

BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Volumen 16 • Número 1 • Enero - junio de 2015

Bacterioplancton de tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia



de Los Nevados, Colombia - Plantas acuáticas de las planicies inundables de



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, 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/biota
biotacol@humboldt.org.co
www.sibcolombia.net

Comité Directivo / Steering Committee

Brigitte L. G. Baptiste	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Germán D. Amat García	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
---------------	--

Coordinación y asistencia editorial / Coordination and Editorial assistance

Susana Rudas Ll.	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
------------------	--

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
Donlad 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 Neiff	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	Museo Nacional de Historia Natural, Francia
Paulina Muñoz	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
Rafael Lemaitre	NMNH - Smithsonian Institution, USA
Reinhard Schnetter	Universidad Justus Liebig, Alemania
Ricardo Callejas	Universidad de Antioquia, Colombia
Steve Churchill	Missouri Botanical Garden, USA
Sven Zea	Universidad Nacional de Colombia - Invemar

Impreso por 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

Bacterioplancton de tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia

Bacterial plankton from three high Andean wetlands in Eastern Colombia

Luz A. Meneses-Ortegón y Yimy Herrera-Martínez

Resumen

Las bacterias planctónicas son organismos encargados del reciclaje de la energía ya que participan en los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno y fósforo a través de los procesos de mineralización y transformación química de compuestos inorgánicos a orgánicos, dejándolos disponibles para ser utilizados por los niveles tróficos superiores. A pesar de su importancia es poco lo que se conoce de su estructuración en los ecosistemas tropicales altoandinos. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la biomasa, abundancia y morfología bacterioplanctónica en humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia, para lo cual se tomaron muestras triplicadas en tres zonas, superficie, fondo y litoral, en las lagunas Cristalina, Negra y Verde del departamento Boyacá. Se encontró que la abundancia y biomasa bacteriana son relativamente bajas y se encuentran dentro del intervalo para lagos oligotróficos y las formas bacilares son las más comunes en estos ecosistemas. Se encontraron variaciones en la abundancia en relación con la época del año, siendo más alta en época seca.

Palabras clave. Andes. Lagunas. Formas bacilares. Niveles tróficos.

Abstract

Planktonic bacteria are involved in the process of recycling energy and take part in the bio-geochemical cycles of carbon, nitrogen and phosphorus by the processes of mineralization and transformation from inorganic compounds to organic matter. Thus these compounds are available in higher trophic levels. Although we know the importance of these bacteria, the knowledge is still low about the processes particularly how are organized in the Andes tropical ecosystems. The aim of this study was to carry out the characterization of planktonic bacteria: biomass, abundance and morphology in the Andean wetlands of the Eastern Cordillera. Triplicate samples were taken from surface, deep and littoral water from three lakes (La Cristalina, Laguna Negra, and Laguna Verde) in Boyacá. We found low abundance and biomass but these are within the range for oligotrophic lakes. The bacillary forms were most common in these ecosystems. Variations in abundance were found in relation to the season, being higher during the dry season.

Key words. Andes. Lakes. Bacillary forms. Trophic levels.

Introducción

La cadena trófica tradicional es una interacción directa entre depredadores y presas, donde un depredador tope puede afectar positivamente a las especies basales ya que controla los depredadores de estas (Carpenter *et al.* 1985). En las cadenas tróficas se presenta flujo de energía a través de los organismos, y cada eslabón se denomina nivel trófico, refiriéndose al tipo de alimento que consumen los organismos (Wetzel 1983). Una parte de la energía se creía perdida de un nivel trófico a otro, y, debido a los conceptos de cadena trófica detritívora y “bucle microbiano”, se descubrió que es reciclada y reincorporada al ciclo de materia y energía (Azam *et al.* 1983, Brönmark y Hansson 2005, Pomeroy y Darwin 2007).

Las bacterias plantónicas juegan un papel importante en la red alimenticia ya que cumplen tres funciones: procesamiento y descomposición de la materia orgánica proveniente del fitoplancton, zooplancton y las excretas de peces en forma de carbono orgánico disuelto (COD); remineralización de nutrientes y, en tercer lugar, como alimento para niveles tróficos superiores como protozoos y microzooplancton (ciliados y flagelados) (Pomeroy 1974, Azam *et al.* 1983, Cole 1999, Muylaert *et al.* 2002, Fenchel 2008). Esto hace que sean las responsables del control y equilibrio de los ecosistemas, ya que permiten que la energía se reincorpore a la cadena trófica tradicional (Azam *et al.* 1983, Brönmark y Hansson 2005).

El crecimiento y desarrollo de los microorganismos en los sistemas acuáticos depende de procesos bióticos, condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes. Estas variaciones son evidentes a escalas temporales (estacionales, interanuales) y espaciales (dentro y entre lagos) (Currie 1990, Callieri y Bertoni 1999), por lo tanto, la caracterización de las bacterias en los humedales dependerá de los periodos de lluvia y sequía que determinan las condiciones físico-químicas de los ambientes de los que dependen los factores bióticos de los sistemas tanto terrestres como acuáticos.

A pesar de la importancia que cumple el bacterioplancton en ecosistemas acuáticos, son pocos los estudios que se han realizado en la zona tropical de alta montaña del Neotrópico. La mayoría de ellos se han llevado a cabo en el mar, mientras que en América del Sur solo se conocen los de Castillo

(2000) en Venezuela, Rejas *et al.* (2002) en Bolivia y Carballo-Gracia (2010) en Brasil, estos, realizados en lagos con pulso de inundación. En Colombia solo se registra el trabajo de Canosa y Pinilla (2007) en lagos de meso a eutróficos. El bacterioplancton de los humedales altoandinos, catalogados en su mayoría como oligotróficos, es prácticamente desconocido.

El departamento de Boyacá-Colombia presenta el mayor número de páramos a nivel mundial (Morales *et al.* 2007). En estos ecosistemas se ubica un porcentaje significativo de lagos oligotróficos de alta montaña tropical, en tres de los cuales se realizó el presente trabajo. Este estudio permitió aportar al conocimiento de la dinámica bacterioplanctónica en lagunas de humedal de alta montaña tropical de Suramérica, lo que abre una ventana al conocimiento científico ya que la mayor cantidad de información generada en este tema proviene de estudios en el mar y en lagos eutrofizados. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización morfológica y de abundancia y biomasa bacterioplanctónica en tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en las lagunas Cristalina, Mongua y Verde del departamento de Boyacá, Colombia (Figura 1). La laguna Verde se ubica geográficamente a los 05°24'42,28"N y 73°32'41,87"O a una altura de 3325 m s.n.m en el páramo de Rabanal (Ventaquemada, Boyacá); tiene una extensión de 3,3 ha y una profundidad máxima de 1,2 m, lo que permite la presencia de macrófitas, helechos y musgos en toda su extensión. A su alrededor hay cultivos de papa, sin embargo el impacto es mínimo ya que los procesos de escorrentía no drenan el agua hacia la laguna (Figura 2a).

La laguna Negra se ubica en el páramo de Mongua (Mongua, Boyacá) a los 05°42'40,95"N y 72°17'22,70"O, a una altura de 3530 m s.n.m; tiene una profundidad máxima de 4,2 m y un área de 5,2 ha. Presenta macrófitas solamente en la zona litoral. En cuanto a impactos, está el ganado vacuno, escasos habitantes y la pesca, por la presencia de trucha (Figura 2b).

La laguna Cristalina se encuentra a los $05^{\circ}57'34,21''N$ y $73^{\circ}05'06,07''O$ en el páramo de la Rusia (Duitama, Boyacá) en el sector de Peña Negra (sector bien conservado), a una altura de 3772 m s.n.m. Presenta macrófitas en la zona litoral, tiene una profundidad máxima de 9 m y un área de 1,3 ha (Figura 2c).

Para la toma de datos se realizaron tres muestreos. El muestreo 1 fue en el mes de agosto de 2012, considerada época intermedia entre lluvias y sequía. El muestreo 2 en noviembre de 2012, época de lluvia, y

el muestreo 3 durante marzo de 2013, época de sequía. En cada laguna se tomaron tres muestras por punto, en tres puntos diferentes: de forma directa en la zona litoral y limnética superficial, y utilizando una botella tipo Van Dorn en la zona limnética profunda (en laguna Verde no se tomó muestra en la zona limnética profunda, ya que la profundidad de la laguna no lo permitía). Las muestras para estimación de biomasa y abundancia bacteriana se fijaron con formol al 4 %, se refrigeraron a 4 °C y fueron puestas en oscuridad para su posterior análisis.



Figura 1. Ubicación de las lagunas.



Figura 2. a) Laguna Verde, b) Laguna Negra, c) Laguna Cristalina.

La biomasa y abundancia bacteriana se estimaron por la técnica de epifluorescencia (Kepner Jr y Pratt 1994), utilizando filtro de policarbonato negro de 0,2 μm de diámetro de poro (Millipore) y se coloreó con naranja de acridina a una concentración final de 0,01% (Figura 3). Los conteos se realizaron en un microscopio de epifluorescencia Olympus BX51, en donde se contaron 20 campos y se midieron 200 bacterias por filtro (Hobbie *et al.* 1977). Para la caracterización morfológica, se realizaron siembras sin dilución en agar Plate Count y se incubaron durante 48 horas. Se hizo una descripción macroscópica de las colonias (color, textura, forma y borde) y se repicaron en agar nutritivo para su posterior caracterización mediante la coloración de Gram.

Los datos de abundancia y biomasa bacteriana se obtuvieron utilizando las siguientes ecuaciones.

- Abundancia = $3,94 \times 10^4$ n/d (APHA *et al.* 1999), donde:

abundancia celular (células/ml)

$3,94 \times 10^4$: área húmeda de la membrana de 25 mm/área del micrométrico = $201,06 \text{ mm}^2 / 0,0051 \text{ mm}^2 = 3,94 \times 10^4$

Nota: el área húmeda se determina midiendo el diámetro interno del embudo de filtración.

n: promedio de bacterias por campo micrométrico. Se divide el número total de bacterias entre el número total de campos contados.

d: factor de dilución.

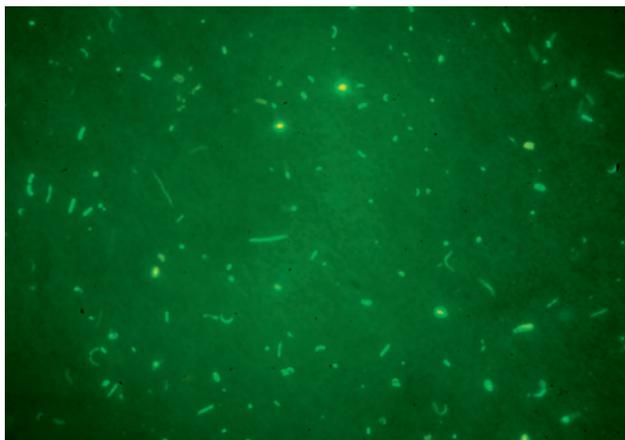


Figura 3. Microfotografía del montaje en epifluorescencia de laguna Cristalina.

- Biovolumen bacteriano = abundancia (células/ml) * V (μm^3) (Posch *et al.* 2001), donde:

V (μm^3): promedio de volumen celular bacteriano.

Contenido de carbono (CC) = $23 \times V^{0,72}$ (Norland 1993), donde

CC: (biomasa celular = fg C célula⁻¹)

V: volumen celular (μm^3)

- Biomasa bacteriana ($\mu\text{g C L}^{-1}$) = abundancia de células (células ml^{-1}) * biomasa celular (fg C célula⁻¹) (Posch *et al.* 2001).

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva; se determinó promedio, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos y análisis de varianza de uno y dos factores para determinar diferencias entre lagunas, profundidades y muestreos, utilizando el programa Microsoft Excel 2010.

Resultados

Caracterización bacteriana

Se aislaron 130 colonias, de las cuales los bacilos Gram negativos fueron dominantes en un 74 %, seguidos de los bacilos Gram positivos con un 17 %. El porcentaje restante (9 %) estuvo integrado por cocos y cocobacilos Gram positivos. En las tres lagunas se presentaron porcentajes similares en la composición bacteriana (Figura 4).

La abundancia promedio total del bacterioplancton fue de $1,88 \times 10^6$ cél. ml^{-1} y la biomasa promedio total fue de $18,65 \mu\text{g C.l}^{-1}$. Laguna Negra presentó la mayor abundancia con un promedio de $2,58 \times 10^6$ cél. ml^{-1} , seguida de Cristalina y Verde, respectivamente (Tabla 1, Figura 5). En cuanto a muestreo, el muestreo 3 presentó el mayor promedio de abundancia ($3,18 \times 10^6$ cél. ml^{-1}) que se refleja en las tres lagunas (Figura 6). Sin embargo, el mayor promedio de biomasa bacterioplanctónica ocurrió en Laguna Cristalina, seguido de Negra y Verde (Tabla 1, Figura 5). El muestreo 3 presentó la mayor biomasa bacteriana con un promedio de $31,21 \mu\text{g C.l}^{-1}$, que al igual que la abundancia, fue equivalente en las tres lagunas (Figura 7).

Los análisis de varianza para abundancia ($F_{Cristalina} = 0,66 P = 0,72$; $F_{Negra} = 1,09 P = 0,42$; $F_{Verde} = 0,86 P = 0,54$) y biomasa bacteriana ($F_{Cristalina} = 1,38 P = 0,28$; $F_{Negra} = 1,09 P = 0,42$; $F_{Verde} = 0,86 P = 0,54$), muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las profundidades, sin embargo si hay diferencias entre lagunas ($F_{Abundancia} = 6,25 P < 0,01$; $F_{Biomasa} = 4,69 P < 0,01$) y entre muestreos en todas las lagunas ($F_{Cri-Abun} = 14,98 P < 0,01$; $F_{Neg-Abun} = 139,58 P < 0,01$; $F_{Ver-Abun} = 8,03 P < 0,01$; $F_{Cri-Biom} = 21,64 P < 0,01$; $F_{Neg-Biom} = 139,63 P < 0,01$; $F_{Ver-Biom} = 8,03 P < 0,01$) (Tablas 2, 3 y 4).

Discusión

La caracterización bacteriana de los lagos oligotróficos se ha documentado en varios trabajos previos, en donde los bacilos son dominantes en este tipo de ecosistemas, seguidos de las formas cocoidales (Billen *et al.* 1990, Burns Y Schallenberg 1996, Felip *et al.* 1999, Wille *et al.* 1999, Araújo y Godinho 2008). Similar a lo encontrado en los trabajos mencionados, en la presente investigación se encontraron formas bacilares Gram negativas en más del 70% de las colonias aisladas, posiblemente porque tienen menos posibilidades de ser depredadas, ya que según González *et al.* (1990) y Verde (1996), en lagunas oligotróficas la presencia de ciliados bacterívoros puede disminuir la abundancia de bacterias Gram positivas, ya que estas son preferidas para su alimentación por la estructura de la pared celular. Adicionalmente, los bacilos, por su forma alargada presentan mayor área para la absorción de nutrientes, mayores adaptaciones al medio y además tienen una participación importante sobre los ciclo biogeoquímicos ya que algunos géneros como *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Klebsiella* son acumuladores de fósforo en forma de PO_4 , que es asimilado como fuente de energía para la síntesis celular. Por su parte, las bacterias de los géneros *Nitrosomonas* y *Nitrobacter* son las encargadas de la nitrificación, lo que permite dejar disponible el nitrógeno para ser consumido por las algas en el ciclo del nitrógeno (Rheinheimer 1978), lo que los hace un componente ecológico importante en el reciclaje de la materia, nutrientes y energía en la red trófica acuática (Frioni 1999).

La abundancia bacteriana promedio en este estudio fue $1877032 \text{ cel.ml}^{-1}$ ($1,88 \times 10^6 \text{ cel.ml}^{-1}$) y la biomasa

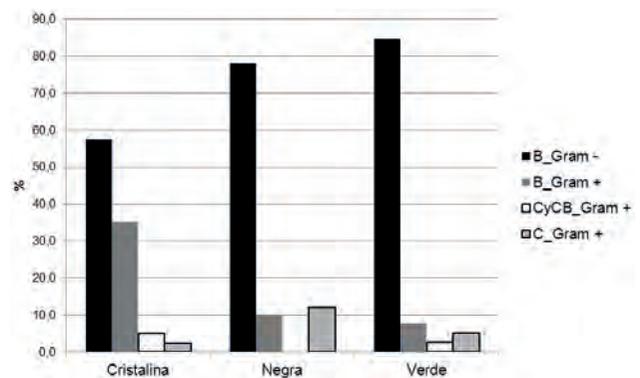


Figura 4. Caracterización bacteriana con coloración Gram. **B:** bacilos. **C:** bocos. **CB:** bocobacilos.

Tabla 1. Promedios de abundancia y biomasa bacterianas en las lagunas.

Laguna		Abundancia Células.ml-1	Biomasa μg C.l-1
Cristalina	Promedio	$1,54 \times 10^6$	21,9
	Coefficiente de variación	0,5	0,51
Negra	Promedio	$2,58 \times 10^6$	20,3
	Coefficiente de variación	0,75	0,75
Verde	Promedio	$1,33 \times 10^6$	11,3
	Coefficiente de variación	0,37	0,37

$18,65 \mu\text{gC.l}^{-1}$. En lagos oligotróficos de España, Nueva Zelanda y Canadá estos valores se encuentran en un promedio de $1,5 \times 10^6 \text{ cel.ml}^{-1}$ y $30 \mu\text{gC.l}^{-1}$ (Felip *et al.* 1999, Wille *et al.* 1999, Burns y Galbraith 2007, Araújo y Godinho 2008). Los valores se encuentran dentro del rango registrado para lagos oligotróficos, los cuales presentan características extremas de temperatura, pH y concentración de nutrientes, lo que provoca bajos valores de abundancia y biomasa bacteriana (Ćirić *et al.* 2012).

Las lagunas no presentaron proporcionalidad entre abundancia y biomasa, ya que laguna Negra presentó mayor abundancia y Cristalina mayor biomasa. Esto se debe a que los tamaños bacterianos en Cristalina (biovolumen de $0,55 \mu\text{m}^3$) fueron mucho mayores que los encontrados en Negra (biovolumen de $0,22 \mu\text{m}^3$).

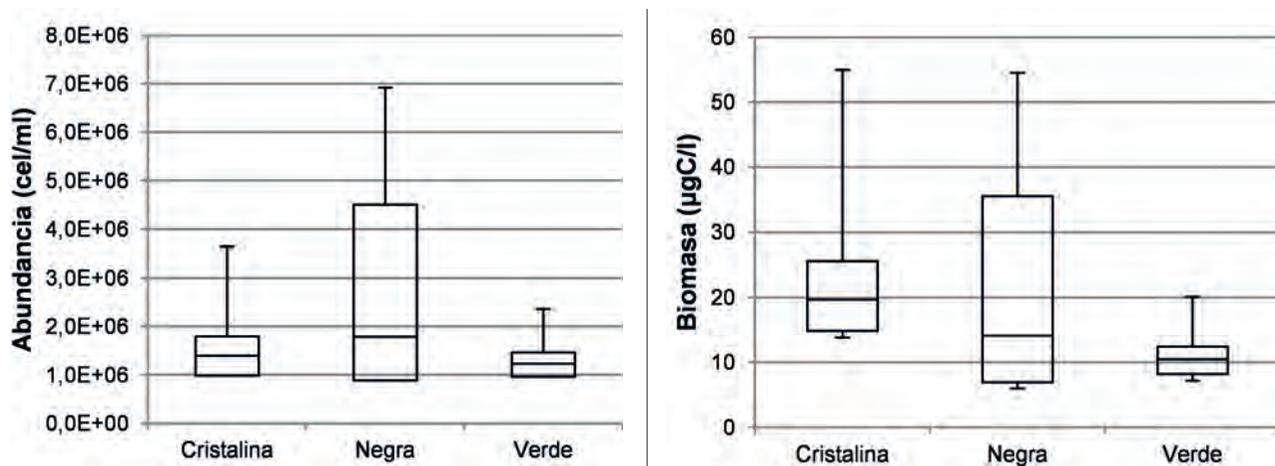


Figura 5. Abundancia y biomasa bacterioplanctónica promedio. Las cajas indican la dispersión de los datos, las barras horizontales son los valores máximos hacia arriba y mínimos hacia abajo sobre el eje Y, la línea horizontal dentro de la caja indica el valor promedio. Izquierda abundancia (cel.ml⁻¹) bacteriana promedio y derecha biomasa (µgC.l⁻¹) bacteriana promedio.

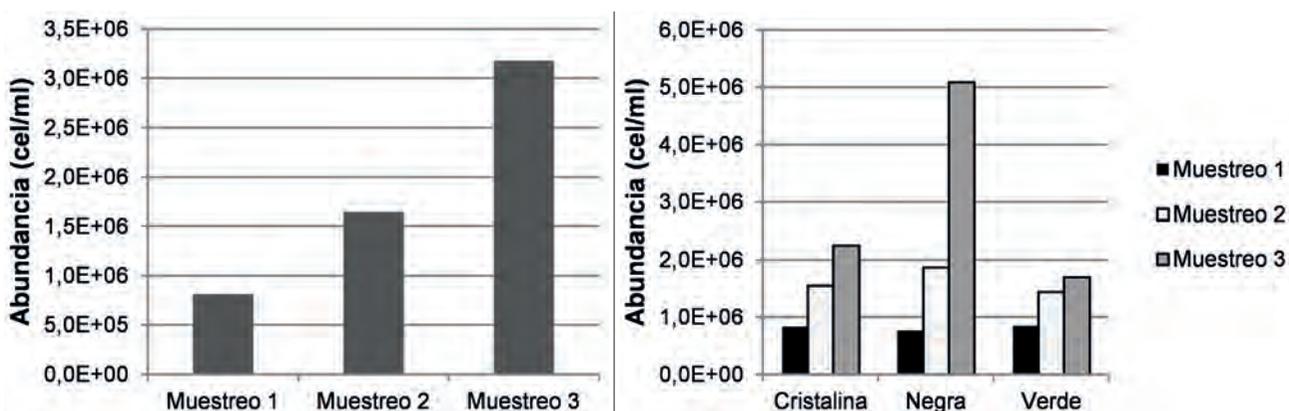


Figura 6. Promedio de la abundancia bacteriana (cel.ml⁻¹) por época climática. Izquierda (promedio total) y derecha (promedios por laguna).

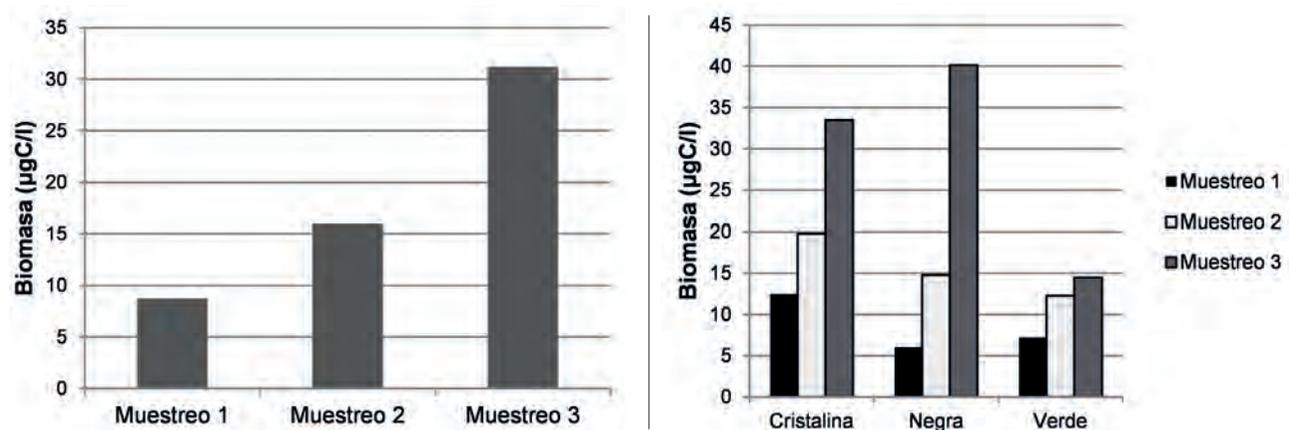


Figura 7. Promedio de la biomasa bacteriana (µgC/l) por época climática. Izquierda (promedio total) y derecha (promedios por laguna).

Tabla 2. Resultados de los análisis de varianza (Anova) para las abundancias bacterianas por profundidad y muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANZA			CRISTALINA			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	1,60E+12	8	2,00E+11	0,66	0,72	2,59
Muestreo	9,09E+12	2	4,55E+12	14,98	0	3,63
Error	4,85E+12	16	3,03E+11			
Total	1,55E+13					

ANÁLISIS DE VARIANZA			NEGRA			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	2,84E+12	8	3,55E+11	1,09	0,42	2,59
Muestreo	9,10E+13	2	4,55E+13	139,58	0	3,63
Error	5,22E+12	16	3,26E+11			
Total	9,91E+13					

ANÁLISIS DE VARIANZA			VERDE			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	6,13E+11	5	1,23E+11	0,86	0,54	3,33
Muestreo	2,30E+12	2	1,15E+12	8,03	0,01	4,1
Error	1,43E+12	10	1,43E+11			
Total	4,34E+12					

Tabla 3. Resultados de los análisis de varianza (Anova) para las biomásas bacterianas por profundidad y muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANZA			CRISTALINA			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	522,32	8	65,29	1,38	0,72	2,59
Muestreo	2044,4	2	1.022,2	21,64	0	3,63
Error	755,81	16	47,24			
Total	3.322,53	26				

ANÁLISIS DE VARIANZA			NEGRA			
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	2,84E+12	8	3,55E+11	1,09	0,28	2,59
Muestreo	9,10E+13	2	4,55E+13	139,58	0	3,63
Error	5,22E+12	16	3,26E+11			
Total	6153,35	26				

Cont. **Tabla 3.** Resultados de los análisis de varianza (Anova) para las biomásas bacterianas por profundidad y muestreo.

