</b> , <b>city</b> , <b>country</b> and <b>email</b> constitute the affiliation.
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the <b>resource contact</b> , <b>metadata provider</b> elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the <b>resource citation</b> element.
RESUMEN	Derived from the <b>resumen</b> element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the <b>palabras clave</b> element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the <b>abstract</b> element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the <b>key words</b> element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the <b>purpose</b> (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements <b>title</b> , <b>personnel first name</b> , <b>personnel last name</b> , <b>role</b> , <b>funding</b> , <b>study area description</b> , and <b>design description</b> .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: <b>description</b> , <b>scientific name</b> , <b>common name</b> and <b>rank</b> .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: <b>description</b> , <b>west</b> , <b>east</b> , <b>south</b> , <b>north</b> .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: <b>temporal coverage type</b> .
Collection data	Derived from the collection data elements: <b>collection name</b> , <b>collection identifier</b> , <b>parent collection identifier</b> , <b>specimen preservation method</b> and <b>curatorial units</b> .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: <b>study extent</b> , <b>sampling description</b> , <b>quality control</b> and <b>step description</b> .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: <b>hierarchy level</b> , <b>date published</b> and <b>ip rights</b> .
DISCUSSION	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
ACKNOWLEDGMENTS	Derived from the <b>acknowledgments</b> element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the <b>citations</b> element.

**Annex 2.** Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB. Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF<sup>8</sup>.

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (...)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (...)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, <a href="http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin">http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin</a> , published on 01/09/2001

<sup>8</sup> GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at [http://links.gbif.org/gbif\\_best\\_practice\\_data\\_citation\\_en\\_v1](http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1)

Una publicación del /A publication of: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

En asocio con /In collaboration with:

Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar

Missouri Botanical Garden

## TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Hifomicetos ingoldianos del río Frío (Floridablanca), Santander, Colombia. Ingoldian hyphomycetes of the Frío River (Floridablanca), Santander, Colombia. <i>Eliana X. Narváez-Parra, Javier H. Jerez-Jaimes y Carlos J. Santos-Flores</i> .....	1
<i>Miconia curvitheca</i> (Melastomataceae), una nueva especie nativa de los bosques altoandinos y subpáramos de los Andes centrales, Colombia. <i>Miconia curvitheca</i> (Melastomataceae), a new native species from the high Andean forests and subparamos of the central Andes, Colombia. <i>Juan M. Posada-Herrera y Humberto Mendoza-Cifuentes</i> .....	12
Estudios morfológicos y taxonómicos en <i>Digitaria</i> Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): inventario y primer registro de <i>Digitaria velutina</i> (Forssk.) P. Beauv. para Sudamérica. Morphological and taxonomic studies in <i>Digitaria</i> Haller (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): checklist and first report of <i>Digitaria velutina</i> (Forssk.) P. Beauv. for South America. <i>Diego Giraldo-Cañas</i> .....	19
Nuevos registros de Heteroptera (Hemiptera) acuáticos y semiacuáticos de Colombia. New records of aquatic and semi-aquatic Heteroptera (Hemiptera) from Colombia. <i>Dora N. Padilla-Gil</i> .....	39
Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Aquatic insect communities of the three slopes of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. <i>María F. Barragán, Cesar E. Tamaris-Turizo y Gustavo A. Rúa-García</i> .....	47
Ecorregiones dulceacuícolas de Colombia: una propuesta para la planificación territorial de la región trasandina y parte de las cuencas del Orinoco y Amazonas. Freshwater ecoregions from Colombia: a proposal for territorial planning of the Trasandean region and part of the Orinoco and Amazon basins. <i>Lina M. Mesa, Germán Corzo, Olga L. Hernández-Manrique, Carlos A. Lasso y Germán Galvis</i> .....	62
Análisis de producción gonadal del pez <i>Grundulus quitoensis</i> Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) en la laguna altoandina “El Voladero”, provincia El Carchi, Ecuador. Analysis of gonad production of <i>Grundulus quitoensis</i> Román-Valencia, Ruiz-C. y Barriga, 2005 (Characiformes: Characidae) in the “El Voladero” high Andean lake, Carchi province, Ecuador. <i>Jonathan Valdiviezo-Rivera, Esteban Terneus, Dany Vera y Andrea Urbina</i> .....	89
Presencia del pez basa, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), en la cuenca del río Magdalena, Colombia. Presence of striped catfish, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), in the Magdalena River Basin, Colombia. <i>Mauricio Valderrama, José Iván Mojica, Andrea Villalba y Fabel Ávila</i> .....	98
Ranas del género <i>Pipa</i> (Anura: Pipidae) de la Orinoquia colombiana: nuevos registros y comentarios sobre su taxonomía, distribución e historia natural. Frogs of the genus <i>Pipa</i> (Anura: Pipidae) of the Colombian Orinoco River Basin: new records and comments on their taxonomy, distribution and natural history. <i>Andrés R. Acosta-Galvis, Carlos A. Lasso y Mónica A. Morales-Betancourt</i> .....	105
Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. Diversity and turnover of amphibian and reptile species in different plant cover at a locality in the middle Magdalena River valley, department of Antioquia, Colombia. <i>Fernando Vargas-Salinas y Andrés Aponte-Gutiérrez</i> .....	117
La avifauna actual del lago de Tota, Boyacá, Colombia: área importante para la conservación de las aves. The current avifauna of Lake Tota, Boyacá, Colombia: an important area for bird conservation. <i>Johana E. Zuluaga-Bonilla y Diana C. Macana-García</i> .....	138
<b>Nota</b>	
Registro de la tortuga caná ( <i>Dermochelys coriacea</i> ) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. A record of the Leatherback Turtle ( <i>Dermochelys coriacea</i> ) from the Gorgona Natural National Park, Colombian Pacific. <i>Marisol Rivera-Gómez, Isabel Cristina Calle-Bonilla, Andrés Cuéllar-Chacón, Filiberto Paredes-Mina y Alan Giraldo-López</i> .....	163
<b>Artículo de datos</b>	
Insectos dulceacuícolas depositados en la Colección Limnológica de la Universidad de Antioquia, CLUA-035. Freshwater insects deposited in the Limnology Collection of the University of Antioquia, CLUA-035. <i>Vanessa Fernández-Rodríguez, Sandra Pareja-Ortega y Mario H. Londoño-Mesa</i> .....	167
<b>Guía para autores</b> .....	176