ANÁLISIS DE VARIANZA		VERDE				
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Profundidad	44,28	5	8,86	0,86	0.54	3,33
Muestreo	166,09	2	83,05	8,03	0,01	4,1
Error	103,44	10	10,34			
Total	313,81	17				

Tabla 4. Resultados de los análisis de varianza (Anova) para abundancia y biomásas bacterianas entre lagunas.

ANÁLISIS DE VARIANZA		ABUNDANCIA				
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre lagunas	2,16E+13	2	1,08E+13	6,25	0	3,13
Dentro de los grupos	755,81	16	47,24			
Total	1,41E+14	71				

ANÁLISIS DE VARIANZA		BIOMASA				
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre lagunas	1.331,5	2	665,75	4,69	0,01	3,13
Dentro de los grupos	9.789,68	69	141,88			
Total	11.121.18	71				

Esta diferencia podría presentarse ya que laguna Cristalina presentó los valores más bajos de pH y según Rheinheimer (1978) a pH ácido, las bacterias presentan alteraciones morfológicas como el aumento de tamaño y abultamientos en las formas bacilares, lo que podría aumentar el biovolumen en esta laguna, sin embargo, el aumento en su tamaño podría ser una estrategia para asimilar los nutrientes en ecosistemas con baja disponibilidad. Adicionalmente, laguna Negra podría presentar reproducción permanente bacteriana, debido a que presenta mejores condiciones para las bacterias (concentración de nutrientes, pH, temperatura) que facilitarían su crecimiento, lo que determinaría un mayor número de bacterias con tamaños promedio más bajos (Billen *et al.* 1990). Sin embargo, un factor que no se tuvo en cuenta en este estudio, y que podría ser de gran impacto es la depredación, ya que los flagelados bacterívoros prefieren comer células de

mayor tamaño, lo que disminuiría su número (Fenchel 1982, Gonzalez *et al.* 1990).

Las variables ambientales determinan las comunidades bacterianas, por ejemplo la época climática afecta el nivel del agua que, a su vez, ejerce una fuerte influencia sobre la dinámica bacterioplanctónica (Anesio *et al.* 1997, Llames *et al.* 2013). De acuerdo con esto, el muestreo 3, realizado en época seca, presentó mayor abundancia y biomasa bacteriana; esto se debe a que en época de lluvia hay un efecto de dilución de los nutrientes, debido a que las lagunas presentan pequeños tamaños y tienen altas tasas de renovación provocada por el ingreso de agua baja en nutrientes. Esto hace que se disminuya la disponibilidad para ser asimilados y haya menos bacterias disponibles para que realicen la remineralización (Anesio *et al.* 1997). En contraste, en época seca la tasa de retención de agua es más alta y los nutrientes se concentran, lo que permite un desarrollo

más estable de las comunidades planctónicas. Por ende, hay un aumento en la abundancia y biomasa bacteriana, especialmente en laguna Negra.

Paganin *et al.* (2012) y Felip *et al.* (1999) en sus estudios, encontraron que la riqueza, la abundancia y la biomasa bacterioplanctónica, permanecen constantes a lo largo de la columna de agua, lo cual puede indicar que se encuentran en estado estacionario de crecimiento. Concordante con esto, las muestras tomadas a diferentes profundidades no presentaron diferencias estadísticamente significativas, esto muestra que son lagunas muy homogéneas en su estructura.

Conclusión

Los humedales altoandinos de la cordillera Oriental colombiana del departamento de Boyacá, están dominados por bacilos Gram negativos y presentan biomasa y abundancias bacterioplanctónicas bajas, que corresponden a lo observado en lagos oligotróficos en donde por las condiciones de baja disponibilidad de nutrientes, baja temperatura y pH ácido, limitan su desarrollo.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto “Impacto de la introducción de una especie exótica, la trucha, sobre humedales de alta montaña del Complejo Oriental de la Región Natural Andina” desarrollado por el Grupo de Investigación Manejo Integrado de Ecosistemas y Biodiversidad (XIUÂ), de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Fue financiado por la Empresa Colombiana de Petróleos -ECOPETROL y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), a través de la Dirección de Investigaciones (DIN), Convenio DHS5211416.

Bibliografía

APHA (American Public Health Association). 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater. E.W. Rice (Editor), R.B. Baird (Editor), A.D. Eaton, & 1 more. Clesceri, L. S., A. E. Greenberg y A. D. Eaton (Eds.). Washington, D. C. 1220 pp.

Anesio, A. M., P. C. Abreu y F. de Assis Esteves. 1997. Influence of the hydrological cycle on the

bacterioplankton of an impacted clear water Amazonian lake. *Microbial Ecology* 34: 66-73.

Araújo, M. F. y M. J. L. Godinho. 2008. Seasonal and spatial distribution of bacterioplankton in a fluvial-lagunar system of a tropical region: density, biomass, cellular volume and morphologic variation. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51: 203-212.

Azam, F., T. Fenchel, J. G. Field, J. S. Gray, L. A. Meyer-Reil y F. Thingstad. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series* 10: 257-263.

Billen, G., P. Servais, y S. Becquevort. 1990. Dynamics of bacterioplankton in oligotrophic and eutrophic aquatic environments: bottom-up or top-down control? *Hydrobiologia* 207: 37-42.

Brönmark, C. y L. A. Hansson. 2005. The biology of lakes and ponds. Oxford University Press Inc. Edition. New York. 300 pp.

Burns, C. W. y L. M. Galbraith. 2007. Relating planktonic microbial food web structure in lentic freshwater ecosystems to water quality and land use. *Journal of Plankton Research* 29: 127-139.

Burns, C. W. y M. Schallenberg. 1996. Relative impacts of copepods, cladocerans and nutrients on the microbial food web of a mesotrophic lake. *Journal of Plankton Research* 18: 683-714.

Callieri, C. y R. Bertoni. 1999. Organic carbon and microbial food web assemblages in an oligotrophic alpine lake. *Journal of Limnology* 58: 136-143.

Canosa, A. y G. Pinilla. 2007. Relaciones entre las abundancias del bacterioplancton y del fitoplancton en tres ecosistemas lénticos de los Andes Colombianos. *Revista de Biología Tropical* 55: 135-146.

Caraballo-Gracia, P. R. 2010. O papel da alça microbiana na dinâmica trófica de um lago de várzea na Amazônia central. Tese Programa de pós-graduação em Ecologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - Amazonas. 232 pp.

Carpenter, S. R., J. F. Kitchell, y J. R. Hodgson. 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity. *Bioscience* 35: 634-639.

Castillo, M. M. 2000. Influence of hydrological seasonality on bacterioplankton in two neotropical floodplain lakes. *Hydrobiologia* 437: 57-69.

Ćirić, S., B. Milošević, Z. Spasić, J. Knežević, y S. Anđelković. 2012. Seasonal and vertical distributions of bacterioplankton in Lake Čelije, Serbia. University of Priština, Republic of Macedonia. 10 pp.

Cole, J. J. 1999. Aquatic microbiology for ecosystem scientists: new and recycled paradigms in ecological microbiology. *Ecosystems* 2: 215-225.

- Currie, D. J. 1990. Large-scale variability and interactions among phytoplankton, bacterioplankton, and phosphorus. *Limnology & Oceanography* 35: 1437-1455.
- Felip, M., F. Bartumeus, S. Halac, y J. Catalán. 1999. Microbial plankton assemblages, composition and biomass, during two ice-free periods in a deep high mountain lake (Estany Redó, Pyrenees). *Journal of Limnology* 58: 193-202.
- Fenchel, T. 1982. Ecology of heterotrophic microflagellates. IV. Quantitative occurrence and importance as bacterial consumers. *Marine Ecology Progress Series* 9:35.
- Fenchel, T. 2008. The microbial loop - 25 years later. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366: 99-103.
- Froni, L. 1999. Procesos microbianos. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 332 pp.
- Gonzalez, J. M., E. B. Sherr, y B. F. Sherr. 1990. Size-selective grazing on bacteria by natural assemblages of estuarine flagellates and ciliates. *Applied and Environmental Microbiology* 56: 583-589.
- Hobbie, J. E., R. J. Daley, y S. Jasper. 1977. Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Applied and Environmental Microbiology* 33:1225-1228.
- Kepner Jr, R. L. y J. R. Pratt. 1994. Use of fluorochromes for direct enumeration of total bacteria in environmental samples: past and present. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 58:603-615.
- Llames, M. E., P. A. del Giorgio, H. Zagarese, M. Ferraro e I. Izaguirre. 2013. Alternative states drive the patterns in the bacterioplankton composition in shallow Pampean lakes (Argentina). *Environmental Microbiology Reports* 5:310-321.
- Morales, M., J. Otero, T. V. d. Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J. C. Betancourth, É. Olaya, E. Posada y L. Cárdenas. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 208 pp.
- Muylaert, K., K. Van der Gucht, N. Vloemans, L. D. Meester, M. Gillis, y W. Vyverman. 2002. Relationship between bacterial community composition and bottom-up versus top-down variables in four eutrophic shallow lakes. *Applied and Environmental Microbiology* 68:4740-4750.
- Norland, S. 1993. The relationship between biomass and volume of bacteria. Pp: 303-307. En: Kemp, P., B. Sherr, E. Sherr y J. J. Cole (Eds.). Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida.
- Paganin, P., L. Chiarini, A. Bevivino, C. Dalmastrì, A. Farcomeni, G. Izzo, A. Signorini, C. Varrone y S. Tabacchioni. 2012. Vertical distribution of bacterioplankton in Lake Averno in relation to water chemistry. *FEMS Microbiology Ecology* 84:176-188.
- Pomeroy, L. R. 1974. The ocean's food web, a changing paradigm. *Bioscience* 24:499-504.
- Pomeroy, L. R. y C. Darwin. 2007. The microbial loop. *Oceanography* 20: 28-33.
- Posch, T., M. Loferer-Kröbächer, G. Gao, A. Alfreider, J. Pernthaler, y R. Psenner. 2001. Precision of bacterioplankton biomass determination: a comparison of two fluorescent dyes, and of allometric and linear volume-to-carbon conversion factors. *Aquatic Microbial Ecology* 25:55-63.
- Rejas, D., K. Muylaert, y L. De Meester. 2002. Primeros datos sobre la comunidad microbiana en una laguna de várzea en la Amazonía Boliviana (Laguna Bufeos, Cochabamba). *Ecología en Bolivia* 37:51-63.
- Rheinheimer, G. 1978. Microbiología de las aguas. Ed. Cribia. Zaragoza, España. 299 pp.
- Vrede, K. 1996. Regulation of bacterioplankton production and biomass in an oligotrophic cleanwater lake-the importance of the phytoplankton community. *Journal of Plankton Research* 18:1009-1032.
- Wetzel, R. G. 1983. Limnology. W. B. Saunders, Philadelphia, PA. 743 pp.
- Wille, A., B. Sonntag, B. Sattler y R. Psenner. 1999. Abundance, biomass and size-structure of the microbial assemblage in the high mountain lake Gossenköllesee (Tyrol, Austria) during the ice-free period. *Journal of Limnology* 58:117-126.

Luz A. Meneses-Ortegón
 Grupo de Investigación XIUÁ
 Escuela de Ciencias Biológicas
 Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
 andreitabiologa@gmail.com

Yimy Herrera-Martínez
 Grupo de Investigación - XIUÁ
 Escuela de Ciencias Biológicas
 Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
 yimy.herrera@uptc.edu.co

Bacterioplancton de tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia

Citación del artículo. Meneses-Ortegón, L. A. e Y. Herrera-Martínez. 2015. Bacterioplancton de tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 1-10.

Recibido: 7 de julio de 2014
 Aprobado: 20 de mayo de 2015

Riqueza florística de Angiospermas del estado Lara depositadas en el Herbario “José Antonio Casadiego” (UCOB), Venezuela

Angiosperm floristic richness deposited in the José Antonio Casadiego Herbarium (UCOB), Venezuela

Hipólito Alvarado-Álvarez y Alcides A. Mondragón-Izquierdo

Resumen

Se revisaron 6634 especímenes de plantas vasculares del Herbario UCOB provenientes del estado Lara hasta el año 2014, con el propósito de contribuir al conocimiento de su flora. Los colectores más destacados son Robert Smith, Hipólito Alvarado, Bolivia Mediomundo, Charles Burandt Jr., José Antonio Casadiego y Alcides Mondragón. Se registraron 1659 especies, agrupadas en 155 familias y 859 géneros, representando el 64,7 %, de las familias, el 36,5 % de los géneros y el 11,3 % de las especies de angiospermas totales del país. Las familias con el mayor número de especies fueron: Leguminosae (181), Poaceae (166), Asteraceae (125), Rubiaceae (95), Euphorbiaceae (65) y Malvaceae (54). Los géneros con mayor número de especies fueron: *Paspalum* (22), *Miconia* (20), *Cyperus* (19), *Solanum* (18), *Piper* (16), *Senna* (15) y *Tillandsia* (14). Del total de especies, 308 son reportes nuevos y cuatro son endémicas para esta entidad. Las regiones mejor exploradas son serranía de Portuguesa, serranía de Barbacoas, serranía de Bobare y bosques ribereños de la cuenca del río Tocuyo. Los municipios más explorados fueron Morán (26,7 %), seguido por Palavecino (18,8%) e Iribarren (15,6 %) y los menos explorados fueron los municipios Jiménez (3,7%) y Torres (4,9 %).

Palabras clave. Herbario. Exsiccatae. Plantas vasculares. Fitodiversidad. Especies endémicas.

Abstract

A total of 6634 vascular plant specimens deposited in the UCOB Herbarium from Lara state until 2014 were reviewed in order to improve our knowledge about the flora. The most prominent collectors are Robert Smith, Hipólito Alvarado, Bolivia Mediomundo, Charles Burandt Jr., José Antonio Casadiego and Alcides Mondragón. 1659 species were recorded in 859 genera and 155 botanical families, accounting for 64.7% of the families, 36.5% of the genera and 11.3% of the Angiosperm species occurring in the country. Families with higher numbers of species were: Leguminosae (181), Poaceae (166), Asteraceae (125), Rubiaceae (95), Euphorbiaceae (65) and Malvaceae (54). Genera with higher numbers of species were: *Paspalum* (22), *Miconia* (20), *Cyperus* (19), *Solanum* (18), *Piper* (16), *Senna* (15) and *Tillandsia* (14). Of the total species, 308 are new records and four are endemic to Lara state. The most explored regions are: Serranía de Portuguesa, Serranía de Barbacoas, Serranía de Bobare and gallery forest of the Tocuyo River Basin. The most explored county was Morán (26.7 %), followed by Palavecino (18.8 %) and Iribarren (15.6 %), the least explored were Jiménez (3.7 %) and Torres (4.9 %) municipalities.

Key words. Herbarium. Exsiccatae. Vascular plants. Phytodiversity. Endemic species.

Introducción

El estado Lara se localiza al occidente de Venezuela con una extensión de 20.814 km². Forma parte de la Cordillera Andina en Venezuela que se extiende desde la frontera con Colombia en el estado Táchira, hasta la depresión de Barquisimeto, capital de esta entidad. De acuerdo a Smith (1991), entre estas cordilleras quedan varias sierras aisladas entre sí, como lo son la de Jirajara, Baragua, Urucure, Parupano y la de Bobare, las cuales rodean la parte central del territorio del estado que llega hasta los 600 m s.n.m. Este hecho trae como consecuencia la eliminación en gran parte, del efecto humedecedor de los vientos alisios del noreste y, de allí, la presencia de amplias extensiones de tierra seca con un clima semiárido quedando solamente la sierra de Portuguesa con un régimen húmedo. En este sentido, Smith (1972) señala que la zona árida y semiárida, reconocible por la existencia de la vegetación de matorral claro o espinares, cardonales y matorral denso respectivamente, recubren casi la mitad de la superficie del estado Lara. Rodríguez *et al.* (2010) ubican al estado Lara dentro de la región Sistema de colinas y tierras bajas Lara-Falcón. Los mismos autores señalan que este tipo de ambiente, asociado a condiciones de aridez y a baja estabilidad y capacidad de carga por la simplicidad en su estructura, ha tenido escasa atención y ha estado sujeto por años a fuerte modificación antrópica. La cría de ganado caprino desde tiempos coloniales es la principal actividad de producción en estas zonas. Esta práctica ha incidido en la aceleración de la pérdida del suelo, cuya naturaleza es altamente susceptible. La extracción de madera a partir de especies como el cardón (*Subpilocereus repandus*), el cují (*Prosopis juliflora*), la vera (*Bulnesia arborea*), la mora (*Maclura tinctoria*), el dividive (*Caesalpinia coriaria*) y el palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), ha ocasionado degradación y pérdida de cobertura vegetal y de fitodiversidad.

De acuerdo a Weidmann *et al.* (2003), el estado Lara presenta Parques Nacionales (P.N.) como Cerro Sarroche, cuya cobertura vegetal se caracteriza por el arbustal xerófilo espinoso, monte espinoso de sabana y bosque tropófilo semi-seco. El P.N. Terepaima caracterizado por una cobertura vegetal variada como: matorrales tropófilos deciduos y semideciduos; arbustales

xerófilos espinosos, cardonales, espinales; bosques deciduos secos tropicales; bosques ombrófilos submontano y montano siempreverdes y una densa selva nublada. Por otro lado, el P. N. Yacambú presenta bosque ombrófilo submontano, bosque montano empreverde y selva nublada. Por último, el P.N. Dinira, presentando bosque ombrófilo submontano, montano siempreverde (bosque nublado andino) y páramo andino.

Al revisar la información disponible sobre la flora del estado Lara, se advierte que los trabajos realizados hasta el presente corresponden a: la sierra de Portuguesa (Díaz *et al.* 2009); los bosques ribereños del río Tocuyo (Alvarado 2009, 2010); algunos trabajos específicos en la sierra de Bobare sector Pico-pico sobre la dinámica de un bosque seco de Pico-Pico y otro húmedo (Smith 1969); estudios en la fila de Los Naranjos (Smith y Cadena 1991), en el monumento natural Loma de León (Smith y Rivero 1991), en el valle de Baragua (Virgüez y Smith 1991) y en la serranía de Baragua, donde Vásquez y Pérez (1994) realizaron un levantamiento florístico con poca información de la vegetación. En el resto del estado la recolección de plantas ha sido dispersa, lo que genera grandes lagunas de información. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es dar a conocer la riqueza florística de angiospermas de esta región, depositadas en el Herbario José Antonio Casadiego, y verificar las áreas más exploradas botánicamente, así como las menos exploradas, esto último con el propósito de que sean consideradas para futuros proyectos de investigación.

Material y métodos

El estado Lara está situado en la parte centro occidental de Venezuela y está comprendido aproximadamente entre los meridianos 68°53' y 70° 52' de longitud oeste y entre los paralelos 9° 24' y 10° 43' de latitud norte (Figura 1). Su dimensión máxima de este-oeste es de 216 km y norte-sur es de 148 km con una extensión de 20.814 km², incluyendo las zonas en discusión con otros estados. Es una de las entidades del país sin contacto con el mar. Su morfología es dominada por unas tierras depresionadas con relación a los sistemas cordilleranos que las enmarcan. Por sus características geofísicas forma parte de un territorio de transición



Figura 1. Ubicación político-administrativa del estado Lara con los límites de los estados. Fuente: Museo de Ciencias Naturales de la UCLA, Decanato de Agronomía.

entre las zonas montañosas andinas, la cuenca del Lago de Maracaibo, el sistema orográfico de Falcón y el surco depresional que relaciona los llanos con el mar Caribe (Strebin y Pérez 1982).

El sector con menor precipitación corresponde a las depresiones del surco de Barquisimeto que incluye las depresiones de Carora, El Tocuyo, Quíbor, Bobare y Siquisique, constituyendo éstas la casi totalidad de las depresiones áridas del territorio nacional. La parte del estado con mayor precipitación corresponde a la estribación montañosa andina que forma el límite con el estado Portuguesa, con elevaciones entre 1000 y 1800 m y un promedio superior a los 2000 mm. La temperatura media anual máxima anotada es de 32,1°C para Siquisique y la mínima corresponde a Cubiro con 19,2 °C (MARNR 2007).

Los especímenes reportados en el presente trabajo corresponden a las muestras botánicas depositadas en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB), ubicado en el campo universitario del Decanato de Agronomía de la UCLA, Núcleo “Héctor Ochoa Zuleta”, en Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara, adscrito al Departamento de Ciencias Biológicas de este Decanato.

La información recopilada va desde los inicios del herbario hasta el año 2014 correspondientes a colecciones hechas por Robert F. Smith (1966-1986) y Charles Burandt Jr. (1978-1981), José A. Casadiego (1980-1990), Bolivia Mediomundo (1984-2000), Hipólito Alvarado (1998-2013) y Alcides Mondragón (2011-2014), entre otros, y complementada con datos obtenidos de la revisión del Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela (Hokche *et al.* 2008). Para el manejo de la información botánica se utilizó una base de datos (Excel Microsoft Office) con los siguientes campos: registro UCOB, colector, número de colección, especie, familia, municipio, estado, localidad, altitud y biotipo. Para la actualización taxonómica y la convalidación de los nombres científicos se utilizó la base de datos The Plant List, la cual sigue el sistema de clasificación de APG III (<http://www.theplantlist.org/> - Grupo para la filogenia de las Angiospermas). Este sistema está basado en los resultados de los análisis moleculares de ADN en torno a las plantas pertenecientes a la división Magnoliophyta, logrando superar lo morfológico y tratar específicamente con datos moleculares que permite tener otra opción de clasificación que también incursiona en la evolución de las especies, no invalidando sistemas de clasificación tradicionales como el de Cronquist (1981).

Resultados y discusión

Colectores

En la tabla 1 se presentan los colectores de plantas en el estado Lara cuyas muestras se encuentran en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB) y fechas de colección, así como cantidad de especímenes. Se registraron 19 colectores, destacándose Robert Smith, Hipólito Alvarado, Bolivia Mediomundo, Charles Burandt Jr., José Antonio Casadiego, Alcides Mondragón y Ronald Liesner. Otros colectores importantes en el herbario son Gilberto Morillo, Marlene Salazar, Tula Denis y Dinorah González. De los colectores mencionados en la tabla 1, Huber *et al.* (1998), reportan también a Smith y Burandt dentro de los siete principales colectores en el estado Lara, encontrándose además Linden, Pittier, Saer, Tamayo y Steyermark, señalando que el área estimada visitada por todos estos botánicos hasta entonces equivalía a un 60 % de la superficie del estado, contribuyendo con un grado de conocimiento florístico del 80%. Cabe resaltar que las muestras colectadas por los últimos cinco colectores mencionados no se encuentran en el

herbario UCOB, debido a que el mismo no funcionaba para ese entonces.

Análisis florístico

En el herbario UCOB se revisaron 6634 especímenes, documentando 1353 Dicotiledóneas y 306 Monocotiledóneas. Se registraron 1659 especies, distribuidas en 155 familias y 859 géneros de plantas vasculares, que representa el 64,7 % de las familias, el 36,5 % de los géneros y el 11,3 % de las especies de Angiospermas totales del país (Tabla 2).

Las familias de Angiospermas más representativas del estado Lara en sus diferentes ambientes por poseer la mayor riqueza de especies son: Leguminosae (181), Poaceae (166), Asteraceae (125), Rubiaceae (95), Euphorbiaceae (65), Malvaceae (54), Cyperaceae y Solanaceae (44c/u) (Tabla 3). Se observa que las familias Leguminosae, Poaceae y Asteraceae encabezan la lista de las familias de mayor diversidad de especies en el

Tabla 1. Principales colectores en el estado Lara con muestras en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Colector	Localidades exploradas	Fecha	Cantidad de muestras
Robert Smith	Páramo de las Rosas, Jabón, Serranía de Pico-pico, El Altar, Serranía de Portuguesa (fila del Terepaima), Monumento Natural Lomas de León.	1966-1986	1865
Hipólito Alvarado	Bosques ribereños del río Tocuyo y sus afluentes.	2000-2012	1884
Bolivia Mediomundo	Bosque Macuto, Parque Nacional Terepaima, Parque Nacional Dinira.	1991-2001	725
Charles Burandt Jr.	Páramo de las Rosas, Jabón, Serranía de Portuguesa (fila del Terepaima).	1978-1981	564
José Antonio Casadiego	Parque Bararida, Cabudare, fila del Terepaima.	1980-1990	478
Alcides Mondragón	Serranía de Baragua (Municipio Urdaneta).	2011-2014	452
Ronald Liesner	Serranía de Barbacoas (páramo Las Rosas, Cendé).	1979	114
Gilberto Morillo	Municipio Crespo (Duaca y sus alrededores).		101
Marlene Salazar	Municipio Morán, cuenca alta del Tocuyo.	1982	75
Tula Denis	Parque Nacional Yacambú (bosques nublados, semidecíduos y siempreverdes).	1999-2001	72

estado Lara, debido primordialmente a la presencia de zonas abiertas como sabanas de montaña y áreas intervenidas, donde predominan elementos herbáceos de estas familias. Siguen las Leguminosae *sensu lato*, con 181 especies para esta entidad, que representan la familia más diversa para bosques neotropicales (Gentry 2001), distribuyéndose en regiones tropicales, subtropicales, áridas y semiáridas (Andrade *et al.* 2012), y en diferentes tipos geográficos y climáticos. Este es el caso de la mayoría de las Mimosoideae y Caesalpinioideae, cuyas especies crecen en climas

cálido húmedos y niveles altitudinales por debajo de los 700 m s.n.m. a diferencia de la mayoría de los elementos de la Papilionoideae que predominan en áreas montañosas, asociadas a comunidades arbóreas por arriba de los 800 m s.n.m. (Estrada *et al.* 2004).

La Asteraceae, al presentar diferentes formas de vida, están presentes en prácticamente todas las comunidades vegetales y muestran diferentes mecanismos de dispersión (Villareal *et al.* 1996), estando mejor representadas en zonas áridas y templadas que en aquellas calientes y húmedas. Las áreas perturbadas y las fases de sucesión de la vegetación son generalmente ricas en miembros de esta familia (Rzedowski 1972). Por último, la siguiente familia en importancia es Rubiaceae, presente en extensas formaciones de bosques nublados, deciduos y semideciduos. Comparando con las familias más importantes para el país, coinciden con las reportadas por Hokche *et al.* (2008) en el Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela, pero con diferente orden de riqueza, a excepción de las familias Apocynaceae y Malvaceae que son muy diversas para el estado Lara.

Tabla 2. Diversidad taxonómica de los grandes grupos para el estado Lara y presentes en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Grupos	Familias	Géneros	Especies
Monocotiledóneas	21	128	306
Dicotiledóneas	134	731	1353
Total	155	859	1659
% del total del país	64,5	36,5	11,3

Tabla 3. Familias más diversas del estado Lara depositadas en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Familias	Géneros	Especies
Poaceae	67	166
Asteraceae	94	125
Rubiaceae	48	95
Fabaceae	45	87
Euphorbiaceae	25	65
Malvaceae	33	54
Mimosaceae	19	49
Caesalpinaceae	13	45
Solanaceae	16	44
Cyperaceae	11	44
Melastomataceae	13	40
Apocynaceae	17	33
Bromeliaceae	9	27
Orchidaceae	7	12
Total	417	886
% del total del país	17,7	6,05

En cuanto a la diversidad de géneros registrada para el estado Lara, se evidenció que los géneros *Paspalum*, *Miconia* y *Cyperus* son los más diversos (Tabla 4). Comparando la diversidad de géneros encontradas en el país, coincidió que tres géneros de los más diversos, son comunes a los reportados para el estado Lara (*Miconia*, *Psychotria* y *Piper*). Hokche *et al.* (2008) señalan que la alta diversidad de géneros está asociada a la gran variedad de paisajes y ecosistemas existentes en el país. En el caso del estado Lara, las condiciones de altura y ubicación determinan ambientes climáticos variados, que van desde pisos tropicales premontanos y subtropicales y condiciones de humedad desde zonas áridas en las laderas bajas hasta zonas subhúmedas y húmedas en las zonas altas (Maraven 1988). En correspondencia con estas condiciones climáticas, la cobertura vegetal es igualmente variada, presentando desde bosques perennifolios de montañas, hasta matorrales y espinares en laderas bajas y piedemonte (Weidmann 2003).

La recopilación permitió documentar cuatro especies endémicas en el estado Lara, además de cinco especies restringidas sólo a dos estados (entre ellos el estado Lara) y cuatro especies restringidas sólo a tres estados del país (entre ellos el estado Lara) (Tabla 5).

Tabla 4. Géneros más diversos del estado Lara depositados en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Género (familia)	Número de especies
<i>Paspalum</i> (Poaceae)	22
<i>Miconia</i> (Melastomataceae)	20
<i>Cyperus</i> (Cyperaceae)	19
<i>Solanum</i> (Solanaceae)	18
<i>Piper</i> (Piperaceae)	16
<i>Senna</i> (Caesalpiniaceae)	15
<i>Tillandsia</i> (Bromeliaceae)	14
<i>Psychotria</i> (Rubiaceae)	13
<i>Eragrostis</i> (Poaceae)	12
<i>Panicum</i> (Poaceae)	11
<i>Casearia</i> (Flacourtiaceae)	10
<i>Passiflora</i> (Passifloraceae)	10
<i>Peperomia</i> (Piperaceae)	9
<i>Inga</i> (Mimosaceae)	9
Total	198

Las especies endémicas están agrupadas en cuatro familias y cuatro géneros, lo que corresponde al 0,13% del total de especies endémicas del país y 0,14% de endemismo en el grupo de las angiospermas. Hokche *et al.* (2008) reportan a *Ruilopezia jabonensis* como endémica del estado Trujillo, cuyas colecciones corresponden al P. N. Dinira. Esta misma especie fue colectada por el primer autor del presente trabajo en dicho Parque Nacional en el estado Lara, lo que indica que esta especie está restringida a estos dos estados. Por esta situación político-territorial deja de ser considerada endémica a nivel estatal. Es importante mencionar que el P. N. Dinira se ubica geográficamente entre los estados Lara, Trujillo y Portuguesa (Weidmann *et al.* 2003), lo que explicaría la presencia de *R. jabonensis* en un mismo parque nacional pero en dos entidades de Venezuela diferentes. Entre las especies endémicas del estado Lara se encuentra *Marsdenia smithii*, reportada por Hokche *et al.* (2008) como “aparentemente extinta”. Esta especie tiene una distribución restringida, y posiblemente la fuerte presión antrópica sobre los ecosistemas de la zona donde se desarrolla hace que se encuentre “En peligro crítico” (Llamozas *et al.* 2001).

Tabla 5. Especies endémicas* del estado Lara y especies restringidas a dos y tres entidades de Venezuela (entre ellos el estado Lara), también en Lara y otro país, depositadas en el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Familias/especies	Estado
Apocynaceae	
<i>Marsdenia smithii</i> Morillo (aparentemente extinta)*	Lara
Asteraceae	
<i>Ruilopezia jabonensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Lara, Trujillo
<i>Ruilopezia paltonioides</i> (Standl.) Cuatrec.	Lara, Trujillo
Chrysobalanaceae	
<i>Licania montana</i> Prance*	Lara
Droseraceae	
<i>Drosera cendeensis</i> Tamayo & Croizat	Lara, Trujillo
Euphorbiaceae	
<i>Croton deserticola</i> Steyermark.*	Lara
<i>Croton heliaster</i> Blake	Lara, Falcón, Mérida
<i>Sebastiania larensis</i> Croizat & Tamayo	Lara, Sucre Falcón
Fabaceae	
<i>Lonchocarpus larensis</i> Pittier	Lara, Falcón, Trujillo
Rubiaceae	
<i>Coussarea terepaimensis</i> Steyermark.*	Lara
<i>Rondeletia larensis</i> Steyermark.	Lara, Falcón
<i>Simira lezamae</i> Steyermark.	Lara, Barinas
Winteraceae	
<i>Drimys granadensis</i> L. f. var. uniflora (Turcz.) A. C. Sm.	Lara, Trujillo, Mérida

Por otro lado, el endemismo en esta entidad está asociado principalmente a las zonas altas (encima de 1000 m s.n.m.) referidas a la serranía de Portuguesa, específicamente el P. N. Terepaima, P. N. Dinira (Alto Tocuyo) y P. N. Yacambú (Figura 2); esto corrobora lo señalado por Steyermark (1979), respecto a que los centros de endemismos están asociados a las tierras altas, es decir, a sistemas montañosos cuyas condiciones de alta variabilidad biótica y abiótica favorecen la existencia de una gran diversidad florística, aislamiento geográfico y especiación.

Tomando en consideración el Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela (Hokche *et al.* 2008), del total de especies, 304 son reportes nuevos para el estado Lara. Las familias con más reportes son Leguminosae (27), Poaceae (24), Rubiaceae (21), Malvaceae (21) y Cyperaceae (17).

En cuanto a formas biológicas, las hierbas ocupan el primer lugar, con 597 especies (36 %) distribuidas en 52 familias, dentro de las cuales sobresalen por la mayor diversidad específica: Asteraceae (74), Leguminosae (24) y Rubiaceae (15) (Tabla 6). En orden de importancia continúan los árboles con 500 especies (30 %) y las familias mejor representadas son Leguminosae *sensu lato* (88), Rubiaceae (32) y Euphorbiaceae (25), seguidos por los arbustos con 368 especies (22 %) y por último trepadoras (9 %) y sufrútices (3 %). El estado Lara está conformado por una gran variedad de paisajes y ecosistemas vegetales que propician una amplia diversidad y aunado a este hecho, también presenta extensas áreas de vegetación secundaria e intervenida, que de acuerdo a Riina *et al.* (2006), hace que exista una mayor proporción de especies con hábito herbáceo en la flora de esta localidad.

Las regiones mejor exploradas del estado Lara de acuerdo al material depositado en el Herbario José Antonio Casadiego son la serranía de Portuguesa (P. N. Terepaima, P. N. Yacambú y fila de Guarico-Villanueva), con un total de 434 colecciones, serranía de Barbacoas (P. N. Dinira) con 266 colecciones y serranía de Bobare (sector Pico-pico) con 102 colecciones, lo que representa el 48,3 % de las especies reportadas. Se podrían intensificar las exploraciones en



Figura 2. Parque Nacional Yacambú, municipio Andrés Eloy Blanco, estado Lara, Venezuela.

Tabla 6. Formas de vida predominantes en el estado Lara presentes en la colección del Herbario José Antonio Casadiego (UCOB).

Formas de vida	Número de especies	%
Hierba	597	36
Árbol	500	30
Arbusto	368	22
Trepadora	149	9
Sufrútice	40	3

la serranías de Baragua (Figura 3) y Matatere al noreste del estado Lara, así como la cuenca del río Misoa que corresponde a la vertiente de la costa oriental del Lago de Maracaibo, la cual ha sido escasamente muestreada y muy intervenida hacia el Este y en la depresión del estado Lara que conforma el bolsón xerofítico donde se encuentra el P. N. Cerro Saroche.

Conclusiones

En el Herbario José Antonio Casadiego (UCOB), se encuentra resguardado el testimonio de la gran riqueza florística de angiospermas presentes en el estado Lara. Las colecciones en él depositadas permiten evidenciar que existe un fuerte sesgo a favor de los municipios Morán, Palavecino e Iribarren, los cuales han sido intensamente explorados, mientras que municipios como Jiménez y Torres han sido pobremente explorados botánicamente, posiblemente por presentar áreas remotas de difícil acceso y en muchos casos por desconocimiento de las mismas.



Figura 3. Vista panorámica de la sierra de Baragua, municipio Urdaneta, estado Lara, Venezuela.

Bibliografía

- Alvarado, H. 2009. Flora y vegetación ribereña de la cuenca del río Tocuyo, estados Lara y Falcón (Venezuela). Tesis Doctoral. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Universidad de Alicante. 528 pp.
- Alvarado, H. 2010. Caracterización estructural y florística de un bosque ribereño de la cuenca del río Tocuyo (Tocuyo Occidental), estado Lara, Venezuela. *Ernstia* 20:1-20.
- Andrade, G., R. Grether, H. Hernández, R. Medina, L. Rico y M. Sousa. 2012. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Departamento de Botánica. *Fascículo* 109: 1-75.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York. 1262 pp.
- Díaz, F., A. Mondragón, H. Alvarado y M. Dávila. 2009. Reporte de familias y especies de Magnoliophyta del Parque Nacional Terepaima depositadas en el herbario José Antonio Casadiego (UCOB) de la UCLA - Barquisimeto, Venezuela. *Ernstia* 19 (1): 1-26.
- Estrada, E., C. Yen, A. Delgado y J. Villareal. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Serie Botánica* 75 (1): 73-85.
- Gentry, A. 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. Pp: 85-123. *En: M. Kappelle y A. Brown (Eds.). Bosques nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica. 698 pp.*
- Hokche, O., P. Berry y O. Huber. 2008. Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas. Venezuela. 859 pp.
- Huber, O., R. Duno, R. Riina, F. Stauffer, L. Papaterra, A. Jiménez, S. Llamozas y G. Orsini. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela. Documentos Técnicos de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Caracas, Venezuela. 153 pp.
- Llamozas, S., R. Duno, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard y O. Huber. 2001. Libro rojo de la flora venezolana. Provita, Fundación Instituto Botánico de Venezuela. 558 pp.
- MARAVEN. 1988. Región centro occidental: estados Lara, Falcón, Portuguesa y Yaracuy. Serie estudios regionales/sistemas ambientales venezolanos. Ediciones Maraven. Caracas, Venezuela. 96 pp.
- MARN. 2007. Anuario hidrometeorológico año 2007. División de cuencas hidrográficas. Departamento de hidrología y meteorología. Barquisimeto. 118 pp.
- Riina, R., R. Duno, G. Aymard, A. Fernández y O. Huber. 2006. Análisis de la diversidad florística de los Llanos de Venezuela. Pp. 107-122. *En: G. Aymard, R. Duno y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA, Fundación Polar, FIBV.*
- Rodríguez, J., F. Rojas-Suárez y D. Giraldo. (Eds.). 2010. Libro rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela. 324 pp.
- Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia Mexicana* 27 (4-5): 123-132.
- Smith, R. 1969. Clave de las plantas leñosas de Pico Pico, Barquisimeto, estado Lara. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. 62 pp.
- Smith, R. 1972. La vegetación actual de la región centro occidental: Falcón, Lara, Portuguesa y Yaracuy de Venezuela. Un resumen ecológico de acuerdo a la fotointerpretación. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación, Mérida, Venezuela. *Boletín* 39 - 40: 33-44.
- Smith, R. 1975. Ecología de las plantas leñosas del espinar de los estados Lara y Falcón de Venezuela y clave ilustrada en base a sus características vegetativas. *Acta Botánica Venezolánica* 10: 87-129.
- Smith, R. 1991. Ecología del estado Lara. *Biollania*, (Ed. Esp.) 1: 17-21.
- Smith, R. y A. Cadena. 1991. Dinámica de un bosque seco de Pico-Pico, y otro húmedo, en la fila de Los Naranjos. *Biollania* (Ed. Esp.) 1: 178-191.
- Smith, R. y A. Rivero. 1991. Los recursos ecológicos de la zona árida de los alrededores de Barquisimeto. Ecología del estado Lara. *Biollania* (Ed. Esp.) 1: 69-119.
- Steyermark, J. A. 1979. Plant refuges and dispersal centres in Venezuela: their relict and endemic element. Pp: 185-238. *En: Larsen, K. y L. B. Holm-Nielsen (Eds.). Tropical Botany, Academic Press, New York.*
- Strebin, S. y J. Pérez. 1982. Capacidad de uso de las tierras del estado Lara. Serie Informe Técnico N° 117. 87 pp.

- Vásquez, E. y M. Pérez. 1994. Levantamiento de información básica de la vegetación de la serranía de Baragua. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Lara. Venezuela. 136 pp.
- Villareal, J., R. Valdés y J. Villaseñor. 1996. Corología de las Asteraceae de Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana* 36: 29-42.
- Virgüez, G. y R. Smith. 1991. Fisiografía, vegetación y uso del valle árido de Baragua. *Biollania*, capítulo III. Ed. Esp. N°1. Ecología del estado Lara. Cuatricentenario de Guanare. Venezuela.
- Weidmann, K., R. Rangel, C. Todtmann y A. Reig. 2003. Parques Nacionales de Venezuela. Editorial Arte, Caracas, Venezuela. 256 pp.

Hipólito Alvarado Álvarez
Departamento de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)
Barquisimeto, Venezuela
alvaradohipolito@ucla.edu.ve

Alcides A. Mondragón Izquierdo
Departamento de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)
Barquisimeto, Venezuela
alcidesmondragon@ucla.edu.ve

Riqueza florística de angiospermas del estado Lara depositadas en el Herbario “José Antonio Casadiego” (UCOB), Venezuela

Citación del artículo. Alvarado, H. y A. A. Mondragón. 2015. Riqueza florística de angiospermas del estado Lara depositadas en el Herbario “José Antonio Casadiego” (UCOB), Venezuela. *Biota Colombiana* 16 (1): 11-19.

Recibido: 20 de marzo de 2014
Aprobado: 22 de julio de 2015

Gerromorpha y Nepomorpha (Heteroptera) del Pacífico de Colombia: lista de especies, distribución geográfica y altitudinal

Gerromorpha and Nepomorpha (Heteroptera) from the Pacific coastal region of Colombia: checklist, geographic and altitudinal distribution

Dora N. Padilla-Gil

Resumen

Se recopiló información bibliográfica de los Heteroptera acuáticos, infraordenes Gerromorpha y Nepomorpha, de la planicie del Pacífico de Colombia. Se incluyen 106 especies, agrupadas en 14 familias y 39 géneros. Se presenta además para cada especie la distribución geográfica por región, departamento y el intervalo altitudinal.

Palabras clave. Insectos acuáticos y semi-acuáticos. Nariño. Cauca. Valle del Cauca. Chocó Biogeográfico.

Abstract

The bibliographical information about the species of aquatic Heteroptera, infraorders Gerromorpha and Nepomorpha, from the Colombian Pacific Plain was compiled. A total of 106 species are included, grouped in 14 families and 39 genera. Additionally, for each species the geographic distribution by region and department, and the altitudinal range are presented.

Key words. Aquatic and semi-aquatic insects. Nariño. Cauca. Valle del Cauca. Biogeographic-Chocó.

Introducción

El Chocó Biogeográfico, comprendido desde El Darién hasta el occidente de Ecuador, es considerado como un “hot-spot” por su riqueza biótica y alto endemismo, con 2250 (0,8 %) de plantas endémicas, 1.625 especies de vertebrados (mamíferos: 235, aves: 830, reptiles: 210 y anfibios: 350) y 418 especies (1,5 %) de vertebrados endémicos (Myers 1988, Myers *et al.* 2000). Los manglares de la región del Pacífico colombiano también presentan alta biodiversidad (Prahl *et al.* 1990, Alvarez-León 1993).

La región del Pacífico de Colombia se caracteriza por presentar un bosque pluvial tropical, con promedio anual de lluvias superior a 8000 mm y temperatura media anual mayor a 24 °C (Espinal y Montenegro

1963). Esta región comprende los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño (Figura 1). El área del Pacífico colombiano es reconocida por su alto endemismo en plantas y riqueza florística (Gentry 1986, Forero y Gentry 1989).

Los heterópteros acuáticos son los llamados “chinchas de agua” y la mayoría de estos insectos son depredadores y algunos géneros presentan importancia en el control biológico de larvas de mosquitos, tales como *Notonecta* Linnaeus y *Buenoa* Kirkaldy (Blaustein *et al.* 2004, Warburg *et al.* 2011). Por otro lado, desempeñan un papel importante dentro de las cadenas tróficas de los diferentes ecosistemas acuáticos al ser depredadores de otros invertebrados

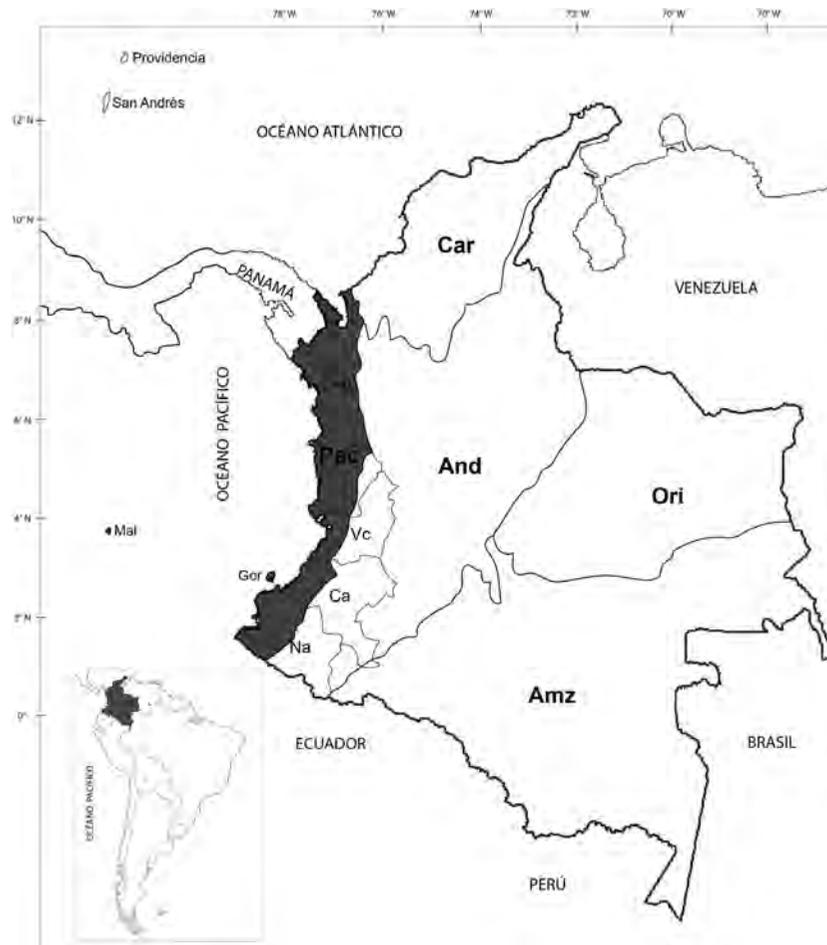


Figura 1. Región Pacífica de Colombia. **Pac** (Pacífico). Para los departamentos: **Cho** (Chocó), **Cau** (Cauca), **Vc** (Valle del Cauca) y **Na** (Nariño). Islas: **Mal** (Malpelo) y **Gor** (Gorgona). Se incluyen la otras regiones del país: **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia) y **And** (Andes).

e inversamente al servir de alimento a vertebrados como peces, aves y murciélagos (Gonzalez *et al.* 2009, Vidotto-Magnoni y Carvalho 2009).

Los heterópteros semi-acuáticos pertenecen al infraorden Gerromorpha. Las especies neotropicales más conocidas son las del género *Rhagovelia* Mayr, ampliamente distribuidas en Brasil y Colombia (Padilla-Gil y Moreira 2013a). Los Gerromorpha (chinchas patinadoras), habitan en la película superficial del agua. La mayoría se encuentran en ecosistemas dulceacuícolas, sin embargo los hay en aguas salobres, estuarios y esteros, como el género *Rheumatobates* Bergroth, y en mar abierto, pelágicos, como el género *Halobates* Eschscholtz (Cheng 1976). Prefieren

aguas lólicas y bien oxigenadas. Los heterópteros acuáticos que pertenecen al infraorden Nepomorpha permanecen en el interior de los cuerpos de agua, la mayoría ascienden a la superficie sólo para recargar sus reservas de oxígeno y otros presentan modificaciones morfológicas y fisiológicas para tomar el oxígeno del aire. Se encuentran en ecosistemas acuáticos lénticos o en remansos de agua con poca corriente. También hay algunos grupos asociados a ecosistemas salobres como el género *Trichocorixa* Kirkaldy (ver Cheng 1976).

En Colombia se han descrito en los últimos 20 años (1993-2013), nuevas especies y nuevos registros de los heterópteros acuáticos, principalmente en la región del Pacífico. Por tanto el objetivo de este trabajo es revisar

la información publicada sobre esta temática con el fin de dar a conocer las especies de heterópteros acuáticos y semi-acuáticos, algunos datos sobre su distribución geográfica y altitudinal y las referencias bibliográficas.

Material y métodos

A partir de la revisión bibliográfica se seleccionaron los registros de heterópteros acuáticos distribuidos en la región del Pacífico colombiano en un intervalo altitudinal entre 0-1000 m s.n.m. Para cada especie se asignó su distribución geográfica en otras regiones (por departamentos), y además se registró el intervalo altitudinal.

Abreviaturas de las regiones biogeográficas (Figura 1):

Pac (Pacífico), **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia) y **And** (Andes). Para los departamentos: **Cho** (Chocó), **Cau** (Cauca), **Vc** (Valle del Cauca) y **Na** (Nariño). Islas: **Mal** (Malpelo) y **Gor** (Gorgona).

Resultados y discusión

Se registraron 106 especies de heterópteros acuáticos para la región del Pacífico de Colombia. Para el infraorden Nepomorpha se registran 35 especies, distribuidas en 16 géneros y 9 familias (Anexo 1); en Gerromorpha, 71 especies, en 23 géneros y 5 familias (Anexos 2-4).

De las 14 familias (Anexo 5); las más numerosas en orden decreciente fueron: Gerridae, 37 especies; Veliidae, 23 especies; Notonectidae, 13 especies y Naucoridae, 8 especies. Cinco familias presentaron un sólo género (Anexo 5), y las familias con mayor número de géneros fueron Gerridae con 13 y Veliidae con cuatro. Sólo dos familias, Ochteridae y Nepidae, presentaron una especie. Los géneros con una especie fueron 17, cinco de los cuales pertenecen a la familia Gerridae (Anexos 2 y 5).

Las familias que cuentan con mayor número de especies restringidas a la región del Pacífico (Anexos 1-4) son: Veliidae con 14 especies; Gerridae con 13 especies y Notonectidae con 11 especies. Los géneros donde se incluyen la mayor parte de estas especies fueron *Rhagovelia*, 11 especies (Anexo 4) y *Buenoa* Kirkaldy, ocho especies (Anexo 1).

Distribución por departamentos

Los departamentos que presentaron mayor número de registros fueron Nariño: 44 especies de Gerromorpha y 23 de Nepomorpha y Valle del Cauca: 42 especies de Gerromorpha y 15 de Nepomorpha, mientras que Chocó y Cauca contaron con 20 y 19 especies respectivamente.

Intervalo altitudinal

Del total, 54 especies de heterópteros acuáticos (51 %) presentaron intervalo altitudinal entre los 0 y 200 m s.n.m.; dos especies (*Tenagobia incerta* Lundblad, 1928 y *Buenoa pallens* Champion, 1901), un intervalo entre 0-500 m s.n.m., y cuatro (*Martarega awa* Padilla-Gil, 2010, *Limnocoris abrasum* Nieser, González y Eichelkraut, 1993, *L. gracilis* Nieser, González y Eichelkraut, 1993 y *Brachymetra lata* Shaw, 1933), entre 201- 400 m s.n.m. Así mismo 44 especies (41 %) se ubicaron en intervalos que variaron entre 0-2000 m s.n.m. Sin embargo, hay que precisar que en esta región del Pacífico se distribuyen en un intervalo altitudinal por debajo de los 1000 m s.n.m., y que el registro de los anexos (1-4) corresponde al intervalo altitudinal total de la especie para Colombia.

Biología, hábitat y distribución de las especies de heterópteros acuáticos de la región del Pacífico colombiano

Biología. Son conocidos los estadios inmaduros de algunas especies de heterópteros acuáticos del Pacífico de Colombia tales como los de *Martarega lofoides* Padilla-Gil, 2010; *Potamobates anchicaya* Polhemus y Polhemus, 1995; *Telmatometra whitei* Bergroth, 1908; *Telmatometroides rozeboomi* Drake y Harris, 1937 y de tres especies de *Rheumatobates*: *R. longisetosus* Polhemus y Manzano, 1992; *R. probolicornis* Polhemus y Manzano, 1992 y *R. peculiaris* Polhemus y Spangler, 1989 (Padilla-Gil 2013b, 2013e, 2015).

Hábitat. La descripción y preferencia del hábitat de algunos heterópteros acuáticos de ecosistemas costeros del Pacífico colombiano hacen parte de los trabajos de Padilla-Gil y Arcos (2011) y Padilla-Gil (2012a) y con relación a las especies del género *Buenoa* (Notonectidae) el de Padilla-Gil (2014).

Exclusivos de ambientes salobres, estuarios, esteros y bordes de las costas, se encuentran varios vélidos

eurihalinos tales como *Rhagovelia* grupo *salina*, con las especies: *R. aquaclara* Padilla-Gil, 2010, *R. arcuata* (Polhemus y Manzano, 1992), *R. colombiana* (Polhemus y Manzano, 1992) y *R. rosarensis* Padilla-Gil, 2010; del género *Microvelia* Westwood: *M. inguapi* Padilla-Gil y Moreira, 2013 y *M. leucothea* Polhemus y Manzano, 1992 y del género *Platyvelia*: *P. maritima* (Polhemus y Manzano, 1992). De la familia Mesoveliidae asociado a estos ecosistemas está el género *Darwinivelia* Andersen & Polhemus, representado por *D. angulata* Polhemus y Manzano, 1992 y del género *Mesovelia* Mulsant & Rey, la especie *M. halirrytha* Polhemus, 1975. Este ambiente está representado por los gérridos del género *Rheumatobates* con las especies: *R. carvalhoi* Drake y Harris, 1944; *R. longisetosus*; *R. probolicornis* y *R. peculiaris*.

Hay especies eurihídricas con amplio rango de tolerancia capaces de vivir en aguas dulces y salobres tales como: *Paraplea puella* (Barber, 1923); *Trichocorixa reticulata* (Guérin-Ménéville, 1857); *Buenoa dactylis* Padilla-Gil, 2010 y *Mesovelia mulsanti* White, 1879. Otras especies exclusivas de ambientes pelágicos del Océano Pacífico colombiano son los gérridos del género *Halobates*, constituido por tres especies eurihalinas, se destaca entre estas *H. micans* por su amplia distribución geográfica en el Océano Pacífico templado y subtropical (Sekimoto *et al.* 2013).

Por último se precisan algunas especies del género *Buenoa* tales como *B. uselus* Padilla-Gil 2010, *B. analoga* Padilla-Gil 2012 y *B. penta* Padilla-Gil 2012, que habitan en ecosistemas acuáticos lenticos de aguas salobres.

Distribución geográfica. Especies ampliamente distribuidas en la región del Pacífico son: *Buenoa albinervis* (Amyot y Serville, 1843); *Telmatometroides rozemboomi*, *Telmatometra whitei*, *Tachygerris opacus* Champion, 1901; *Potamobates anchicaya*, *Rhagovelia teniupes* Champion, 1898, *Centrocorisa kollari* (Fieber, 1851), *Charmatometra bakeri* (Kirkaldy, 1898), todas las especies del género *Trepobates* Uhler y del género *Rheumatobates*, excepto *R. drakei* (Hungerford, 1954).

Las especies que presentaron amplio rango de distribución en las cinco regiones de Colombia son:

Lethocerus delpontei De Carlo, 1930; *Tachygerris opacus* (Champion, 1901); *Potamobates horvathi* Esaki, 1926; *Limnogonus aduncus aduncus* Drake y Harris, 1933; *Brachymetra unca* Shaw, 1933; *Brachymetra albinervis* (Amyot & Serville, 1843) y *Mesovelia mulsanti*.

Aproximadamente ocho especies colectadas en el Pacífico de Colombia se han constituido como nuevos registros para Colombia, la mayoría con distribución en Sudamérica (ver Padilla-Gil 2013d).

El número de especies registradas, no constituye un listado definitivo de las especies de la región del Pacífico de Colombia. La mayoría de los registros se ubicaron en los departamentos de Nariño y Valle del Cauca, donde se ha incentivado la investigación por los heterópteros acuáticos en los últimos años. Sin embargo, hay todavía muchas áreas inexploradas de la región del Pacífico y especialmente en los departamentos de Chocó y Cauca.

Por otra parte, la recolecta exclusiva de estadios inmaduros o series muy pequeñas de adultos, dificulta la determinación de las especies. Este es el caso de los géneros *Buenoa*, *Ranatra* o *Belostoma*, este último género presente en esta región pero sin especies determinadas.

De otra parte hay que resaltar los trabajos biogeográficos que han tomado como referencia los heterópteros semi-acuáticos del Pacífico de Colombia, como el del piedemonte de la vertiente occidental andina (Padilla-Gil y García 2013) y el de las especies del género *Rheumatobates* en la franja de Colombia a Costa Rica (Padilla-Gil y Pacheco-Chavés 2012). También los relacionados con la biología de los estadios inmaduros (Padilla-Gil 2013b y e) y la guía ilustrada de los hemipteros acuáticos de Tumaco (Padilla-Gil 2012a).

La riqueza de heterópteros acuáticos de la región del Pacífico está correlacionada con la riqueza hídrica y la variedad de ecosistemas acuáticos dulceacuícolas y salobres, cercanos al Océano Pacífico. Por último, la conservación de las especies depende del buen manejo y uso sostenible de las cuencas hídricas y de la conservación de la calidad de agua de los distintos cuerpos de agua.

Bibliografía

- Alvarez-León, R. 1993. Mangrove Ecosystems in Colombia. Pp: 75-113. *En*: Lacerda, L. D. (Ed.). Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forest in Latin America and Africa Regions. Isme-Tech, Reports 2.
- Álvarez, L. y G. Roldán. 1983. Estudio del orden Hemiptera (Heteroptera) en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 12(14): 31-46.
- 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.
- Bacon, J. A. 1956. A taxonomic study of the genus *Rhagovelia* (Hemiptera, Veliidae) of the Western Hemisphere. *University of Kansas Science Bulletin* 38 (1): 695-913.
- Blaustein, L., M. Kiflawi, A. Eitam, M. Mangel y J. E. Cohen. 2004. Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia* 138: 300-305.
- Castro, M. I. y 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.
- Champion, G. C. 1901. Hemiptera-Heteroptera. *Biologia Centrali-Americana, Rhynchota* 2: 1-416.
- Cheng, L. 1976. Marine Insects. North-Holland Publishing Company. Amsterdam. 581 pp.
- Drake, C. J. 1952. A new tropical hebrid (Hemiptera). *The Pan-Pacific Entomologist* 28 (4): 194.
- Espinal, S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Agrológico. Bogotá, Colombia. 201 pp.
- Forero, E. y A. Gentry. 1989. Lista anotada de plantas del departamento del Chocó, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural. Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana 10. 142 pp.
- Gonzalez, A. F., F. Racca-Filho, L. N. Santos y F. G. Araújo. 2009. El pez *Trachelyopterus striatus* (Siluriformes: Auchenipteridae) como herramienta de muestreo de la entomofauna en un embalse tropical. *Revista de Biología Tropical* 57 (4): 1081-1091.
- Hungerford, H. B. 1948. The Corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). *University of Kansas Science Bulletin* 32: 5-827.
- Gentry, A. 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia* 15 (71-75): 71-91.
- Naranjo, C., S. Muñoz, F. F. F. Moreira y R. Correa. 2010. Taxonomy and distribution of aquatic and semiaquatic Heteroptera (Insecta) from Cuba. *Revista de Biología Tropical* 58 (3): 897-907.
- Nieser, N. 1975. The water bugs (Heteroptera: Nepomorpha) of the Guayana Region. *Studies on the Fauna of Suriname* 16 (59): 1-308.
- Morales, I. y M. I. Castro-Vargas. 2013. A new species and new records of *Tachygerris* Drake, 1957 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from Colombia. *Zootaxa* 3616 (3): 277-283.
- Morales-Castaño, I. y F. Molano-Rendón. 2008. Heterópteros acuáticos del Quindío (Colombia): Los infraórdenes Gerromorpha y Nepomorpha. *Revista Colombiana de Entomología* 34 (1): 121-128.
- Morales-Castaño, I. y F. Molano-Rendón. 2009. Revisión de los géneros *Eurygerris* y *Tachygerris* (Hemiptera: Tachygerrini) para la región neotropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 395-410.
- Morales-Castaño, 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.
- Molano-Rendón F., D. L. Camacho-Pinzón y C. Serrato-Hurtado. 2005. Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) de Colombia. *Biota Colombiana* 6 (2): 163-172.
- 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.
- Moreira, F. F. F., J. R. I. Ribeiro y J. L. Nessimian. 2008. A synopsis of the species of *Mesovelia* (Insecta: Heteroptera: Mesoveliidae) occurring in the floodplain of the Amazon River, Brazil, with redesignations of *Mesovelia mulsanti* White and *M. zeteki* Harris and Drake. *Acta Amazonica* 38 (3): 539-550.
- Moreira, F. F. F., J. R. I. Ribeiro y J. L. Nessimian. 2009. A synopsis of *Hydrometra* (Hemiptera, Heteroptera, Hydrometridae) from the Amazon River floodplain, Brasil, with redescription of *Hydrometra argentina* Berg. *Revista Brasileira de Entomologia* 53 (1): 69-73.
- Moreira, F. F. F., J. R. I. Ribeiro, J. L. Nessimian, M. M. Itoyama, M. M. U. Castanhole y L. L. V. Pereira. 2011a. New records and distribution expansions for Neotropical water-striders (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha). *Check List Journal of species lists and distribution*. 7 (3): 303-309.
- Moreira, F. F. F., J. R. I. Ribeiro, J. F. Barbosa, J. R. I. Ribeiro y V. P. Alecrim. 2011b. Checklist and distribution of semiaquatic and aquatic Heteroptera (Gerromorpha and Nepomorpha) occurring in Brazil. *Zootaxa*. 2958: 1-74.

- Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'hotspot' in tropical forest. *Environmentalist* 8: 187-208.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nieser, N. 1969. Notes on Antillean Notonectidae. *Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands* 30: 88-98.
- Nieser, N. 1975. The water bugs (Heteroptera: Nepomorpha) of the Guayana Region. *Studies on the Fauna of Suriname* 16 (59): 1-308.
- Nieser N. 1977. A revision of the genus *Tenagobia* Bergroth (Heteroptera: Corixidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 12 (1): 1-56.
- Nieser, N. y M. López-Ruf. 2001. A review of *Limnocoris* Stål (Heteroptera: Naucoridae) in Southern South America East of the Andes. *Tijdschrift voor Entomologie* 144: 261-328.
- Nieser, N., R. González y K. Eichelkraut. 1993. Nuevas especies de Naucoridae Fallen, (Heteroptera: Nepomorpha). *Boletín Museo de Entomología Universidad del Valle* 1 (1):1-11.
- Padilla-Gil, D. N. 1993. Sistemática y ecología de algunas especies de los géneros *Notonecta* Linneo y *Buenoa* Kirkaldy (Hemiptera: Notonectidae) en el departamento de Cundinamarca. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Bogotá D.C., Colombia. 182 pp.
- Padilla-Gil, D. N. 2002. Revisión del género *Buenoa* (Hemiptera, Notonectidae) en Colombia. *Caldasia* 24 (2): 481-491.
- Padilla-Gil, 2010 (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae). *Zootaxa* 3920 (4): 593-599.
- Padilla-Gil, D. N. 2010a. Two new species of *Martarega* (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) and a new species of *Tachygerris* (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from Colombia. *Zootaxa* 2560: 61-68.
- Padilla-Gil, D. N. 2010b. Two new species of *Rhagovelia* in the *salina* group from Colombia (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *Zootaxa* 2621: 63-68.
- Padilla-Gil, D. N. 2010c. A new species of *Rhagovelia* in the *R. elegans* group from Colombia. (Heteroptera: Veliidae). *Aquatic Insects* 32: 293-297.
- Padilla-Gil D. N. 2010d. Five new species of *Buenoa* (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) from Colombia. *Zootaxa* 2411: 22-32.
- Padilla-Gil, D. N. 2010e. A new species of *Buenoa* (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) from the Pacific coast of Colombia, with a key to males of notonectids of Colombia. *Zootaxa* 2622: 61-64.
- Padilla-Gil, D. N. 2011a. Ten new species of *Rhagovelia* in the *R. angustipes* complex from Colombia (Heteroptera: Veliidae). *Aquatic Insects* 33: 203-231.
- Padilla-Gil, D. N. 2011b. Four new species of *Rhagovelia* in the *robusta* group from Colombia (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae). *Zootaxa* 2975: 35-46.
- Padilla-Gil, D. N. 2012a. Los hemípteros acuáticos del municipio de Tumaco (Nariño, Colombia) Guía ilustrada. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto (Nariño), Colombia. 88 pp.
- Padilla-Gil, D. N. 2012b. Two new species of *Rhagovelia* from Colombia (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) with revised keys to the Colombian species in the *torquata* and *robusta* groups. *Zootaxa* 3251: 57-63.
- Padilla-Gil, D. N. 2012c. Two new species of *Buenoa* (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) from Colombia, with a key to the species in Colombia. *Zootaxa* 3316: 50-56.
- Padilla-Gil, D. N. 2013a. 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. 2013b. Immature stages of five species of Gerridae (Heteroptera: Gerromorpha) from the Eastern Tropical Pacific. *International Journal of Tropical Insect Science* 33 (2): 91-98.
- Padilla-Gil, D. N. 2013c. 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. 2013d. 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. 2013e. Description of the egg and immature stages of *Potamobates anchicaya* J. Polhemus & D. Polhemus, 1995 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) and intersexual variation in adults. *Zootaxa* 3745 (5): 524-532.
- Padilla-Gil, D. N. 2014. 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. 2015. Description of the egg and immature stages of *Martarega lofoides* Padilla-Gil, 2010 (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae). *Zootaxa* 3920 (4): 593-599.
- Padilla-Gil, D. N. y B. Pacheco-Chaves. 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 F. F. F. Moreira. 2013a. Checklist, taxonomy and distribution of the *Rhagovelia* Mayrs, 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* Westwood, 1834 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian species. *Zootaxa* 3745 (5): 587-595.
- Padilla-Gil, D. N. y J. Damgaard. 2011. A new species of *Potamobates* Champion from Colombia with a re-analysis of phylogenetic relationships (Hemiptera: Gerridae). *Zootaxa* 2879: 41-49.
- Padilla-Gil, D. N. y J. P. García López. 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 O. Arcos. 2011. Hemiptera acuáticos asociados a los estuarios de la costa pacífica colombiana. *Revista Colombiana de Entomología*. 37 (2): 350-353.
- Pérez-Goodwyn, P. J. 2006. Taxonomic revision of the subfamily Lethocerinae Lauck & Menke (Heteroptera: Belostomatidae) *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)* 695: 1-71.
- 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.
- Polhemus, J. T. 1977. Designation and other notes concerning Veliidae (Insecta: Hemiptera). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 79 (4): 637-648.
- Polhemus, J. T. y D. A. Polhemus. 1991. A review of the veliid fauna of bromeliads, with a key and description of a new species (Heteroptera: Veliidae). *Journal of the New York Entomological Society* 99 (2): 204-216.
- Polhemus, J. T. y M. A. Manzano. 1992. Marine Heteroptera of the Eastern Tropical Pacific (Gelastocoridae, Gerridae, Mesoveliidae, Saldidae, Veliidae). Pp: 302-320. *En*: Quintero, D. y A. Aiello (Eds.). *Insects of Panama and Mesoamérica, Select Studies*. Oxford University Press, Oxford.
- 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.
- Roback, S. S. y N. Nieser. 1974. Aquatic Hemiptera (Heteroptera) from the Llanos of Colombia. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 126 (4): 29-49.
- Romero, I. D. 2009. Las chinches gigantes de agua de Colombia (Hemiptera: Belostomatidae). Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D.C., Colombia. 151pp.
- Sekimoto, T., K. Iyota, Y. Osumi, T. Shiraki y T. Harada. 2013. Lowered Salinity Tolerance in Sea Skaters *Halobates micans*, *Halobates sericeus*, y *Halobates* sp. (Heteroptera: Gerridae). *Environmental Entomology* 42 (3): 572-577.
- Todd, E. L. 1955. A taxonomic revision of the family Gelastocoridae (Hemiptera). *University of Kansas Science Bulletin*. 37 (1): 277-475.
- Vidotto-Magnoni, A.P. y E.D. Carvalho. 2009. Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. *Neotropical Ichthyology* 7 (4): 701-708.
- von Prael, H., J. R. Cantera y R. Contreras. 1990. Manglares y hombres del Pacífico colombiano. Fen, Colciencias. Ed. Presencia, Bogotá. Colombia. 193 pp.
- Warburg, A., R. Aiman, A. Shtern, A. Silberbush, S. Markman, J. E. Cohen y L. Blaustein. 2011. Oviposition habitat selection by *Anopheles gambiae* in response to chemical cues by *Notonecta maculata*. *Journal of Vector Ecology* 36 (2): 421-425.

Anexo 1. Listado de especies de Nepomorpha de la región del Pacífico de Colombia. (*) Distribución exclusiva en Colombia. **Pac** (Pacífico), **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia), **And** (Andes). Para los departamentos: **Ama** (Amazonas), **Ant** (Antioquia), **By** (Boyacá), **Cau** (Cauca), **Cq** (Caquetá), **Cun** (Cundinamarca), **Hu** (Huila), **Lg** (La Guajira), **Ma** (Magdalena), **Met** (Meta), **Na** (Nariño), **Pu** (Putumayo), **Qu** (Quindío), **Ri** (Risaralda), **Snt** (Santander), **Suc** (Sucre), **To** (Tolima), **Vc** (Valle del Cauca).

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
CORIXIDAE Leach, 1815				
<i>Trichocorixa reticulata</i> (Guérin-Ménéville, 1857)	Car Pac	Na	0-30	Hungerford (1948), Nieser (1975), Padilla-Gil (2012a).
<i>Centrocorisa kollari</i> (Fieber, 1851)	And Pac	Ant Cau Hu Na Vc	0-1203	Hungerford (1948), Álvarez y Roldán (1983), Manzano <i>et al.</i> (1995), Moreira <i>et al.</i> (2011b), Padilla-Gil (2013a).
MICRONECTIDAE Jaczewski, 1924				
<i>Tenagobia incerta</i> Lundblad, 1928	Ori Pac	Met Na	0-467	Roback y Nieser (1974), Nieser (1975), Moreira <i>et al.</i> (2011), Padilla-Gil (2012a).
<i>Tenagobia testacea</i> Nieser, 1975	Car Pac	Ma Vc	40-1200	Manzano <i>et al.</i> (1995), Nieser (1977).
NEPIDAE Latreille, 1802				
<i>Ranatra tuberculifrons</i> Montandon, 1907	Pac	Na	10	Padilla-Gil (2013a)
BELOSTOMATIDAE Leach, 1815				
<i>Lethocerus annulipes</i> (Herrich-Schaffer, 1845)	And Car Ori Pac	Cun By Lg Met Snt Suc To Vc	36-2311	Romero (2009), Moreira <i>et al.</i> (2011).
<i>Lethocerus delpontei</i> De Carlo, 1930	And Amz Car Ori Pac	Ama Ant By Cq Cun Ma Met To Vc	85-2387	Romero (2009), Moreira <i>et al.</i> (2011).
GELASTOCORIDAE Kirkaldy, 1897				
<i>Gelastocoris bolivianus</i> DeCarlo, 1954	Pac	Na	580-700	Padilla-Gil (2013a)
<i>Gelastocoris oculatus</i> (Fabricius, 1978)	And Pac	Na Qu	220-1600	Champion (1901), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2013a).
<i>Nerthra ater</i> (Melin, 1929)	Pac	Vc	7	Todd (1955)
<i>Nerthra ecuadorensis</i> (Melin, 1929)	And Pac	Vc	7-1460	Todd (1955)
OCHTERIDAE Kirkaldy, 1906				
<i>Ochterus unidentatus</i> Nieser y Chen 1991	Pac	Vc	180	Manzano <i>et al.</i> (1995)
NOTONECTIDAE Latreille, 1802				
<i>Buenoa analoga</i> Padilla-Gil, 2012*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2012c)
<i>Buenoa anomala</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010d)
<i>Buenoa burtsa</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010d)
<i>Buenoa dactylis</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010d)

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
<i>Buenoa pallens</i> (Champion, 1901)	And Pac	Cun Vc	0-500	Nieser (1969), Manzano <i>et al.</i> (1995), Moreira <i>et al.</i> (2011), Padilla-Gil (2002).
<i>Buenoa penta</i> Padilla-Gil, 2012*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2012c)
<i>Buenoa prosthetus</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010d)
<i>Buenoa tumaquensis</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010d)
<i>Buenoa uselus</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-3	Padilla-Gil (2010e)
<i>Martarega awa</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	220-280	Padilla-Gil (2010a)
<i>Martarega lofoides</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-350	Padilla-Gil (2010a)
<i>Martarega pacifica</i> Manzano, Nieser y Caicedo, 1995*	Pac	Vc	40	Manzano <i>et al.</i> 1995
<i>Notonecta indica</i> Linnaeus, 1771	ama And Pac Ori	Cau Cun Met Na Pu Snt To	3-1000	Nieser (1969), Padilla-Gil (1993, 2012a, 2013a).
PLEIDAE Fieber, 1851				
<i>Neoplea borelii</i> (Kirkaldy, 1899)	Pac	Na	0-35	Padilla-Gil (2013a)
<i>Paraplea puella</i> (Barber, 1923)	And Pac	Ant Na	3-1400	Álvarez y Roldán (1983), Padilla-Gil (2012a).
NAUCORIDAE Leach, 1815				
<i>Cryphocricos rufus</i> DeCarlo, 1940	Pac	Na	880	Padilla-Gil (2013a)
<i>Limnocoris abrasum</i> Nieser, González y Eichelkraut, 1993*	Pac	Vc	283	Nieser <i>et al.</i> (1993), Nieser y López-Ruf (2001)
<i>Limnocoris calii</i> Nieser, González y Eichelkraut, 1993*	And Pac	Na Vc	280-1800	Nieser <i>et al.</i> (1993), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2013a).
<i>Limnocoris exogkoma</i> Manzano, Nieser y Caicedo, 1995*	And Pac	Vc	400-1970	Manzano <i>et al.</i> (1995), Nieser y López-Ruf (2001).
<i>Limnocoris gracilis</i> Nieser, González y Eichelkraut, 1993*	Pac	Vc	283	Nieser <i>et al.</i> (1993), Nieser y López-Ruf (2001).
<i>Limnocoris trilobatus</i> Nieser, González y Eichelkraut, 1993*	And Pac	Na Vc	0-1500	Nieser <i>et al.</i> (1993), Nieser y López-Ruf (2001), Padilla-Gil (2012a, 2013a).
<i>Pelocoris binotulatus binotulatus</i> (Stål, 1860)	And Ori Pac	Ant Met Na Qu	3-1700	Roback y Nieser (1974), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Moreira <i>et al.</i> (2011), Padilla-Gil (2013a).
<i>Pelocoris nitidus</i> Montandon, 1898	Pac	Vc	150	Manzano <i>et al.</i> (1995)

Anexo 2. Listado de especies de Hebridae, Hydrometridae y Gerridae (Gerromorpha) de la región del Pacífico de Colombia. (*) Distribución exclusiva en Colombia. **Pac** (Pacífico), **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia), **And** (Andes). Para los departamentos: **Ama** (Amazonas), **Ant** (Antioquia), **At** (Atlántico), **Bl** (Bolívar), **By** (Boyacá), **Cau** (Cauca), **Cl** (Caldas), **Cq** (Caquetá), **Cs** (Casanare), **Ce** (Cesar), **Ch** (Chocó), **Cor** (Córdoba), **Cun** (Cundinamarca), **Hu** (Huila), **Lg** (La Guajira), **Ma** (Magdalena), **Met** (Meta), **Na** (Nariño), **Ns** (Norte de Santander), **Pu** (Putumayo), **Qu** (Quindío), **Ri** (Risaralda), **Snt** (Santander), **Suc** (Sucre), **To** (Tolima), **Vc** (Valle del Cauca), **Va** (Vaupés), **Vch** (Vichada). Islas: **Mal** (Malpelo), **Gor** (Gorgona).

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
HEBRIDAE Amyot y Serville, 1843				
<i>Hebrus elimatus</i> Drake y Cobben, 1943	And Pac	Cun Na	70-2280	Padilla-Gil (2012a, 2013a)
<i>Hebrus major</i> Champion, 1898	And Pac	Ant Qu Na	35-1050	Álvarez y Roldán (1983), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2013a).
<i>Merragata hebroides</i> White, 1877	Pac	Na	0-45	Álvarez y Roldán (1983), Padilla-Gil (2013a).
<i>Merragata quieta</i> Drake, 1952	Pac	Na	0	Drake (1952), Padilla-Gil (2012a).
HYDROMETRIDAE Billberg, 1820				
<i>Hydrometra caraiba</i> (Guérin-Méneville, 1857)	And Car Pac	Ant At Ma Na Qu Vc	0-1300	Álvarez y Roldán (1983), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Moreira <i>et al.</i> (2009), Padilla-Gil (2013a, 2013c).
<i>Hydrometra exalla</i> Drake y Lauck, 1959	Pac	Na	10	Padilla-Gil (2013a, 2013c).
GERRIDAE Leach, 1815				
<i>Brachymetra albinervis</i> (Amyot y Serville, 1843)	Amz And Car Ori Pac	Ama Ant Cau Cho Cl Cor Cq Cs Cun Hu Lg Ma Met Na Pu Qu Ri Snt To Vc	0-1620	Álvarez y Roldán (1983), Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a, 2013a).
<i>Brachymetra lata</i> Shaw, 1933	Amz Pac Ori	Cq Met Na Va	200-450	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Padilla-Gil (2013a).
<i>Brachymetra unca</i> Shaw, 1933	Amz And Car Ori Pac	Ama Cor Cs Cun Met Na Ns Pu Vc	200-1400	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a).
<i>Charmatometra bakeri</i> (Kirkaldy, 1898)	And Ori Pac	Ant By Cq Cun Hu Met Na Snt Vc	70-2250	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Halobates micans</i> Eschscholtz, 1822	Car Pac pelágico	Vc mal	0	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008).
<i>Halobates sobrinus</i> White, 1883	Pac pelágico	Vc mal	0	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008).
<i>Halobates splendens</i> Witlaczi, 1886	Pac pelágico	Vc	0	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008).
<i>Limnogonus aduncus</i> Drake y Harris, 1933	Amz And Car Ori Pac	Ama Ant Cau Cho Cor Cq Ma Met Na Pu Qu Ri Snt Va Vc Vch	0-1858	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a).

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
<i>Limnogonus franciscanus</i> Stal, 1895	And Car Ori Pac	Cau Ma Met Na Qu Vc Vch	0-1900	Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Posso y González (2008), Padilla-Gil (2012a).
<i>Limnogonus ignotus</i> Drake y Harris, 1934	Amz And Ori Pac	Met Pu Vc	0-1620	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008).
<i>Metrobates amblydonti</i> Nieser, 1993 ¹	Amz Car Ori Pac	Ama Ant Cor Ce Cs Ns Pu Vc Vch	5-966	Posso y González (2008), Padilla-Gil (2013a).
<i>Ovatametra fusca</i> Kenaga, 1942	And Car Pac	Bl Ce Cho Cor Ma Ns Snt	25-350	Aristizábal (2002)
<i>Platygerris depressus</i> White, 1883	Car Pac	Ce Cho Ma Na Ns Vc	0-720	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a).
<i>Potamobates anchicaya</i> Polhemus y Polhemus, 1995	Amz And Pac	Cau Cho Na Pu Vc	8-1200	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a, 2013e).
<i>Potamobates bidentatus</i> Champion, 1898	Pac	vc	127	Posso y González (2008)
<i>Potamobates carvalhoi</i> Polhemus y Polhemus, 1995	Amz And Pac	Ant Cho Cq Ns Qu Snt To	300-1300	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Potamobates horvathi</i> Esaki, 1926	Amz And Car Ori Pac	Ant Ce Cho Cl Cq Cor Cs Hu Lg Ma Met Ns Snt To Vc	26-1200	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Potamobates tridentatus</i> Esaki, 1926	Pac	Cau Cho Vc	0-150	Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008).
<i>Potamobates tumaquensis</i> Padilla-Gil y Damgaard, 2011*	Pac	Na	0-30	Padilla-Gil y Damgaard (2011), Padilla-Gil (2012a).
<i>Potamobates unidentatus</i> Champion, 1898	Ori Pac	Cho Ma Met	200-1400	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Potamobates variabilis</i> Hungerford, 1938	Pac	Vc	104	Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Rheumatobates carvalhoi</i> Drake y Harris, 1944	Pac	Cau Cho Vc	0	Polhemus y Manzano 1992, Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Castro y Morales (2011), Padilla-Gil (2012a).
<i>Rheumatobates drakei</i> (Hungerford, 1954)	Pac	Na	20	Padilla-Gil (2013a).
<i>Rheumatobates longisetosus</i> Polhemus y Manzano, 1992*	Pac	Na Vc	0	Polhemus y Manzano 1992, Molano-Rendón <i>et al.</i> 2005, Posso y González (2008), Padilla-Gil y Arcos (2011), Padilla-Gil (2012a, 2013b), Padilla-Gil y Pacheco-Chaves (2012).
<i>Rheumatobates peculiaris</i> Polhemus y Spangler, 1989	Pac	Cau Gor Na	0-150	Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Padilla-Gil (2012a, 2013b), Padilla-Gil y Pacheco-Chaves (2012).

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
<i>Rheumatobates probolicornis</i> Polhemus y Manzano, 1992*	Pac	Cau Cho Na Vc	0	Polhemus y Manzano (1992), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Castro y Morales (2011), Padilla-Gil (2012a, 2013b), Padilla-Gil y Pacheco-Chaves (2012).
<i>Tachygerris celocis</i> (Drake y Harris, 1931)	Amz And Pac Ori	Ama By Cau Cho Cor Cq Cs Met Pu Va	0-1700	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2009); Morales y Castro-Vargas (2013).
<i>Tachygerris dentiferus</i> Padilla y Nieser, 2001*	Pac	Na	720-1100	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Padilla-Gil (2012a).
<i>Tachygerris opacus</i> Champion, 1901	Amz And Car Ori Pac	Ama Ara By Cau Ce Cho Cor Cq Cs Hu Ma Met Ns Qu Ri To Va Vc	20-1700	Roback y Nieser (1974), Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008, 2009); Morales y Castro-Vargas (2013), Padilla-Gil (2013a).
<i>Tachygerris tumaquensis</i> , Padilla-Gil 2010*	Pac	Na	0	Padilla-Gil (2010a, 2012a).
<i>Telmatometra panamensis</i> (Drake y Harris, 1941)	Amz And Car Pac	Ama Cl Cor Na Pu Vc	0-800	Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Telmatometra ujhelyii</i> Esaki, 1937	Amz And Car Ori Pac	Ant Ce Cor Cho Cq Cd Cs Cun Lg Ma Met Na Ns Ri Snt Suc To Vc	5-1100	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Telmatometra whitei</i> Bergroth, 1908	Pac	Na Vc	10-350	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Padilla-Gil (2012a, 2013b).
<i>Telmatometroides rozeboomi</i> (Drake y Harris, 1937)	And Car Pac	Cau Cho Ce Na Vc	0-1456	Polhemus y Manzano (1992), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a, 2013b).
<i>Trepobates panamensis</i> Drake y Hottes, 1952	Amz And Car Ori Pac	Ant By Cau Cho Cor Cq Cs Cun Ma Qu Pu Snt To Vc	127-1731	Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010).
<i>Trepobates taylori</i> (Kirkaldy, 1899)	Amz And Car Ori Pac	Ant Bl Cau Cl Cho Ce Cor Cs Cun Ma Met Na Pu Qu Ri Snt To Vc Vch	0-1731	Roback y Nieser (1974), Manzano <i>et al.</i> (1995), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón 2008, Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro (2010), Padilla-Gil (2012a).
<i>Trepobates trepidus</i> Drake y Harris, 1928	Amz And Car Ori Pac	Ant By Cau Cho Ce Cl Cor Cq Cs Cun Hu Lg Ma Met Na Ns Pu Qu Ri Snt Suc To Vc	0-2725	Álvarez y Roldán (1983), Molano-Rendón <i>et al.</i> (2005), Morales-Castaño y Molano-Rendón 2008, Posso y González (2008), Morales-Castaño y Castro 2010, Padilla-Gil (2012a).

Anexo 3. Listado de especies de Veliidae y Mesoveliidae (Gerromorpha) de la región del Pacífico de Colombia. (¹) Especies tentativamente ubicadas en ese grupo. (*) Distribución exclusiva en Colombia. **Pac** (Pacífico), **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia), **And** (Andes). Para los departamentos: **Ant** (Antioquia), **At** (Atlántico), **Cau** (Cauca), **Ce** (Cesar), **Ch** (Chocó), **Cun** (Cundinamarca), **Met** (Meta), **Na** (Nariño), **Pu** (Putumayo), **Qu** (Quindío), **Vc** (Valle del Cauca).

Especies	Región biogeográfica	Departamentos	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
VELIIDAE Brullé, 1836				
<i>Microvelia ancona</i> Drake y Champman, 1954	Pac	Cho	25	Polhemus y Polhemus (1991)
<i>Microvelia inguapi</i> Padilla-Gil y Moreira, 2013*	Pac	Vc	0	Padilla-Gil y Moreira (2013b)
<i>Microvelia leucothea</i> (Polhemus y Manzano, 1992)*	Pac	Na	10	Polhemus y Manzano (1992)
<i>Microvelia longipes</i> Uhler, 1894 ¹	Amz And Pac	Cun Na Pu Qu Vc	0-1200	Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2012a, 2013a).
<i>Microvelia pulchella</i> Westwood, 1834 ¹	Amz And Pac-	Ce Cun Na Pu Qu Vc	0-2000	Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2012a, 2013a).
<i>Paravelia recens</i> (Drake y Harris, 1935)	Pac	Cho	25	Polhemus y Polhemus (1991)
<i>Platyvelia maritima</i> (Polhemus y Manzano, 1992)*	Pac	Vc	0	Polhemus y Manzano (1992)
MESOVELIIDAE Douglas y Scott, 1867				
<i>Mesovelia halirrhya</i> Polhemus, 1975	Pac	Vc	0	Polhemus y Manzano (1992)
<i>Mesovelia mulsanti</i> White, 1879	Amz And Car Ori Pac	Ant At Cau Ce Cun Met Na Qu Vc	0-1830	Roback y Nieser (1974), Álvarez y Roldán (1983), Polhemus y Manzano (1992), Manzano <i>et al.</i> (1995), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Moreira <i>et al.</i> (2008), Padilla-Gil (2012a, 2013a).
<i>Mesovelia zeteki</i> Harris y Drake, 1941	Pac	Vc	0	Moreira <i>et al.</i> (2008, 2011a)
<i>Mesoveloidea williamsi</i> Hungerford, 1929 ¹	And Pac	Ant Na Qu	300-1600	Álvarez y Roldán (1983), Morales-Castaño y Molano-Rendón (2008), Padilla-Gil (2013a).
<i>Darwinivelia angulata</i> Polhemus y Manzano, 1992*	Pac	Vc	0	Polhemus y Manzano (1992)

Anexo 4. Listado de especies de Rhagovelia Mayr, 1865 (Veliidae, Gerromorpha) de la región del Pacífico de Colombia, organizada por orden alfabético y por complejos o grados. (1) Especies tentativamente ubicadas en ese grupo. (*) distribución exclusiva en Colombia. **Pac** (Pacífico), **Amz** (Amazonas), **Car** (Caribe), **Ori** (Orinoquia), **And** (Andes). Para los departamentos: **Ama** (Amazonas), **Ant** (Antioquia), **Cau** (Cauca), **Cun** (Cundinamarca), **Hu** (Huila), **Ma** (Magdalena), **Met** (Meta), **Na** (Nariño), **Pu** (Putumayo), **Qu** (Quindío), **Snt** (Santander), **To** (Tolima), **Vc** (Valle del Cauca).

Complejo o grado	Grupo	Especies	Región biogeográfica	Departamento	Altitud m s.n.m.	Referencia bibliográfica
<i>abrupta</i>	<i>itaitaitana</i>	<i>Rhagovelia candetilla</i> Padilla-Gil, 2012*	Pac	Na	35	Padilla-Gil (2012a)
<i>angustipes</i>	<i>bisignata</i> ¹	<i>Rhagovelia pacifica</i> Padilla-Gil, 2011*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2011a, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013).
<i>angustipes</i>	<i>bisignata</i> ¹	<i>Rhagovelia calceola</i> Padilla-Gil, 2011*	Pac	Na	1400	Padilla-Gil (2011a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>bisignata</i>	<i>Rhagovelia spinosa</i> Gould, 1931	Pac	Na	0-1000	Padilla-Gil (2011a, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>bisignata</i>	<i>Rhagovelia tenuipes</i> Champion, 1898	Amz And Ori Pac	Cau Cun Na Hu Pu Met Vc	0-1200	Bacon (1956), Roback y Nieser (1974), Padilla-Gil (2011a), Padilla-Gil (2012a, 2013a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>hambletoni</i>	<i>Rhagovelia espriella</i> Padilla-Gil, 2011*	Pac	Na	60	Padilla-Gil (2011a, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>hambletoni</i>	<i>Rhagovelia rosensis</i> Padilla-Gil, 2011*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>hambletoni</i>	<i>Rhagovelia vonprahli</i> Manzano, Nieser y Caicedo, 1995*	Pac	Cau	10-180	Manzano <i>et al.</i> 1995, Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>salina</i>	<i>Rhagovelia aguactara</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2010b, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>salina</i>	<i>Rhagovelia arcuata</i> (Polhemus y Manzano, 1992)*	Pac	Na Vc	0	Polhemus y Manzano (1992), Padilla-Gil (2010b, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>salina</i>	<i>Rhagovelia colombiana</i> (Polhemus y Manzano, 1992)*	Pac	Vc	0	Polhemus y Manzano (1992), Padilla-Gil (2010b), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>angustipes</i>	<i>salina</i>	<i>Rhagovelia rosarensis</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2010b, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>robusta</i>	<i>elegans</i>	<i>Rhagovelia elegans</i> Uhler, 1894	Amz And Car Pac	Ama Ant Ma Na Qu To Vc	0-1300	Polhemus (1997), Padilla-Gil (2010c, 2013a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>robusta</i>	<i>elegans</i>	<i>Rhagovelia pediformis</i> Padilla-Gil, 2010*	Pac	Na	0-10	Padilla-Gil (2010c, 2012a), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>robusta</i>	<i>hirripes</i>	<i>Rhagovelia femoralis</i> Champion, 1898	And Pac	Vc	430-1300	Polhemus (1997), Padilla-Gil y Moreira (2013a).
<i>robusta</i>	<i>robusta</i>	<i>Rhagovelia zeteki</i> Drake, 1953	And Car Pac	Ma Snt Vc	40-105	Polhemus 1997, Padilla-Gil (2011b, 2012b), Padilla-Gil y Moreira (2013a).

Anexo 5. Riqueza de especies y exclusividad por géneros y familias, para la región del Pacífico de Colombia.

Taxón	Número de especies	Exclusivas
Gerromorpha		
Hebridae	4	0
<i>Hebrus</i> Curtis, 1833	2	0
<i>Merragata</i> Buchanan-White, 1877	2	0
Hidrometridae	2	0
<i>Hydrometra</i> Latreille, 1796	2	0
Gerridae	37	13
<i>Brachymetra</i> Mayr, 1865	3	0
<i>Charmatometra</i> Kirkaldy, 1898	1	0
<i>Halobates</i> Eschscholtz, 1822	3	3
<i>Limnogonus</i> Stål, 1868	3	0
<i>Metrobates</i> Uhler, 1871	1	0
<i>Ovatametra</i> Kenaga, 1942	1	0
<i>Platygerris</i> White, 1883	1	0
<i>Potamobates</i> Champion, 1898	8	4
<i>Rheumatobates</i> Bergroth, 1892	5	5
<i>Tachygerris</i> Drake, 1957	4	2
<i>Telmatometra</i> Bergroth, 1908	3	0
<i>Telmatometroides</i> Polhemus, 1991	1	0
<i>Trepobates</i> Uhler, 1894	3	0
Veliidae	23	14
<i>Rhagovelia</i> Mayr, 1865	16	11
<i>Microvelia</i> Weestwood, 1834	5	2
<i>Paravelia</i> Breddin, 1898	1	0
<i>Platyvelia</i> Polhemus y Polhemus, 1993	1	1
Mesoveliidae	5	1
<i>Mesovelia</i> Mulsant y Rey, 1852	3	0
<i>Mesoveloidea</i> Hungerford, 1929	1	0
<i>Darwinivelia</i> Andersen y Polhemus, 1980	1	1
Nepomorpha		
Corixidae	2	0
<i>Trichocorixa</i> Kirkaldy, 1908	1	0
<i>Centrocorisa</i> Lundblad, 1929	1	0
Micronectidae	2	0
<i>Tenagobia</i> Bergroth, 1899	2	0
Nepidae	1	0
<i>Ranatra</i> Fabricius, 1790	1	0
Belostomatidae	2	0
<i>Lethocerus</i> Mayr, 1853	2	0

Taxón	Número de especies	Exclusivas
Gelatoridae	4	0
<i>Gelastocoris</i> Kirkaldy, 1897	2	0
<i>Nerthra</i> Say, 1832	2	0
Ochteridae	1	0
<i>Ochterus</i> Latreille, 1807	1	0
Notonectidae	13	11
<i>Buenoa</i> Kirkaldy, 1904	9	8
<i>Martarega</i> White, 1879	3	3
<i>Notonecta</i> Linnaeus, 1758	1	0
Pleidae	2	0
<i>Neoplea</i> Esaki y China, 1928	1	0
<i>Paraplea</i> Esaki y China, 1928	1	0
Naucoridae	8	5
<i>Cryphocricos</i> Signoret, 1850	1	0
<i>Limnocoris</i> Stål, 1860	5	5
<i>Pelocoris</i> Stål, 1876	2	0

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

Gerromorpha y Nepomorpha (Heteroptera) del Pacífico de Colombia: lista de especies, distribución geográfica y altitudinal

Citación del artículo. 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.

Recibido: 19 de octubre de 2014
 Aprobado: 10 de mayo de 2015

Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia

List of the dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Colombian dry forests

Arturo González-Alvarado y Claudia A. Medina

Resumen

Se presenta el listado de las especies de escarabajos coprófagos de bosque seco de Colombia de la Colección Entomológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Se revisaron 19.797 ejemplares de 68 especies que corresponde al mayor número de especies registrado para varias localidades de bosque seco en Colombia. Se discute sobre los problemas taxonómicos que existen en los escarabajos coprófagos (subfamilia Scarabaeinae) en Colombia y se propone la unificación de registros, asignando un código único a cada una de las especies en las que no es posible asignarle un epíteto específico. De las 68 especies, sólo a 35 (51 % de las especies), fue posible asignarles un epíteto específico, las restantes especies se encuentran codificadas.

Palabras clave. Taxonomía. Listado de especies. Registros biológicos. Ecosistema estratégico. Conservación.

Abstract

The species list of dung beetles of the dry forest of Colombia from the Entomological Collection of the Alexander von Humboldt Institute is presented. A total of 19.797 specimens of 68 species, the largest number of species registered for different localities in dry forest in Colombia, were reviewed. The taxonomic problems within the subfamily Scarabaeinae in Colombia are discussed; and a unique code for each morpho-species is proposed to further the the standardization of identification for records that cannot be identified to species. Only 35 species (51 %) could be identified to species, the others were codified.

Key words. Taxonomy. Checklist. Biological records. Strategic ecosystem. Conservation.

Introducción

Los escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae son un grupo ampliamente usado en estudios ecológicos y evaluaciones de diversidad. En Colombia el estudio de este grupo de insectos creció en las últimas décadas. Muchas investigaciones y evaluaciones ecológicas que involucran escarabajos coprófagos se han desarrollado principalmente en los Andes centrales y la región del Eje Cafetero (Medina *et al.* 2002, Escobar *et al.* 2005, Giraldo *et al.* 2011, Cultid

et al. 2012, Martínez-Quintero *et al.* 2013, Cultid *et al.* 2014), y numerosos trabajos se han publicado sobre escarabajos coprófagos de bosque seco de la Costa Atlántica y la región del departamento del Tolima. Del total de 16 publicaciones registradas con escarabajos coprófagos de bosque seco de Colombia (Medina y González 2014), 12 corresponden a la Costa Atlántica: región Caribe (IAvH 1997, 2009), Magdalena (Jiménez *et al.* 2008, Barraza *et al.* 2010, Martínez *et al.* 2009,

2010a), Sucre (Bohórquez y Montoya 2009, Navarro *et al.* 2011), Atlántico (Martínez *et al.* 2010b, Solís *et al.* 2011), Cesar (Delgado *et al.* 2012). Los otros trabajos son del bosque seco de la región del Tolima y Huila (IAvH 1995, Escobar 1997, Bustos-Gómez y Lopera 2003).

La asociación de los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae a excremento, principalmente de vertebrados, carroña y frutos o material vegetal en descomposición, ha convertido a los escarabajos coprófagos en un grupo popular en estudios de ecología tropical. Al ser capturados fácilmente en trampas, con esfuerzos de muestreo relativamente bajos y en cortos periodos de tiempo, se puede obtener mucha información y numerosos registros. Por esta razón este grupo de insectos se ha convertido en un atractivo objeto de estudio y se han muestreado ampliamente para responder diferentes preguntas ecológicas (Spector 2006, Nichols *et al.* 2008, Cultid *et al.* 2012). Desafortunadamente el conocimiento taxonómico del grupo no ha despertado el mismo interés y ha crecido de manera desigual en comparación al número de trabajos ecológicos. De hecho muchos grupos de escarabajos son desconocidos taxonómicamente, lo cual es una evidente debilidad de los inventarios y estudios ecológicos (Cultid *et al.* 2012).

En Colombia se han registrado 283 especies y 35 géneros (Medina *et al.* 2001), pero se sabe que el número de especies podría estar cerca a las 400 (Cultid *et al.* 2012). Sin embargo, el verdadero número de especies es aún desconocido ya que después del listado de Medina *et al.* (2001) no se ha publicado un listado actualizado de las especies para el país.

Para la región andina, en una revisión de listados de especies publicados en Colombia, Cultid *et al.* (2012) encontraron que cerca del 40 % de las especies carecen de identificación específica. En la literatura revisada para bosque seco, aproximadamente el 32 % de las especies están sin determinar o los nombres de especies necesitan ser verificados, principalmente de los géneros *Canthon* Hoffmannsegg 1817, *Canthidium* Erichson 1847, *Onthophagus* Latreille 1807 y *Uroxys* Westwood 1842. Con base en los registros de la colección del Instituto Humboldt el porcentaje de especies de bosque seco sin identificar es mayor a

lo encontrado en la literatura para bosque seco y a lo reportado para la región andina por Cultid *et al.* (2012). Aproximadamente el 51 % de las especies no tienen identificación a nivel de especie y no es posible asignarles un epíteto específico dado el limitado conocimiento taxonómico para estos géneros en Colombia (González *et al.* 2015).

Este trabajo hace parte del proyecto de unificación de registros de escarabajos coprófagos a nivel nacional que involucra la verificación e identificación taxonómica de las especies, la asignación de códigos únicos a las especies sin epíteto específico verificado, la conformación de la Colección de Referencia de Escarabajos Coprófagos de Colombia (CRECC) que reposa en la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAVH) y la publicación de la base de datos de registros de escarabajos coprófagos unificados que se proyecta publicar en el SiB Colombia. Como avance del proyecto en mención, se publica el presente listado actualizado de las especies de escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae registradas en bosque seco de Colombia.

Material y métodos

Se revisaron 19.797 ejemplares de escarabajos coprófagos de la colección del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, todos pertenecientes a localidades de bosque seco de nueve departamentos de Colombia.

Se realizó un estudio exhaustivo de la morfología externa y del órgano genital masculino para la delimitación de las especies. Cuando fue posible (por la cantidad de individuos), para cada una de las especies se estudió la morfología externa de una serie larga de individuos (más de 50) para conocer los límites de variación de cada una, principalmente en las especies que presentan un marcado trimorfismo sexual (hembras, machos grandes con cuernos desarrollados y machos pequeños con cuernos poco desarrollados). Además, cuando la cantidad de individuos lo permitía, se les extrajo el órgano genital masculino en al menos 10 individuos siguiendo la metodología de Medina *et al.* (2003); esto con el fin de corroborar la separación a especie realizada con morfología externa y conocer los límites de variación del órgano genital masculino.

En la morfología externa se estudiaron principalmente la forma y la microescultura de cabeza, pronoto, hipómero, élitros, pigidio, abdomen, meso y metaesternon y patas; además del dimorfismo sexual, que incluye diferencias en cuernos, abdomen, pigidio, espolón de la tibia anterior, espinas en los fémures posteriores. Del órgano genital masculino se estudió la forma de los escleritos del saco interno, de acuerdo a lo descrito en Medina *et al.* (2013); esclerito(s) medial(es), esclerito basal, esclerito placa, esclerito elongado y escleritos accesorios.

Para la identificación de cada una de las especies separadas se utilizaron las revisiones taxonómicas disponibles, monografías y descripciones originales (Harold 1867a, 1867b, 1868a, 1868b, 1868c, 1880, Bates 1887, Boucomont 1932, Arrow 1933, Balthasar 1939, Howden y Young 1981, Edmonds 1994, Kohlmann 1996, Rivera-Cervantes y Halffter 1999, Edmonds 2000, Génier y Kohlmann 2003, Edmonds y Zidek 2004, Solís y Kohlmann 2004, Vaz-de-Mello 2008, Génier 2009, González *et al.* 2009, González y Vaz-de-Mello 2014, Edmonds y Zidek 2010, 2012, Génier 2012, Cupello y Vaz-de-Mello 2013).

Resultados y discusión

Colección de referencia y códigos únicos de identificación

Algunos géneros de escarabajos coprófagos, subfamilia Scarabaeinae, como: *Canthon*, *Canthidium*, *Dichotomius* Hope 1838, *Onthophagus* y *Uroxys*, no cuentan con revisiones taxonómicas recientes. En estos géneros, que son numerosos en especies y debido a la gran variación morfológica externa e interna, la identificación taxonómica es compleja. Con ayuda de monografías antiguas y de las descripciones originales, en algunos casos, es posible a una especie asignarle su epíteto específico. Sin embargo, esto no es posible para la mayoría de las especies donde un mismo nombre puede ser asignado a dos, o a veces hasta tres especies distintas; esto debido principalmente a que las descripciones originales antiguas, son cortas, poco precisas, no cuentan con ilustraciones, y no presentan suficientes caracteres morfológicos que permitan la identificación acertada de las especies. Una forma de verificar las identificaciones y tener certeza en los nombres asignados a las especies, es verificar con

los ejemplares tipo (holotipos, paratipos, sintipos, lectotipos) de cada una de las especies. Los ejemplares tipo de especies colombianas y de América en general, se encuentran dispersos en varios museos del Viejo Mundo, lo que dificulta la corroboración de las especies y ha limitado listados taxonómicos completos en este grupo para Colombia.

La falta de verificación en las identificaciones y de revisiones taxonómicas, hace que en los listados de especies y en los trabajos ecológicos publicados, se refleje un alto porcentaje de especies sin identificación específica. Los autores han recurrido a separar las morfo-especies usando el sufijo “sp.” seguido de un número; p. e. “sp. 1”. En otros se agregan sufijos como “cf” o “near” para indicar que las identificaciones no han sido del todo verificadas, p. e. *Canthon cf. subhyalinus* Harold 1867. Desafortunadamente este tipo de registros con este tipo de sufijos asignados independientemente por diferentes autores, no permite hacer comparaciones entre las diferentes morfo-especies, ni conocer la distribución geográfica real de las especies.

Para América se registran 64 géneros (Vaz-de-Mello *et al.* 2011) (excluyendo los mono-típicos e introducidos), de los cuales en los últimos 10 años se han publicado 12 revisiones taxonómicas (19 %) para géneros distribuidos en Colombia, por siete autores. Esto deja en evidencia que el trabajo taxonómico es lento y cada vez la taxonomía es objeto de menos estudios (Kim y Byrne 2006). Por otro lado, la distribución potencial de especies, medición de rasgos funcionales y los servicios ecosistémicos, son temas que están siendo ampliamente estudiados; sin embargo estos temas se basan principalmente en características de las especies y/o en su distribución. Por lo tanto, y debido a la incertidumbre taxonómica, estos estudios aplicados y de gran impacto en la toma de decisiones en cuanto a la conservación, con escarabajos coprófagos -por lo menos en Colombia- están lejos de ser útiles si se sigue esperando que las especies, o la gran mayoría de ellas estén identificadas.

Sí cada colección y cada investigador asigna códigos independientes a cada morfo-especie, las bases de datos de esos registros, si están disponibles a través de iniciativas como la del SiB Colombia (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia) o la

del GBIF (Global Biodiversity Information Facility), no serían comparables y estos registros biológicos de especies sin epíteto específico no serían utilizables en esos estudios aplicados.

Por otro lado, al revisar ejemplares de escarabajos coprófagos que fueron utilizados en trabajos ya publicados de bosque seco, se encontró que el número de especies normalmente registradas es menor al número real. Esto se debe a que generalmente en géneros como *Canthon*, *Canthidium*, *Onthophagus* y *Uroxys*, se pueden coleccionar, de una misma localidad, dos especies muy cercanas morfológicamente, que no son fácilmente diferenciables. Lo que se ha observado en algunos casos en estas especies es que una es muy abundante, y de la otra, se coleccionan pocos individuos y es generalmente la especie no detectada. La falta de entrenamiento en la práctica taxonómica del investigador que realiza la separación de las especies, la falta de literatura de apoyo, como claves taxonómicas para los no taxónomos o la gran cantidad de individuos coleccionados, pueden ser la causa de que los investigadores no diferencien la totalidad de las especies. Así, el resultado son listados de especies mal contruidos, que subestiman o en algunos casos sobreestiman la diversidad en términos de número de especies. Se considera importante resaltar que para mejorar la identificación taxonómica es necesario montar en alfiler series grandes de individuos, lo que facilita observar mejor los caracteres taxonómicos y permite además conocer los límites de la variación de las especies, para de esta forma detectar las especies de las cuales se coleccionan pocos ejemplares.

Se propone una codificación única en Colombia, para cada una de las especies que no sea posible asignarle el nombre de la especie. Este código único está compuesto del nombre del género, seguido de sp., un número y la letra H (*Canthidium* sp. 01H). La letra H se refiere a, que la morfo-especie fue designada en la colección del Instituto Humboldt, y sirve además para diferenciar las especies ya codificadas de las que aún no están codificadas. A cada uno de los ejemplares se le agrega una etiqueta de identificación con este código, de tal forma que ésta información esté disponible tanto en el ejemplar como en la base de datos de la colección. De esta forma se logra tener información completa de la distribución de cada una de las especies, aunque estas aun, no tengan un nombre específico asignado.

Esta iniciativa de codificación de las especies, se propone con el fin de que los registros de escarabajos coprófagos, grupo ampliamente utilizado como bioindicador, sean comparables y puedan ser usados en otros estudios, principalmente de evaluaciones biológicas o ecológicas, y modelamiento y distribución, entre otros. Para que otros investigadores y otras colecciones en Colombia se sumen a esta iniciativa y se puedan unificar las identificaciones nacionalmente, se creó la Colección de Referencia de Escarabajos Coprófagos de Colombia (CRECC), en donde reposan todas las especies verificadas y codificadas.

En la CRECC para cada una de estas especies, cuando fue posible por el número de individuos disponibles, se ingresaron entre cuatro y ocho individuos dependiendo de la variación de la especie. Con esta colección de referencia se pueden hacer identificaciones por comparación, fácil y rápidamente, además de saber si una especie sin nombre específico ya se encuentra codificada. Además, al menos un espécimen macho tiene el órgano genital masculino extraído, debidamente preparado y preservado, lo que facilitará las comparaciones tanto de la morfología externa y de los escleritos del saco interno del eedeago.

Conclusiones

Listado de especies

Se presenta un listado de especies de bosque seco de los registros de la colección entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. Se registran 68 especies (Anexo 1), que representa el 24 % de las especies registradas por Medina *et al.* (2001) para Colombia. De estas sólo al 51 % de las especies (35) fue posible asignarles un epíteto específico; las especies restantes están codificadas con un código único. Para bosques secos, en diferentes localidades, el mayor número de especies registradas han sido de 35 (Solís *et al.* 2011), que representa el 51 % de las especies acá registradas.

Basado en los registros de la colección del IAVH, del total de especies registradas, el 34 % (23 especies) son posiblemente exclusivas de bosque seco, es decir que no se encontraron individuos de esas especies en localidades diferentes a las de bosque seco del Caribe y los valles interandinos en Colombia. Este resultado podría mostrar un alto grado de endemismo de escarabajos coprófagos en bosque seco en Colombia.

Los registros utilizados en la construcción de este listado de especies se encuentra publicada y es de libre acceso (González *et al.* 2015). En esta base de datos se puede encontrar la información (localidad(es), altitud, fechas de colecta, hábitat) asociada a cada uno de los registros para cada una de las especies.

Agradecimientos

Los autores agradecen al equipo de entomología de la colección del Instituto Humboldt, Luis Franco, Miguel Torres y, especialmente a Edwin Torres, por su apoyo en la curaduría básica y sistematización de la Colección de escarabajos coprófagos. A Hernando García, Roy González y Camila Pizano del programa Ciencias Básicas de la Biodiversidad por su constante interés y apoyo al proyecto de escarabajos de bosque seco. Además a Xiomara Villalba por su ayuda con la curaduría de la CRECC. A los evaluadores que enriquecieron el manuscrito y a las personas que han donado ejemplares de bosque seco a la colección del Instituto Humboldt; Jeison Barraza, Kennya Román, Leydis Murillo, Jenilee Montes, Santiago Montoya, Carolina Giraldo y Jibram León.

Bibliografía

- Arrow, G. J. 1933. The genus *Uroxys* (Coleoptera, Copridae), with descriptions of some new species. *The Annals and Magazine of Natural History Series* 10, 11: 385-399.
- Balthasar, V. 1939. Eine vorstudie zur Monographie der Gattung *Canthon* Hffsg. *Folia Zoologica et Hydrobiologica* 9: 179-238.
- Barraza, J., J. Montes, N. Martínez y C. Deloya. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del bosque tropical seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36: 285-291.
- Bates, H. 1887. Pectinicornia and Lamellicornia. *Biologia Centrali-Americana Insecta Coleoptera vol. II part 2*. Published for the editors by R.H. Porter. London. 432 pp.
- Bohórquez, J. y J. Montoya. 2009. Abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 10: 1-7.
- Boucomont, A. 1932. Synopsis des *Onthophagus* d'Amérique du Sud (Col. Scarab.). *Annales de la Société Entomologique de France* 101: 293-332.
- Bustos-Gómez, F. y A. Lopera. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). Pp: 59-65. *En: Onore, G., P. Reyes-Castillo y M. Zunino (Eds.). Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento. Monografías Tercer Milenio Zaragoza, España.*
- Cultid-Medina, C., J. M. Lobo, C. A. Medina, A. González, F. Escobar y P. Chachón. 2014. Completitud del inventario de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en la Ecorregión del Eje Cafetero, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 40 (1): 111-119.
- Cultid-Medina, C., C. A. Medina, B. Martínez, A. Escobar, L. M. Constantino y N. J. Betancur. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS Books. Colombia. 196 pp.
- Cupello, M. y F. Vaz-de-Mello. 2013. Taxonomic revision of the South American dung beetle genus *Gromphas* Brullé, 1837 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini: Gromphadina). *Zootaxa* 3722: 439-482.
- Delgado, P., A. Lopera y J. O. Rangel-Ch. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). Pp: 833-849. *En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.). Colombia Diversidad biótica XII. La región Caribe de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.*
- Edmonds, W. D. 1994. Revision of *Phanaeus* MacLeay, a New World genus of Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Natural History Museum of Los Angeles County, Contributions in Science* 443: 1-105.
- Edmonds, W. D. 2000. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Sulcophanaeus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana, Supplementum* 6: 1-60.
- Edmonds, W. D. y J. Zídek. 2004. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Folia Heyrovskyana, Supplementum* 11: 1-58.
- Edmonds, W. D. y J. Zidek. 2010. A taxonomic review of the Neotropical genus *Coproghanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 129: 1-111.
- Edmonds, W. D. y J. Zídek. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi* 274: 1-108.
- Escobar, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un fragmento de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19 (3): 419-430.
- Escobar, F., J. Lobo y G. Halffter. 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography* 14: 327-337.

- Génier, F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini), révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft Series, Faunistica* 85: 1-430.
- Génier, F. 2012. A new species and notes on the subgenus *Deltochilum* (*Deltochilum*) Eschscholtz, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Zootaxa* 3357: 25-36.
- Génier, F. y B. Kohlmann. 2003. Revision of the Neotropical dung beetle genera *Scatimus* Erichson and *Scatrichus* gen. nov. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Faberies* 28: 57-111.
- Giraldo, C., F. Escobar, J. Chará y Z. Calle. 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity* 4: 115-122.
- González, A., E. Torres y C. A. Medina. 2015. Escarabajos coprófagos de bosque seco de la Colección Entomológica del Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia, 11686 registros, en línea: http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=bosqueseco_scarabaeidae_iavh, publicado el 30/07/2015 GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/ed195c7e-2727-46f8-ac2e-37c0af2c8c59>doi:10.15468/hdfuql
- González, A., F. Molano y C. A. Medina. 2009. Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35: 253-274.
- González, A. y F. Vaz-de-Mello. 2014. Taxonomic review of the subgenus *Hybomidium* Shipp 1897 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*). *Annales de la Société Entomologique de France* (n. s.) 50 (3-4): 431-476.
- Howden, H. y O. P. Young. 1981. Panamanian Scarabaeinae: taxonomy, distribution, and habits. *Contributions of the American Entomological Institute* 18: 1-204.
- Harold, E. von. 1867a. Diagnosen neuer Coprophagen. *Coleopterologische Hefte* 1: 76-83.
- Harold, E. von. 1867b. Zur Kenntniss der Gattung *Canthidium* und ihrer nächsten Verwandten. *Coleopterologische Hefte* 1: 1-61.
- Harold, E. von. 1868a. Diagnosen neuer Coprophagen. *Coleopterologische Hefte* 3: 80-86.
- Harold, E. von. 1868b. Die Arten der Gattung *Choeridium*. *Coleopterologische Hefte* 4: 32-76.
- Harold, E. von. 1868c. Monographie der Gattung *Canthon*. *Berliner Entomologische Zeitschrift* 12: 1-144.
- Harold, E. von. 1880. Verzeichniss der von E. Steinheil in Neu-Granada gesammelten coprophagen Lamellicornien. *Stettiner Entomologische Zeitung* 41: 13-46.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 1995. Exploración ecológica a los fragmentos de bosque seco en el Valle del río Magdalena (norte del departamento del Tolima). Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental (GEMA). Villa de Leyva, Colombia. 56 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 1997. Análisis regional de la comunidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los bosques secos de la región Caribe de Colombia. Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad. Colombia. 207 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 2009. Caracterización de la biodiversidad y de los sistemas de uso en áreas de influencia de la Corporación Autónoma Regional de Sucre componente insectos: escarabajos coprófagos, mariposas y hormigas. Informe técnico final. Convenio Carsucre de la Biodiversidad de los sistemas de uso en áreas de influencia de la Corporación Autónoma Regional de Sucre. Colombia. 323 pp.
- Jiménez, L., W. Mendieta-Otálora, H. García y G. Amata-García. 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13: 203-208.
- Kim, K. C. y L. B. Byrne. 2006. Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecological Research* 21: 794-810.
- Kohlmann, B. 1996. The Costa Rican species of *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Revista de Biología Tropical* 44: 177-192.
- Martínez, N., H. García, A. Pulido, D. Ospino y J. Narváez. 2009. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology* 38: 708-715.
- Martínez, N., L. Cañas, J. O. Rangel, O. Blanco, J. Mendoza y S. Choen. 2010a. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae, Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. *Boletín Científico Museo Historia Natural* 14: 187-200.
- Martínez, N., L. Cañas, J. Rangel, J. Barraza, J. Maarit y O. Blanco. 2010b. Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 11: 21-30.
- Martínez-Quintero, B. G., C. A. Cultid-Medina y J. C. Rudas-Grajales. 2013. Método para marcar escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) y su implementación en los Andes de Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 29 (2): 448-451.
- Medina, C. A., A. Lopera, A. Vítolo y B. Gill. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae:

- Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2: 131-144.
- Medina, C. A., F. Escobar y G. Kattan. 2002. Diversity and Habitat Use of Dung Beetles in a Restored Andean Landscape. *Biotropica* 34: 181-187.
- Medina, C. A., C. H. Scholtz y B. D. Gill. 2003. Morphological variation and systematics of *Canthon* Hoffmann 1817, and related genera of new world Canthonini dung beetles (Coleoptera, Scarabaeinae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 50 (1): 23-68.
- Medina, C., F. Molano y C. Scholtz. 2013. Morphology and terminology of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) male genitalia. *Zootaxa* 3626 (4): 455-476.
- Medina, C. A. y A. González. 2014. Escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. Pp. 195-213. En: Pizano, C. y H. García (Eds.). El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, Colombia.
- Navarro, L., K. Román, H. Gómez y A. Pérez. 2011. Variación estacional en escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la serranía de Coraza, Sucre (Colombia). *Revista Colombiana Ciencia Animal* 3: 102-110.
- Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezcua, y M. E. Favila. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Rivera-Cervantes, L. y G. Halfpeter. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* 77: 23-150.
- Solís, A. y B. Kohlmann. 2004. El género *Canthidium* en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 11: 1-73.
- Solís, C., J. Noriega y G. Herrera. 2011. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres bosques secos del departamento del Atlántico-Colombia. *Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle* 12 (1): 33-41.
- Spector, S. 2006. Scarabaeine Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): An Invertebrate Focal Taxon for Biodiversity Research and Conservation. *The Coleopterists Bulletin, Monograph Number 5*: 71-83.
- Vaz-de-Mello, F. 2008. Synopsis of the new subtribe Scatimina (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Ateuchini), with descriptions of twelve new genera and review of *Genieridium*, new genus. *Zootaxa* 1955: 1-75.
- Vaz-de-Mello, F., W. D. Edmonds, F. Ocampo y P. Schoolmeesters. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa* 2854: 1-73.

Anexo 1. Listado taxonómico de especies de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco en Colombia. Todos los registros pertenecen a la colección entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. Abreviaturas de los departamentos: Amazonas (**Ama**), Antioquia (**Ant**), Arauca (**Ara**) Atlántico (**Atl**), Bolívar (**Bol**), Boyacá (**Boy**), Caldas (**Cal**), Caquetá (**Caq**), Casanare (**Cas**), Cauca (**Cau**), Cesar (**Ces**), Cochó (**Cho**), Córdoba (**Cor**), Cundinamarca (**Cun**), Guainía (**Gua**), Guaviare (**Guv**), Huila (**Hui**), La Guajira (**Guj**) Magdalena (**Mag**), Meta (**Met**), Nariño (**Nar**), Norte de Santander (**Nos**), Putumayo (**Put**), Quindío (**Qui**), Risaralda (**Ris**), Santander (**San**), Sucre (**Suc**), Tolima (**Tol**), Valle del Cauca (**Val**), Vaupés (**Vau**), Vichada (**Vic**).

Especie	Distribución departamental en bosque seco	Distribución departamental en otros tipos de ambientes
<i>Agamopus lampros</i> Bates, 1887	Bol Mag	
<i>Ateuchus aeneomicans</i> (Harold, 1868)	Suc	Ant Cal Met
<i>Ateuchus</i> sp. 01H	Bol Suc	Ant Cal Cor Met
<i>Ateuchus</i> sp. 02H	Ces Tol	
<i>Ateuchus</i> sp. 03H	Bol	
<i>Ateuchus</i> sp. 04H	Cor	
<i>Canthidium</i> sp. 01H	Atl Bol Cor Hui Mag Suc Tol	
<i>Canthidium</i> sp. 02H	Bol Suc	Ant Cal Cor Guj
<i>Canthidium</i> sp. 03H	Bol Suc	
<i>Canthidium</i> sp. 04H	Ces Gua Mag	

Especie	Distribución departamental en bosque seco	Distribución departamental en otros tipos de ambientes
<i>Canthidium</i> sp. 05H	Cun Suc Tol	Ant Cal
<i>Canthidium</i> sp. 08H	Mag	
<i>Canthidium</i> sp. 09H	Ris	Qui
<i>Canthidium</i> sp. 10H	Bol	Ant Cal Mag
<i>Canthon acutooides</i> Schimdt, 1922	Suc	Ant Cor
<i>Canthon juvenicus</i> Harold, 1868	Atl Bol Cor Gua Mag Suc Tol	Ant Boy Cun Guv Met Vic
<i>Canthon lituratus</i> (Germar, 1813)	Atl Bol Ces Gua Mag Tol	
<i>Canthon septemmaculatus</i> (Latreille, 1811)	Atl Bol Ces Cor Gua Mag Suc	Ant Cho Cun Nar
<i>Canthon</i> sp. 01H	Bol Suc Tol	Ant Cal Cho Cor Cun Val
<i>Canthon</i> sp. 05H	Suc Tol	Ant
<i>Canthon</i> sp. 06H	Atl Bol Cor Mag Suc Tol	Met Vic
<i>Canthon</i> sp. 08H	Atl Bol Ces Mag Suc	Met
<i>Canthon</i> sp. 09H	Ris Tol	Ant Qui
<i>Canthon</i> sp. 10H	Atl Bol Ces Cor Gua Mag Suc Tol	Ant Cal
<i>Canthon subhyalinus</i> Harold, 1867	Bol Hui Mag Ris Suc Tol	Ant Cal Cun
<i>Coprophanæus corythus</i> (Harold, 1863)	Bol Mag Suc Tol	Cho Cor Val
<i>Coprophanæus gamezi</i> Arnaud, 2002	Atl Bol Cor Mag Suc	Met Vic
<i>Deltochilum eurymedon</i> Génier, 2012	Suc	
<i>Deltochilum guildingii</i> (Westwood, 1835)	Atl Bol Ces Cor Mag Suc	Ant Cun Met
<i>Deltochilum longiceps</i> Paulian, 1938	Tol	
<i>Deltochilum molanoi</i> González & Vaz-de-Mello, 2014	Hui	
<i>Diabroctis cadmus</i> (Harold, 1868)	Bol Cor Mag	Met
<i>Dichotomius</i> sp. 01H	Ces Cun Mag Suc Tol	
<i>Dichotomius</i> sp. 02H	Hui Tol	Ant Boy Nar Qui San Val
<i>Dichotomius</i> sp. 03H	Mag Suc	Cor San
<i>Dichotomius</i> sp. 04H	Atl Bol Ces Cor Cun Mag Suc Tol	Ant Cal
<i>Dichotomius</i> sp. 05H	Bol Mag	Cas Cun Gua Met Vau Vic
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	Atl Mag Suc	Ant Cas Cun Met Vic
<i>Eurysternus caribæus</i> (Herbst, 1789)	Ces Mag Suc	Ama Ara Boy Cal Caq Cau Cun Gua
<i>Eurysternus foedus</i> Guérin-Méneville, 1830	Ris Suc	Guv Met Nar Nos Put Val Vau Vic
<i>Eurysternus impressicollis</i> Castelnau, 1840	Atl Bol Cor Mag Suc	Ama Ant Ara Cal Caq Cun Gua Mag
<i>Eurysternus marmoreus</i> Castelnau, 1840	Mag	Met Nar Nos Val Vau Vic
<i>Eurysternus mexicanus</i> Harold, 1869	Atl Mag Ris Suc Tol	
<i>Eurysternus plebejus</i> Harold, 1880	Mag Ris	Boy Cal Cas Cun Hui Nar Nos Put
<i>Malagoniella astyanax</i> (Olivier, 1789)	Bol Cor Mag Tol	Qui Ris
<i>Onthophagus acuminatus</i> Harold, 1880	Bol Mag Suc Tol	Ant Boy Cas Cun Met Nos
<i>Onthophagus coscineus</i> Bates, 1887	Suc	Ant Met Vau
<i>Onthophagus crinitus</i> Harold, 1869	Bol Suc	
<i>Onthophagus landolti</i> Harold, 1880	Bol Cor Hui Mag Suc Tol	Ant Cal Ces Cor Nar Qui Val
<i>Onthophagus lebasii</i> Boucomont, 1932	Atl Bol Cor Guj Mag Suc Tol	Nar

Espece	Distribución departamental en bosque seco	Distribución departamental en otros tipos de ambientes
<i>Onthophagus marginicollis</i> Harold, 1880	Bol Hui Mag Suc Tol	
<i>Onthophagus</i> sp. 01H	Atl Bol Cor Hui Mag Ris Suc Tol	Cun
<i>Onthophagus</i> sp. 02H	Suc	
<i>Onthophagus</i> sp. 04H	Mag	Ant Cal Ces Cor Cun Met Vau Vic
<i>Oxysternon conspicillatum</i> (Weber, 1801)	Mag	Ant Cal Ces Cun Met Nar Vic
<i>Phanaeus hermes</i> Harold, 1868	Bol Ces Mag Suc Tol	
<i>Phanaeus prasinus</i> Harold, 1868	Mag	Ant Cal
<i>Pseudocanthos</i> sp. 01H	Mag Suc	Ama Ant Caq Cho Met Nar Qui Ris Tol Val Vau
<i>Scatimus ovatus</i> Harold, 1862	Bol Mag Suc Tol	San
<i>Trichillidium pilosum</i> (Robinson, 1948)	Suc	Cal
<i>Trichillidium</i> sp. 01H	Bol	Cun Met
<i>Uroxys microocularis</i> Howden & Young, 1981	Bol Mag Ris Suc Tol	Ant Cor
<i>Uroxys micros</i> Bates, 1887	Bol Ris Suc	Ant Cal Cor San
<i>Uroxys</i> sp. 01H	Ris	
<i>Uroxys</i> sp. 02H	Atl Bol Ces Cor Mag Suc	
<i>Uroxys</i> sp. 03H	Hui Tol	Ant Cal Cor Tol
<i>Uroxys</i> sp. 04H	Atl	Qui
<i>Uroxys</i> sp. 05H	Mag	

Arturo González Alvarado
Colección Entomológica
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
fgonzalez@humboldt.org.co - fagakorn@gmail.com

Claudia Alejandra Medina
Coordinación Científica Colecciones Biológicas
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
camedina@humboldt.org.co

Listado de especies de escarabajos coprófagos
(Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque
seco de Colombia

Citación del artículo. González-Alvarado, A. y C. A. Medina. 2015. Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 36-44.

Recibido: 19 de noviembre de 2014
Aprobado: 15 de abril de 2015

Nuevos registros del escarabajo indoafricano *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) (Coleoptera: Scarabaeinae) en Colombia

New records of the Indo-african beetle *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1987) (Coleoptera: Scarabaeinae) in Colombia

Lina M. Isaza-López, Santiago Montoya-Molina, Carolina Giraldo-Echeverri, Jibram León-González, Arturo González-Alvarado y James Montoya-Lerma

Resumen

Digitonthophagus gazella es un escarabajo indoafricano introducido en el continente americano como bio-controlador de parásitos y moscas en sistemas ganaderos. Se caracteriza por su alta capacidad de dispersión, reproducción y uso eficiente del estiércol bovino. En Colombia, los registros más recientes de esta especie lo sitúan sólo en áreas de tierras bajas. En el presente artículo se registra la presencia de *D. gazella* en dos nuevos departamentos de Colombia (Meta y Valle del Cauca) y se confirma para el departamento de Antioquia. En los muestreos se colectaron pocos individuos de esta especie, los cuales se encontraban asociados a sistemas simplificados como pastizales y monocultivos de caña de azúcar, con baja cobertura de dosel, lo cual demuestra la preferencia de la especie por sitios abiertos. El presente artículo actualiza la información de distribución con nuevos registros y provee, además, datos sobre el avance de esta especie por encima de los 500 m s.n.m. Se sugiere la dispersión natural de la especie a través de los valles interandinos del río Magdalena y el alcance de nuevos territorios a través del transporte interdepartamental de bovinos en el país. Se resalta la importancia de continuar monitoreando el avance de *D. gazella* en Colombia, para establecer su tasa de dispersión, preferencia de hábitats y determinar su relación con las especies nativas.

Palabras clave. Escarabajos coprófagos. Especie introducida. Meta. Valle del Cauca. Antioquia. Monocultivo.

Abstract

The Indo-african beetle *Digitonthophagus gazella* was introduced into the Americas as a bio-controller of parasites and flies in livestock systems. This dung scarab is characterized for its high dispersal ability, reproduction and efficient use of cattle manure. In Colombia, the most recent survey situated this beetle only in lowland areas. In the present study *D. gazella* was found in two new Colombian departments (Meta and Valle del Cauca) and its presence was confirmed in Antioquia. In this study, few individuals were collected and they were associated with vegetation systems with poor cover, such as livestock pastures and sugar cane monoculture, suggesting early stages of colonization and corroborating the preference of the species for open areas. Besides with the range extension with new records, this work also provides insights on *D. gazella* apparent colonization above 500 m of altitude. The distribution of this species across the Magdalena River valley appears to be associated with inter-department bovine transport. The importance of a continuous monitoring of the dispersion of *D. gazella* in Colombia, to establish its dispersal rate, habitat preference and pest status is also highlighted.

Key words. Dung beetles. Introduced species. Meta. Valle del Cauca. Antioquia. Monoculture.

Introducción

Digitonthophagus gazella (Fabricius, 1787) (Figura 1), es originario de Asia y África y está asociado al estiércol de grandes herbívoros (Cambefort 1984, Rougon y Rougon 1980). Es típico de lugares abiertos y posee estrategias oportunistas de ocupación (Barbero y López-Guerrero 1992 y Álvarez-Bohle *et al.* 2009). Posee una alta tasa de reproducción (Blume y Aga 1978, Barbero y López-Guerrero 1992), gran capacidad de dispersión (Hanski y Cambefort 1991) y amplio potencial para procesar grandes cantidades de estiércol bovino (Behling-Miranda *et al.* 2000, Álvarez-Bohle *et al.* 2009). Además, se establece con facilidad en zonas bajas con escasa vegetación, altas temperaturas y con períodos de lluvia definidos al año (Rivera y Wolf 2007). De acuerdo con Blume y Aga (1978), el tamaño de las poblaciones de *D. gazella* depende de las condiciones climáticas y edáficas, ya que muestra preferencia por regiones de pastos abiertos y suelos arenosos (Álvarez-Bohle *et al.* 2009).

Digitonthophagus gazella fue introducido deliberadamente al continente americano por dos rutas. La primera, en 1972, vía Texas, EEUU (Fincher *et al.* 1983), desde donde rápidamente colonizó México en 1981 (Rivera-Cervantes y García-R. 1991, Lobo y Montes de Oca 1997, Montes de Oca y Halffter 1998), posteriormente Guatemala en 1994 (Kohlmann 1994) y Nicaragua en 1996 (Maes *et al.* 1997). En Colombia y Venezuela fue encontrada en 1995 (Gámez *et al.* 1997, Noriega 2002, Noriega *et al.* 2011). La segunda vía de

entrada y dispersión, data de 1989 y supone que, luego de haber sido introducido intencionalmente en Brasil (Bianchin *et al.* 1992), empezó a colonizar territorios vecinos: Bolivia (Vidaurre *et al.* 2008), Perú (Noriega *et al.* 2010), Argentina (Álvarez-Bohle *et al.* 2009), Paraguay (Ruiz 2000) y Chile (Ripa *et al.* 1995).

En Colombia, esta especie fue inicialmente hallada en 1995 en la Isla de San Andrés (Noriega 2002), y se colectó posteriormente en 2004 en localidades continentales de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Magdalena, Casanare y Vichada (Noriega *et al.* 2006). Recientemente, se ha encontrado a lo largo del valle del río Magdalena, en los departamentos de Tolima, Boyacá, Caldas y Santander (Noriega *et al.* 2012), en la margen occidental de la cordillera Central.

En el presente artículo se registra por primera vez en dos nuevos departamentos (Meta y Valle del Cauca), se confirma la presencia de la especie en el departamento de Antioquia y se actualiza la información de la distribución para Colombia, a partir de la información publicada y los nuevos registros.

Material y métodos

La colecta de *D. gazella* se llevó a cabo en el marco de tres proyectos diferentes que tenían como objeto principal evaluar la diversidad de escarabajos



Figura 1. *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787): A) Vista dorsal. B) Vista frontal de cabeza y tórax.

estercoleros en diferentes usos del suelo. En consecuencia, los métodos utilizados no estaban dirigidos específicamente a capturar *D. gazella* y los registros de la especie corresponden a la información aportada por los investigadores de cada proyecto.

Departamento de Antioquia. La colecta se realizó en 2012, en el marco del proyecto “Diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje fragmentado de uso ganadero en el Magdalena Medio Antioqueño”, ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. La investigación se llevó a cabo en un paisaje que incluía bosque húmedo tropical (Bh-T) (Holdridge 1978) y pastizales de uso ganadero. El muestreo se efectuó en un paisaje de 15000 ha en el cual se establecieron ventanas de 500 m de radio (80 ha) a partir del uso de imágenes satelitales. Las ventanas consistieron en gradientes de pérdida de hábitat (bosque/pastizal) con dos repeticiones de la siguiente manera: a) > 90 % bosque; b) > 90 % pastizales; c) 60 al 85 % bosques; d) 60 al 85 % pastizales. Asimismo cada ventana dispuso de siete parcelas ubicadas una al centro y seis en la periferia, equidistantes entre sí 353 m a partir de su centro, que contenían seis trampas de caída distribuidas de manera circular, separadas 50 m entre sí, intercalando dos tipos de atrayentes (mezcla de excremento de humano con excremento de cerdo en proporción 7:3 y pescado descompuesto) en cantidades de 40 a 50 g. Las trampas fueron revisadas a las 48 horas.

Departamento del Meta. El muestreo hizo parte del monitoreo de biodiversidad liderado por la Fundación CIPAV, en el marco del proyecto “Ganadería Colombiana Sostenible”. El muestreo se realizó durante la época de lluvia de 2013, en tres fincas ganaderas en los municipios de Acacías, San Martín de los Llanos y El Dorado, Meta, en tres usos del suelo: pastos sin árboles (PSA), sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) y bosques (B). Los PSA fueron monocultivos de pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*), sin cobertura arbórea. Los SSPi estaban integrados por una mezcla del pasto toledo (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés), el pasto piatá (*B. brizantha* cv. Piata), la leguminosa kudzu (*Pueraria phaseoloides*), el arbusto forrajero botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y los

árboles maderables yopo (*Anadenanthera peregrina*), iguá (*Albizia guachapele*) y acacia (*Acacia mangium*). Los bosques presentaron vegetación típica de Bosque húmedo tropical (Bh-T) (Holdridge 1978). En cada sistema se introdujeron nueve bostas bovinas controladas, de 452cm³ cada una, separadas entre sí por 15 m, formando una cuadrícula de 100 m². Las bostas fueron expuestas a la acción de los escarabajos durante 48 horas y revisadas cada 12 horas.

Departamento del Valle del Cauca. La captura se realizó en 2013, en el marco del proyecto “Caracterización de coprófagos y arañas, como herramienta de manejo del paisaje para el corredor de Conservación y Uso Sostenible del río Cauca” ejecutado por la Universidad ICESI, en ocho fragmentos de bosque seco tropical (Bs-T) en el departamento del Valle del Cauca. Se utilizaron trampas de caída cebadas con 50 gramos de excremento humano dispuestas en transectos lineales, durante 48 horas. Los usos del suelo muestreados fueron sistemas ganaderos convencionales constituidos por pastos sin árboles (PSA), monocultivos cultivos de caña de azúcar y fragmentos de bosque. Las PSA correspondieron a sistemas de ganadería convencional que utilizan monocultivos de pasto estrella (*Cynodon plectostachium*) para la alimentación de los animales; los monocultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) tenían manejo tecnificado y los bosques representan la vegetación típica de bosque seco tropical (BS-T) (Holdridge 1978).

La identificación de los especímenes se realizó con la guía de determinación de géneros de Vaz de Mello *et al.* (2011) con el apoyo de taxónomos especializados del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) en Villa de Leyva (Boyacá) y con la revisión y comparación de colecciones del IAvH y el Museo Entomológico de la Universidad del Valle (MUSENUV). El material se encuentra depositado en las colecciones mencionadas anteriormente. Las fotografías de la especie fueron tomadas en el laboratorio de imágenes de la Universidad del Valle, en un estereoscopio Nikon SMZ-1500 con una cámara fotográfica NIKON DS-Ri1 U3; las imágenes fueron manejadas con el software Nis Elements Br.

Resultados y discusión

Departamento de Antioquia. Se encontraron siete individuos de *D. gazella*, en el municipio de Puerto Berrío, Vereda La Carlota ($6^{\circ}51'88,75''N-74^{\circ}58'22,58''O$), en las PSA, entre 300-590 m s.n.m. Su presencia no se registró en los fragmentos de bosque.

Departamento del Meta. Se colectaron dos hembras adultas de *D. gazella* en el municipio de San Martín ($3^{\circ}42'27,1''N-73^{\circ}32'33,6''O$), a 333 m s.n.m., un individuo en el SSPi y otro en los PSA; ambos registros se presentaron durante las primeras seis horas de deposición de las bostas, lo cual está acorde con su preferencia por el estiércol bovino fresco (Cruz *et al.* 2012). La especie no fue capturada en bosque.

Departamento del Valle del Cauca. Se encontraron dos hembras en trampas instaladas en la Hacienda La Honda, ubicada en el municipio de Zarzal ($4^{\circ}27'24,5''N-76^{\circ}4'6,8''O$), a 914 m s.n.m. Las colectas se realizaron en el ecotono entre el bosque y el monocultivo de caña de azúcar. No se obtuvieron individuos al interior de los bosques, ni en las PSA, ni en los monocultivos de caña de azúcar.

Estos hallazgos constituyen los primeros registros de *D. gazella* para los departamentos de Antioquia, Meta y del Valle del Cauca, corroborando el grado y capacidad dispersión de la especie en el territorio nacional. A partir de la información histórica y los nuevos registros, es posible actualizar la distribución de *D. gazella* en Colombia (Figura 2). Es de anotar que la baja abundancia de la especie durante los muestreos podría estar dada por una reciente colonización en las regiones muestreadas (porque los métodos utilizados no estaban dirigidos específicamente a la captura de la especie) o por la actividad de plaguicidas químicos en los sistemas evaluados. Si bien este documento constituye el primer registro de la especie en Meta, Valle del Cauca y Antioquia, no es posible asegurar la temprana colonización de la especie en estas regiones, sino, posiblemente, que hasta entonces no se habían hecho investigaciones orientadas a la captura de escarabajos en dichas regiones. En cuanto a los métodos de captura utilizados, éstos corresponden a métodos de captura masiva, no son selectivos que pueden resultar poco atractivos para la especie, tal como lo registran Cruz *et al.* (2012), quienes sugieren que la especie presenta preferencia por el estiércol bovino.

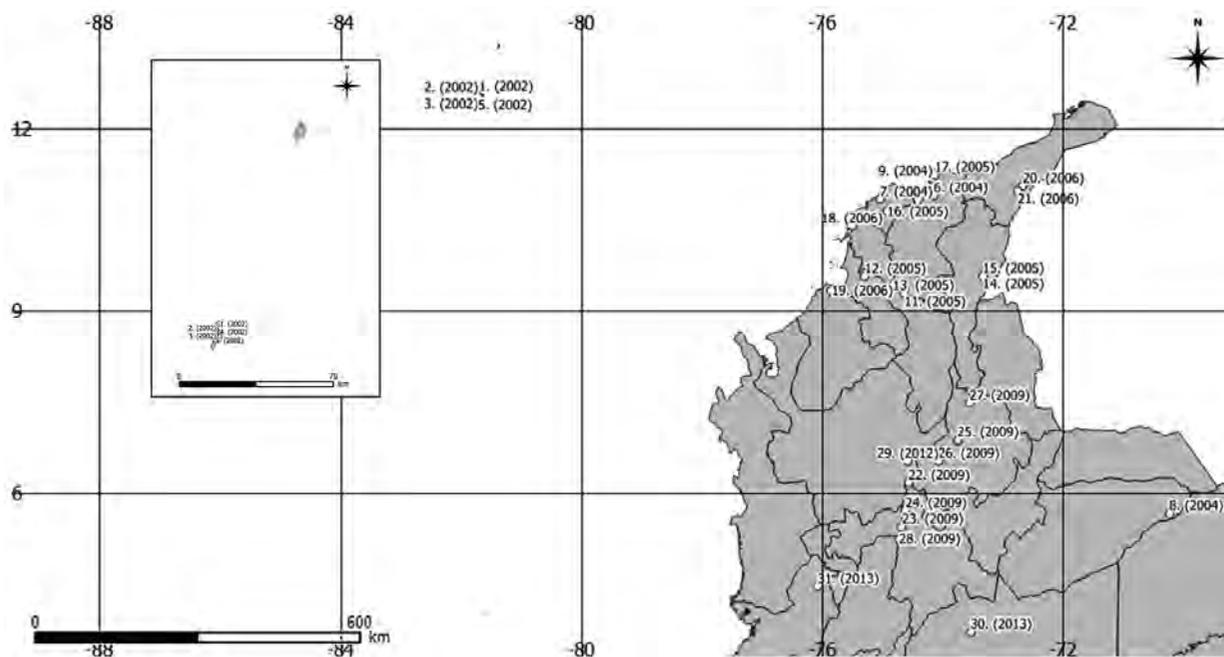


Figura 2. Distribución geográfica actualizada de *D. gazella* en Colombia, con el año respectivo de registro.

Por lo tanto, es factible que los cebos con estiércol humano y de cerdo no resultaran muy atractivos para la especie. Asimismo, la presencia de productos químicos veterinarios, tales como ivermectinas, en las fincas ganaderas muestreadas, puede generar una reducción considerable de las poblaciones de escarabajos en los sistemas evaluados, lo cual hace escasa su colecta (Flota-Bañuelos *et al.* 2012, Lumaret *et al.* 2007, Errouissi *et al.* 2001). En el anexo 1 se ordenan los datos geográficos con sus respectivas localidades donde se cuenta con registros de *D. gazella*.

La información de la distribución de *D. gazella* recopilada a partir de varios autores (Anexo 1), ha permitido establecer que en 18 años esta especie introducida ha colonizado 16 de los 32 departamentos en Colombia, alcanzando en primera instancia la región Caribe y luego hacia el oriente del país, tal vez como consecuencia de la migración de individuos provenientes de Venezuela (Noriega 2002, Noriega *et al.* 2006, Noriega *et al.* 2012). Desde allí se ha dispersado a departamentos ganaderos en tierras bajas y secas (Noriega 2002, Noriega *et al.* 2006, 2011, 2012), pasando al centro del país a través de los valles interandinos y riberas del río Magdalena (Noriega *et al.* 2012).

La ruta de acceso de *D. gazella* al Meta no se conoce con certeza. Existe la posibilidad de que sean poblaciones provenientes de Brasil, aunque es poco probable que la especie pueda cruzar la barrera natural que representa la selva amazónica, en ausencia de zonas abiertas de uso ganadero, su hábitat preferido. Una opción probable, es que la especie se haya dispersado a la región de la Orinoquia, a través del transporte de bovinos desde el norte hacia el centro y sur del país, lo cual ocurre frecuentemente a lo largo del año. De esta manera, a través de diferentes rutas de acceso natural, o por intervención antrópica, se hace inminente la dispersión de *D. gazella* a lo largo del territorio colombiano, ya que la especie posee las condiciones ecológicas apropiadas que le permiten alojarse con éxito en los sistemas ganaderos.

El hallazgo de *D. gazella* en Zarzal (Valle del Cauca) a 914 m s.n.m., corresponde a la mayor altura en que se ha registrado esta especie en Colombia, aunque permanece dentro de los 1000 m s.n.m, límite altitudinal sugerido por Kohlmann (1994) que atiende a la preferencia de

la especie por las tierras bajas. Sin embargo, como lo mencionan Vidaurre *et al.* (2008) es posible que esta especie pueda adaptarse a nuevas regiones y colonice rápidamente por encima de los 1000 metros. Estos autores extendieron el límite altitudinal a los 2000 m en Bolivia. Es, por tanto, de suma importancia continuar con el monitoreo de la especie en el país en especial en zonas ganaderas en franjas altitudinales ligeramente mayores a las reportadas en nuestro estudio (1100-1300 m s.n.m.).

Si bien la presencia de *D. gazella* en varias regiones del país ha generado alertas por las implicaciones que la especie puede tener a mediano y largo plazo sobre la estabilidad de las especies nativas (Zunino y Barbero 1993, Noriega *et al.* 2011), y por la condición de ser considerada una especie invasora para Colombia (Amat-García *et al.* 2009), es importante tener en cuenta que hasta el momento, se desconocen estudios que permitan evaluar con exactitud los impactos negativos de la especie en el país. Sin embargo, existe información que permite identificar su potencial en el adecuado funcionamiento de los sistemas ganaderos. Esta especie presenta una tasa alta de reproducción (Blume y Aga 1978), alta capacidad para procesar y remover grandes cantidades de estiércol bovino (Behling-Miranda *et al.* 2000, Álvarez-Bohle *et al.* 2009) y potencial para controlar helmintos y moscas hematófagas, en especial de *Haematobia irritans* (Álvarez-Bohle *et al.* 2009, Noriega *et al.* 2011, 2012). Por lo anterior, es necesario continuar con los monitoreos de la especie en el país, investigar las rutas de acceso y dispersión. En la actualidad nuestras investigaciones están dirigidas a profundizar sobre su función ecológica en los sistemas ganaderos, a entender con mayor detalle si la especie se comporta como una especie invasora en Colombia, si puede representar una competencia por exclusión para las especies nativas, o si por el contrario, su presencia a lo largo del país puede resultar benéfica para los productores ganaderos.

Agradecimientos

A Colciencias y al Patrimonio Autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación “Francisco José de Caldas”, por la financiación del proyecto “Investigaciones silvopastoriles para el incremento de la productividad

y los servicios ambientales del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible” (Contratos 527-2011) y el Fortalecimiento al Centro CIPAV (Contrato 0823-2013). Al Fondo Nacional del Ganado (FEDEGAN) y al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) por la cofinanciación del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible al que estaban inscritas las fincas en donde se llevó a cabo el trabajo. A Colciencias por la financiación del proyecto “Mariposas diurnas del Magdalena medio antioqueño: genes, comunidades y paisaje en el estudio y conservación de la biodiversidad”. A Jairo Moreno y al profesor Carlos Valderrama (Universidad ICESI) por permitimos utilizar la información de los ejemplares colectados en el Valle del Cauca en el proyecto “Caracterización de coprófagos y arañas, como herramienta de manejo del paisaje para el corredor de Conservación y Uso Sostenible del río Cauca” convenio 001 de ASOCAR y Universidad ICESI. A Karen Castaño y Adriana Giraldo por el apoyo a la investigación en campo, a los propietarios de los predios por facilitar el acceso para llevar a cabo el trabajo y a los tres evaluadores anónimos que con sus comentarios y sugerencias aportaron a la mejora del documento original.

Bibliografía

- Álvarez-Bohle, M., M. Damborsky, M. Bar y F. Ocampo. 2009. Registros y distribución de la especie afroasiática *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Argentina. *Revista de la Sociedad de Entomología de Argentina* 68 (3-4): 373-376.
- Amat-García, G., E. Amat-García y E. Ariza-Marín. 2009. Insectos invasores en los tiempos del cambio climático. *Innovación y Ciencia* 33 (4): 45-53.
- Barbero, E. e Y. López-Guerrero. 1992. Some considerations on the dispersal power of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) in the New World (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Tropical Zoology* 5: 115-120.
- Behling-Miranda, C. H., C. C. Santos y L. Bianchin. 2000. The role of *Digitonthophagus gazella* on pasture clearing and production as a result of burial of cattle dung. *Pasturas Tropicales* 22: 14-18.
- Bianchin, I., M. R. Honer y A. Gomes. 1992. Controle integrado da mosca-dos-chifres na Região Centro-Oeste. *Hora Veterinaria* 65: 43-46.
- Blume, R. R. y A. Aga. 1978. *Onthophagus gazella* F.: Progress of experimental releases in South Texas. *Folia Entomológica Mexicana* 39-40: 190-191.
- Cambefort, Y. 1984. Étude écologique des coléoptères Scarabaeidae de Côte d'Ivoire. *Travail Chercher Lamto* 3 (1): 1-320.
- Cruz, M., I. Martínez, J. López-Collado, M. Vargas-Mendoza, H. González-Hernández y D. Platas-Rosado. 2012. Degradación del estiércol vacuno por escarabajos estercoleros en un pastizal tropical de Veracruz, México. *Revista Colombiana de Entomología* 38 (1): 148-155.
- Errouissi, F., M. Alvinerie, P. Galtier, D. Kerbœuf y J. P. Lumaret. 2001. The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duft.) (Coleoptera: Aphodiidae). *Veterinary Research* 32: 421-427.
- Fincher, G. T., T. B. Stewart y J. S. Hunter III. 1983. The 1981 distribution of *Onthophagus gazella* Fabricius from releases in Texas and *Onthophagus taurus* Schreber from an unknown release in Florida (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterists Bulletin* 37: 159-163.
- Flota-Bañuelos, C., J. López-Collado, M. Vargas-Mendoza, P. Fajersson, H. González-Hernández e I. Matínez-Morales. 2012. Efecto de la ivermectina en la dinámica espacio-temporal de escarabajos estercoleros en Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15: 227-239.
- Gámez, J., E. Mora y A. de Ascencao. 1997. Coleópteros copronecrófilos (Scarabaeidae) en un sistema agropastoril en el sur del Lago de Maracaibo. *En: Resúmenes XV Congreso Venezolano de Entomología, Trujillo, Venezuela*, p. 51.
- Hanski, I. e Y. Cambefort. 1991. Competition in dung beetles. Pp: 305-309. *En: Hanski, I. e Y. Cambefort (Eds.). Dung beetle ecology*. Princeton University Press.
- Holdridge, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): Colección Libros y Materiales Educativos. No. 34. 216 pp.
- Kohlmann, B. 1994. A preliminary study of the invasion and dispersal of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) in México (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 61: 35-42.
- Lobo, J. M. y E. Montes de Oca. 1997. Spatial microdistribution of two introduced dung beetle species *Digitonthophagus gazella* (F.) and *Euoniticellus intermedius* (Reiche) (Coleoptera: Scarabaeidae) in an arid region of northern Mexico (Durango, Mexico). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 71: 17-32.
- Lumaret, J. P., M. Alvinerie, H. Hempel, H. J. Schalamb, D. Claret y J. Römbke. 2007. New screening test to predict the potential impact of ivermectin-contaminated cattle dung on dung beetles. *Veterinary Research* 38: 15-24.
- Maes, J. M., B. C. Ratcliffe y M. L. Jameson. 1997. Fauna entomológica de la Reserva Natural Bosawas, Nicaragua. XI. Escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae)

- nuevos para la fauna de Nicaragua. *Revista Nicaragüense Entomológica* 39: 41-45.
- Montes de Oca, E. y G. Halffter. 1998. Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 33 (1): 37-45.
- Noriega, J. A. 2002. First report of the presence of the genus *Digitonthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Colombia. *Caldasia* 24 (1): 213-215.
- Noriega, J. A., C. Solís, I. Quintero, L. G. Pérez, H. García y D. A. Ospino. 2006. Registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia. *Caldasia* 28 (2): 379-381.
- Noriega, J. A., F. Horgan, T. Larsen y G. Valencia. 2010. Records of an invasive dung beetle species, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae), in Peru. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 26 (2): 451-456.
- Noriega, J. A., J. Moreno y S. Otavo. 2011. Quince años del arribo del escarabajo coprófago *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) a Colombia: proceso de invasión y posibles efectos de su establecimiento. *Biota Colombiana* 12 (2): 35-44.
- Noriega, J. A., Moreno, J., Otavo, S. y Castaño, E. 2012. New departmental records for *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 17 (1): 201-204.
- Ripa, R. S., P. S. Rojas y G. Velasco. 1995. Releases of biological control agents of insects pests on Eastern Island (Pacific Ocean). *Entomophaga* 40 (3-4): 427-440.
- Rivera-Cervantes, L. E. y E. García-R. 1991. New locality records for *Onthophagus gazella* Fabricius (Coleoptera: Scarabaeidae) in Jalisco, Mexico. *The Coleopterists Bulletin* 45 (4): 370.
- Rivera, C. y M. Wolff. 2007. *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae): Distribución en América y dos nuevos registros para Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 33 (2): 190-192.
- Rougon, C. y D. Rougon. 1980. Contribution à la biologie des coléoptères coprophages en region sahélienne. Etude du développement d'*Onthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Revue d'Ecologie et Biologie du Sol* 17 (3): 379-392.
- Ruiz, M. A. 2000. Levantamiento populacional de besouros coprófagos (Coleoptera : Scarabaeinae) no Estado de Amambay, Republica do Paraguay. Tese de Mestrado em Entomologia, Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil. 80 pp.
- Vaz de Melo, F. Z., W. D. Edmonds, F. C. Ocampo y P. Schoolmeesters. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa* 2854: 1-73.
- Vidaurre, T., J. A. Noriega y J. M. Ledezma. 2008. First report on the distribution of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) in Bolivia. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24: 217-220.
- Zunino, M. y E. Barbero. 1993. Escarabajos, ganado, pastizales: algunas consideraciones deontológicas. Ensayo. *Folia Entomológica Mexicana* 87: 95-101.

Anexo 1. Registro geográfico e histórico de los reportes de *D. gazella* en el territorio colombiano. Se listan los individuos encontrados en este estudio.

Departamento	Municipio	Ecosistema (Holdridge)	Temp. (°C)	Altura (m s.n.m.)	n capturados	Año de captura	Referencias
San Andrés	San Andrés	Bs-T	29	85-0	387	2002	Noriega <i>et al.</i> (2002)
Atlántico	Galapa, El Reposo	Bs-T	28	100	35	2004	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Atlántico	San Juan de Acosta	Bs-T	28	150-100	15	2004	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Casanare	Paz de Ariporo	Bs-T	28	135	1	2004	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Magdalena	PNN SNSM	Bh-T	27	50	8	2004	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Vichada	Cumaribo	Bh-T	24	135	3	2004	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Bolívar	Cicuco	Bs-T	27	19	7	2005	Noriega <i>et al.</i> (2006)

Departamento	Municipio	Ecosistema (Holdridge)	Temp. (°C)	Altura (m s.n.m.)	n capturados	Año de captura	Referencias
Bolívar	Magangué	Bs-T	39	20	96	2005	Rivera y Wolff (2007)
Bolívar	Mompox	Bs-T	31	20	7	2005	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Cesar	La Jagua de Ibirico	Bs-T	24	114	2	2005	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Magdalena	Sabanalarga	Bs-T	27	87	318	2005	Rivera y Wolff (2007)
Magdalena	Santa Marta	Bs-T	33	300-250	5	2005	Noriega <i>et al.</i> (2002)
Bolívar	Cartagena	Bs-T	28	20	6	2006	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Bolívar	Isla de TierraBomba	Bs-T	27	10	3	2006	Noriega <i>et al.</i> (2006)
La Guajira	Cerrejón	Bs-T	32	120-80	11	2005	Noriega <i>et al.</i> (2006)
Boyacá	Puerto Boyacá	Bs-T	30	127	4	2005	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Caldas	La Dorada	Bs-T	35	195	5	2006	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Cundinamarca	Puerto Salgar	Bs-T	25	154	7	2006	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Santander	Barrancabermeja	Bs-T	27	97	?	2006	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Santander	Cimitarra, Puerto Araújo	Bs-T	27	106	?	2009	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Santander	Sabana de Torres	Bs-T	28	82	?	2009	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Tolima	Honda	Bs-T	27	203	9	2009	Noriega <i>et al.</i> (2011)
Sucre	Colosó, Serranía de Corazal	Bs-T	27	220	44	2009	Navarro <i>et al.</i> (2009)
Antioquia	Puerto Berrío	Bh-T	29	125	7	2012	Presente estudio
Meta	San Martín de los Llanos	Bh-T	25	333	2	2013	Presente estudio
Valle del Cauca	Roldanillo	Bs-T	23	966	2	2013	Presente estudio

Lina Marcela Isaza-López
Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y
Exactas, Departamento de Biología - Grupo en Ecología en
Agroecosistemas y Hábitats Naturales (GEAHNA)
Cali, Colombia
lina.isaza@correounivalle.edu.co

Santiago Montoya-Molina
Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y
Exactas, Departamento de Biología - Grupo en Ecología en
Agroecosistemas y Hábitats Naturales (GEAHNA)
Cali, Colombia
santiago.montoya.molina@correounivalle.edu.co

Carolina Giraldo-Echeverri
Fundación Cipav. Centro para la Investigación en Sistemas
Sostenibles de Producción Agropecuaria
Cali, Colombia
carolina@fun.cipav.org.co

Jibram León-González
Universidad Nacional de Colombia
Grupo de Investigación en Sistemática Molecular
jibramleg22@gmail.com

Arturo González-Alvarado
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt - Claustro de San Agustín
Villa de Leyva, Colombia
fgonzalez@humboldt.org.co

James Montoya-Lerma
Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y
Exactas, Departamento de Biología - Grupo en Ecología en
Agroecosistemas y Hábitats Naturales (GEAHNA)
Cali, Colombia
james.montoya@correounivalle.edu.co

Nuevos registros del escarabajo indoafricano *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) (Coleoptera: Scarabaeinae) en Colombia

Citación del artículo. Isaza-López, L. M., S. Montoya-Molina, C. Giraldo-Echeverry, J. León-González, A. González-Alvarado y J. Montoya-Lerma. 2015. Nuevos registros del escarabajo indoafricano *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787) (Coleoptera: Scarabaeinae) en Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 45-53.

Recibido: 19 de noviembre de 2014

Aprobado: 15 de abril de 2015

Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia

Mammals of an agricultural landscape of oil palm in the floodplains of the Orocué River, Casanare, Colombia

Lain E. Pardo-Vargas y Esteban Payán-Garrido

Resumen

La región de los Llanos, al oriente de Colombia, alberga una gran biodiversidad, pero al mismo tiempo está siendo blanco de fuertes procesos agroindustriales como el de la palma de aceite. Sin embargo, el conocimiento relacionado con la biodiversidad asociada a estos cultivos y su posible repercusión sobre la fauna silvestre nativa es mínimo. Por medio de fototrampeo se determinó la riqueza y frecuencia de captura de los mamíferos medianos y grandes asociados a una plantación de palma de aceite y sus ecosistemas naturales circundantes, en las sabanas inundables del departamento de Casanare, Colombia. Con un esfuerzo de muestreo de 3937 días/cámara se detectaron 16 especies de mamíferos medianos y grandes, y dos especies de ratones, cuyas frecuencias de captura variaron según el tipo de cobertura. Todas las especies estuvieron presentes en el bosque de galería; nueve de ellas estuvieron asociadas a palma y seis a sabana. Los mamíferos encontrados en la plantación fueron principalmente especies de mesodepredadores y generalistas, mientras que los de interior de bosque tienen dietas más restringidas. Se discute la importancia de los bosques de galería y las lagunas artificiales como herramientas de paisaje que mejorarían la diversidad en este tipo de agroecosistemas.

Palabras clave. Agroecosistema. Cámaras trampa. Llanos. Mesodepredadores. Palma africana. Mamíferos terrestres.

Abstract

The llanos region in eastern Colombia exhibits great biodiversity, and is being threatened by agro-industrial processes such as oil palm plantations. However, information about the mammals associated with these landscapes is very limited. We measured richness and capture frequencies of medium and large sized mammals using camera traps in an oil palm plantation and surrounding natural ecosystems, in the seasonally flooded savannas of the Department of Casanare, Colombia. We identify 16 medium to large mammals, and two species of mice, with a survey effort of 3937 camera/days. Capture frequencies varied according to the land cover type. All species were present in the gallery (riparian) forest. Nine species were also detected inside the oil palm plantation and six in savannas. The mammals we found in the plantation were mainly mesopredators and generalist species, while the mammals detected in forest have more restricted diets. We discuss the importance of the gallery forests and artificial lagoons as landscape tools that could enhance diversity in these agro-ecosystems.

Key words. Agroecosystem. Camera traps. Llanos. Mesopredators. Oil palm. Biodiversity.

Introducción

La agricultura moderna es el principal motor de cambio en los ecosistemas del mundo (Gibbs *et al.* 2010). En el trópico por ejemplo, aproximadamente el 70 % de la tierra ha sido usada como pastos, para agricultura o una mezcla de diferentes tipos de uso del suelo (McNeely y Scherr 2003). Esta situación se ha visto agravada por el incremento en la demanda de alimentos, grasas, aceites y biocombustibles, existiendo en la actualidad alrededor de 13 millones de hectáreas cultivadas con palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en el trópico (Rands *et al.* 2010). Colombia por su parte es el quinto productor de palma de aceite en el mundo, con un total de 476.781 ha sembradas hasta el 2013 (Fedepalma 2014) y una producción de 4.671.467 toneladas de fruto procesado en el 2012, según el Sistema de Información Estadística del Sector Palmero (SISPA) (<http://sispa.fedepalma.org/>). Se espera que la cifra llegue a casi el millón de hectáreas antes del 2020 (MADR 2006).

Aunque existe un gran debate en torno a los impactos de los cultivos de palma sobre la biodiversidad (Persey y Anhar 2010), hay evidencias del efecto negativo de estas plantaciones sobre diferentes especies y ecosistemas naturales (Edwards *et al.* 2010, Fitzherbert *et al.* 2008, Danielsen *et al.* 2008). Así por ejemplo, el 55 % de la expansión del cultivo de palma de aceite en Indonesia y Malasia se dio transformando áreas naturales de bosque (Koh y Wilcove 2008). Este cultivo también se ha convertido en una barrera para el movimiento de algunos mamíferos en Malasia, donde solo el 10 % de las especies presentes en una zona aledaña a un cultivo se detectaron dentro de la plantación, y en general fueron especies de preocupación menor (Maddox *et al.* 2007). La siembra de palma de aceite también disminuyó la diversidad de aves hasta en un 77 % en otra zona de Malasia (Peh *et al.* 2006).

Los Llanos Orientales de Colombia albergan una gran biodiversidad y algunas zonas son consideradas de alta prioridad para la conservación (Olson y Dinerstein 2002, Lasso *et al.* 2010, Mittermeier *et al.* 2003). Sin embargo, al mismo tiempo están siendo sujetas a un creciente desarrollo agroindustrial, particularmente de palma de aceite o africana (Romero-Ruiz *et al.* 2012, USDA 2009). Desafortunadamente los estudios relacionados con el impacto de este cultivo sobre la

biodiversidad son muy escasos en Colombia. Esta falta de información y los efectos negativos sobre la biodiversidad asociados al desarrollo palmero asiático, generan gran preocupación sobre el impacto que pueda tener la expansión de este cultivo en Colombia.

En este estudio se empleó la técnica del fototrampeo para determinar la riqueza y frecuencia de captura de las especies de mamíferos medianos y grandes presentes en un cultivo de palma y sus ecosistemas naturales circundantes, en el departamento de Casanare. Se discute la importancia de los bosques de galería y las lagunas artificiales como herramientas de paisaje que mejorarían la diversidad en este tipo de agroecosistemas.

Material y métodos

Área de estudio

El predio Palmar de Altamira se encuentra ubicado en las veredas El Delirio y Palmarito del municipio de Orocué, departamento de Casanare, Colombia (04°46'13.66" N-71°40'00.91" O; 145 m s.n.m.) entre el caño Maremare y el río Cravo Sur (Figura 1). Esta zona corresponde a la subregión o unidad de los Llanos Orientales, según la clasificación de Molano (1998), la cual está dominada por ecosistemas de sabana abierta e inundable, algunos pastos altos, sabana arbolada, bosques de galería, algunas zonas pantanosas con vegetación herbácea y arbustiva, así como morichales (Romero *et al.* 2004). Tiene una extensión de 4105 ha, de las cuales cerca de 3004 ha han sido sembradas con palma y 753 están constituidas por cobertura natural sin alteración. Dentro de esta área natural (sin cultivo) se incluyen básicamente bosques naturales y en menor proporción sabana o herbazales, los cuales están restringidos a una zona llamada "zona de conservación Casambá" (Figura 1).

En cuanto a la estructura del cultivo, la plantación de Altamira es relativamente joven, con siembras entre el 2009 y 2012. Hay presencia dominante de kudzu (*Pueraria spp.*), una planta leguminosa fijadora de nitrógeno y controladora de malezas (Villanueva y Guerra 1987). La plantación está dividida en lotes rectangulares con las palmas sembradas en línea a 9 m una

de otra, y una red de vías de tránsito interno. El sistema de riego consiste en canales de diferente profundidad y ancho, partiendo de una corona de irrigación principal

cuyo canal es de aproximadamente 20 m de ancho, el cual alimenta otros subcanales (p. e. primarios (2,3 m), secundarios (1,7 m) y terciarios (0,6 m) (Figuras 2 y 3).

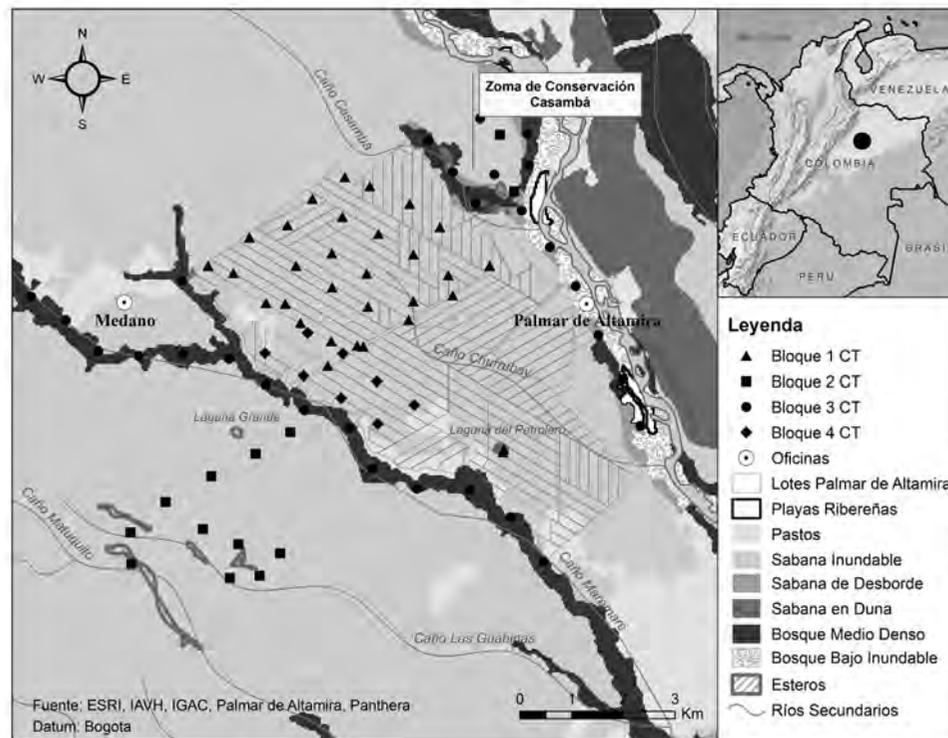


Figura 1. Diseño de muestreo de las estaciones (cámaras trampa) instaladas en Palmar de Altamira y sus alrededores (Orocué, Casanare, Colombia). Bloque 1: palma sembrada en el 2009. Bloque 2: sabana. Bloque 3: bosques de galería. Bloque 4: palma sembrada en 2011-2012.



Figura 2. Vista aérea del palmar de Altamira, Orocué, Casanare. Foto: Lain Pardo.



Figura 3. Yaguarundi (*Puma yagouarouandi*) captado con cámara trampa dentro de la plantación. Foto: Panthera Colombia.

Diseño de muestreo

Se realizó un muestreo con estaciones sencillas de cámaras-trampa entre julio 2012 y enero 2013 en diferentes tipos de coberturas y en bloques temporales distintos, cubriendo la mayor proporción de área posible. Se instalaron 29 cámaras (Pantheracam V3) en los lotes de la plantación de palma sembrada en el 2009, 12 cámaras en palma de siembra 2011-2012, 27 en los bosques de galería circundantes y 13 en sabana abierta (o herbazal según la clasificación del Ideam 2010) (Figura 1). Las estaciones dentro de la plantación se instalaron en forma de cuadrícula distanciadas entre 900-1000 m a lo largo de las vías de transporte interno y carriles que separan las líneas de palmas, donde solo acceden los empleados con los búfalos para retirar el fruto, así como en algunos canales de riego. Las cámaras dentro de la sabana se colocaron al lado de caminos y carreteras de transporte interno y en morichales cercanos a los caños Guabinas y Macuquito (Figura 1). Las cámaras instaladas en bosque de galería se colocaron en forma de transecto a lo largo de los caños Maremare, Maremarito y Casambá, a la misma distancia que las cuadrículas.

Se ubicaron cuatro estaciones extras de manera aleatoria alrededor de una laguna artificial dentro del palmar, en puntos que maximizaran la probabilidad de detección y/o con evidencia en paso de mamíferos. La laguna (Laguna del Petrolero) está formada por agua de lluvia y rodeada de vegetación natural en proceso de sucesión, cubriendo en conjunto un área de 4 ha aproximadamente (Figura 1).

Análisis de datos. La determinación taxonómica de las especies detectadas se basó en la última revisión sobre mamíferos de Colombia de Solari *et al.* (2013). Se empleó el software EstimateS (Colwell 1997) para determinar la riqueza de especies y evaluar la efectividad del esfuerzo de muestreo. Se realizó la curva de acumulación de especies graficando el número de días que las cámaras permanecieron activas por el número de especies encontradas. Como complemento, se determinó la pendiente, la proporción de fauna registrada, entre otros parámetros para evaluar la calidad del inventario aplicando la función de Clench, sugerida por Jiménez-Valverde y Hortal (2003), empleando el programa Statistica 7 (StatSoft Inc. 2004).

Se estimó la frecuencia de captura como una aproximación a la abundancia relativa mediante la siguiente fórmula: número de detecciones independientes/esfuerzo de muestreo *100, considerando como independientes las fotos de individuos de la misma especie que estuvieran al menos 30 minutos separadas y el esfuerzo de muestreo (días/cámara) como la suma de los días que cada cámara estuvo activa (O'Brien *et al.* 2003). Por su parte, la riqueza estimada se determinó mediante los estimadores de Jackknife y Chao 1. Sin embargo, se toman en cuenta para los análisis los estimados de Jackknife como sugiere Tobler *et al.* (2008).

Resultados

El esfuerzo de muestreo total fue de 3937 días/cámara (Tabla 1). Se registraron 16 especies de mamíferos medianos y grandes (>1 kg) y dos especies de ratones pequeños, probablemente del mismo género, distribuidos en siete órdenes y 13 familias. Dos especies adicionales fueron determinadas por observación directa (p.e. mono aullador: *Alouatta seniculus* y nutria. *Lontra longicaudis*) (Tabla 2). El orden con más familias fue Rodentia y Carnivora. El oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) y la nutria aparecen en la lista de especies amenazadas de Colombia (Resolución 0182 de 2014), siendo el primero también considerado como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN; www.iucnredlist.org).

Las curvas de acumulación de especies también indican que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para las diferentes coberturas, al alcanzar la asíntota satisfactoriamente (Figura 4). Los muestreos tienen una varianza explicada cercana a 1, lo que le sugiere un buen ajuste del modelo para todas las curvas. Así mismo, la proporción de mamíferos registrados sugiere que se detectó casi la totalidad de especies probables en el área (Tabla 1).

La frecuencia de captura de cada especie varió según el tipo de cobertura. Sin embargo, las especies más frecuentes o comunes en el área fueron venados (*Odocoileus cariacou*), zorros (*Cerdocyon thous*) y chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo y riqueza de los mamíferos medianos y grandes registrados mediante fototrampeo en el Palmar de Altamira y sus alrededores (Orocué, Casanare, Colombia). *Sobs= Riqueza observada (Sobs) (Mao Tau); a y b son los parámetros de la ecuación de Clench (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Resultados derivados únicamente del fototrampeo, no incluye especies observadas directamente, animales domésticos, murciélagos o micos. En la laguna artificial se instalaron cuatro cámaras con un esfuerzo de 222 días/cámaras.

	Bosque	Sabana	Palmar 2009	Palmar 2011-2012
Total cámaras	27	13	29	12
Esfuerzo de muestreo (días/cámara)	1155	600	1556	404
Ocasiones (días)	55	51	59	51
Pendiente	0,0124	0,0024	0,0062	0,0083
Varianza explicada (R ²)	0,98	0,97	0,94	0,99
Proporción de fauna registrada (Sobs/(a/b)*100)*	98 %	97 %	98 %	93 %
Especies observadas	15 (DE 1,38)	6 (DE 0)	9 (DE 0)	8 (DE 0)
Especies estimadas (Jack1)	16,96 (DE 1.38)	6 (DE 0)	9,98 (DE 0,98)	8,98 (DE 0,98)
Especies estimadas (Chao1)	16 (DE 2,29)	6 (DE 0)	9 (DE 0,47)	8 (DE 0,47)

Tabla 2. Número de fotos independientes de los mamíferos detectados en Palmar Altamira y sus alrededores (Orocué, Casanare, Colombia). VU: Vulnerable, categoría de amenaza según la Resolución colombiana 0182 de 2014. *Nutria y mono aullador fueron observadas directamente, por lo que no se estimaron fotos independientes como tal. Las demás especies fueron detectadas mediante fototrampeo, considerando la independencia con un lapso de 30 minutos entre fotografías de individuos de la misma especie.

Especie	Nombre científico	Bosque	Sabana	Palmar 2009	Palmar 2011-2012	Laguna artificial
Pilosa						
Oso palmero (VU)	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	16	6	4	3	4
Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	11	5	23	6	3
Artiodactyla						
Venado cola blanca	<i>Odocoileus cariacou</i>	120	193	319	139	30
Cerdo feral	<i>Sus scrofa</i>	95	35			
Cingulata						
Cachicamo	<i>Dasybus novemcinctus</i>	7		114	11	
Carnivora						
Zorro	<i>Cerdocyon thous</i>	10	93	372	66	3
Yaguarundi	<i>Puma yagouaroundi</i>	4		28	6	3
Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	28		1	1	2
Puma	<i>Puma concolor</i>	7				1
Nutria (VU)	<i>Lontra longicaudis</i>	2*				
Rodentia						
Ratón 1	<i>Proechimys</i> sp.	1		4		
Ratón 2	<i>Proechimys</i> sp.	1				

Cont. **Tabla 2.** Número de fotos independientes de los mamíferos detectados en Palmar Altamira y sus alrededores (Orocué, Casanare, Colombia). VU: Vulnerable, categoría de amenaza según la Resolución colombiana 0182 de 2014. *Nutria y mono aullador fueron observadas directamente, por lo que no se estimaron fotos independientes como tal. Las demás especies fueron detectadas mediante fototrampeo, considerando la independencia con un lapso de 30 minutos entre fotografías de individuos de la misma especie.

Especie	Nombre científico	Bosque	Sabana	Palmar 2009	Palmar 2011-2012	Laguna artificial
Rodentia						
Picure	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	43				
Lapa	<i>Cuniculus paca</i>	76				
Chigüiro	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	272	71	7	14	6
Didelphiomorpha						
Chucha	<i>Didelphis marsupialis</i>	42				
Primates						
Mico maicero	<i>Cebus apella</i>	3				
Mono aullador	<i>Alouatta seniculus</i>	*				
Total fotos independientes		737	403	872	246	52
Total especies		18	6	9	8	8

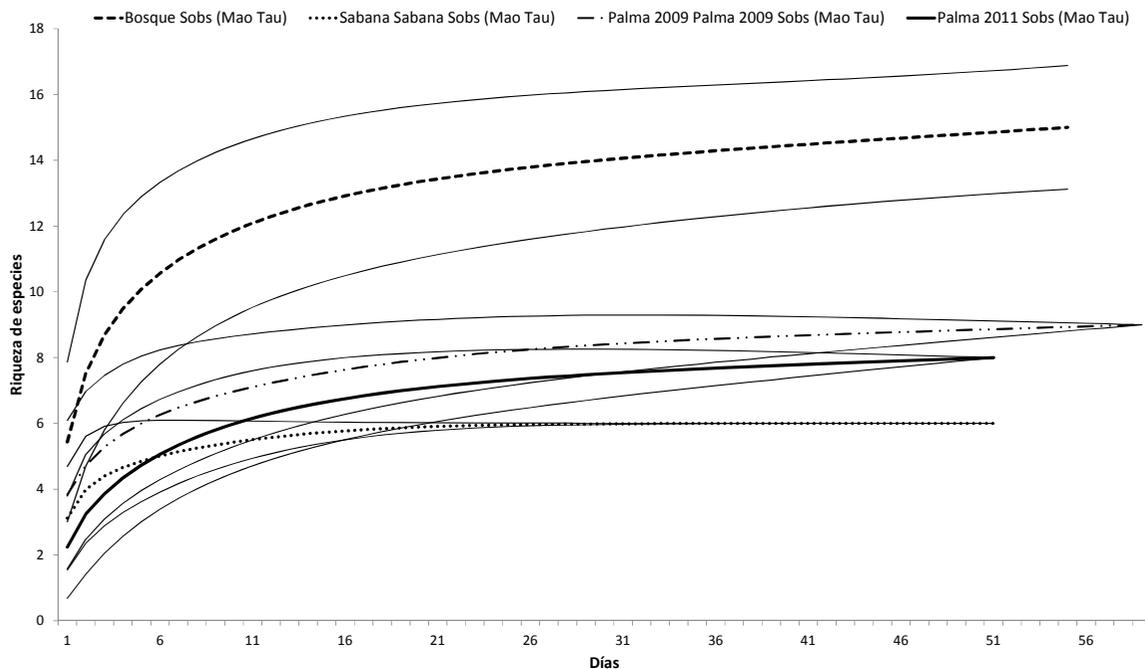


Figura 4. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes detectados mediante fototrampeo en Palmar de Altamira y sus alrededores (Orocué, Colombia). Las líneas negras continuas corresponden a los intervalos de confianza del 95 %.

La gran mayoría de las especies restantes tuvieron una baja frecuencia de captura (Figura 5). En el bosque de galería se presentaron todas las especies que fueron fotografiadas en las demás coberturas (sabana y plantación). La frecuencia de venado y zorro fue mayor dentro de la plantación y en la sabana que dentro del bosque (Figura 5, Tabla 2).

El oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) se registró con mayor frecuencia en bosque de galería que dentro de la plantación, donde su frecuencia fue similar a la de la sabana. El oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), también con pocas detecciones, tuvo una frecuencia similar en todas las coberturas. El yaguarundi (*Puma yagouaroundi*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*), por su parte, tuvieron frecuencias de captura casi inversamente proporcionales entre bosque y la plantación, siendo el yaguarundi más común dentro del palmar que en el bosque y viceversa. El cachicamo (*Dasybus novemcinctus*) por su parte, fue fotografiado con más frecuencia en la plantación de palma pero menos en bosque, y no fue detectado mediante fototrampeo en sabana. Por otro lado, ocho especies fueron registradas exclusivamente en bosque (Figura 5, Tabla 2).

Discusión

Las especies encontradas dentro de los lotes de la plantación son similares a aquellas típicas de la sabana abierta de los llanos (dominada por vegetación herbácea continua), sugiriendo que a pesar de la presencia del cultivo, estas especies siguen presentes en la zona. Sin embargo, los resultados confirman la importancia que tienen los bosques de galería para la presencia, riqueza y conservación de la fauna local. En los bosques evaluados, la riqueza de especies fue mayor con respecto a las demás coberturas, similar a lo que se ha encontrado en otras investigaciones (Trujillo *et al.* 2011).

Trujillo *et al.* (op. cit.) y Payán *et al.* (2011) indican que las áreas primordiales para la conservación de mamíferos en los Llanos, y donde existe más riqueza de especies, son el bosque de galería, las matas de monte y las áreas de humedales. Sugieren de esta manera, que los ríos y los bosques de galería asociados funcionan a su vez como corredores biológicos para muchas especies en la Orinoquia, lo que aumenta la probabilidad de encontrar más especies. Trujillo *et al.* (2011) también encontraron riquezas bajas y medias en la sabana abierta, pero mencionan que estas áreas son

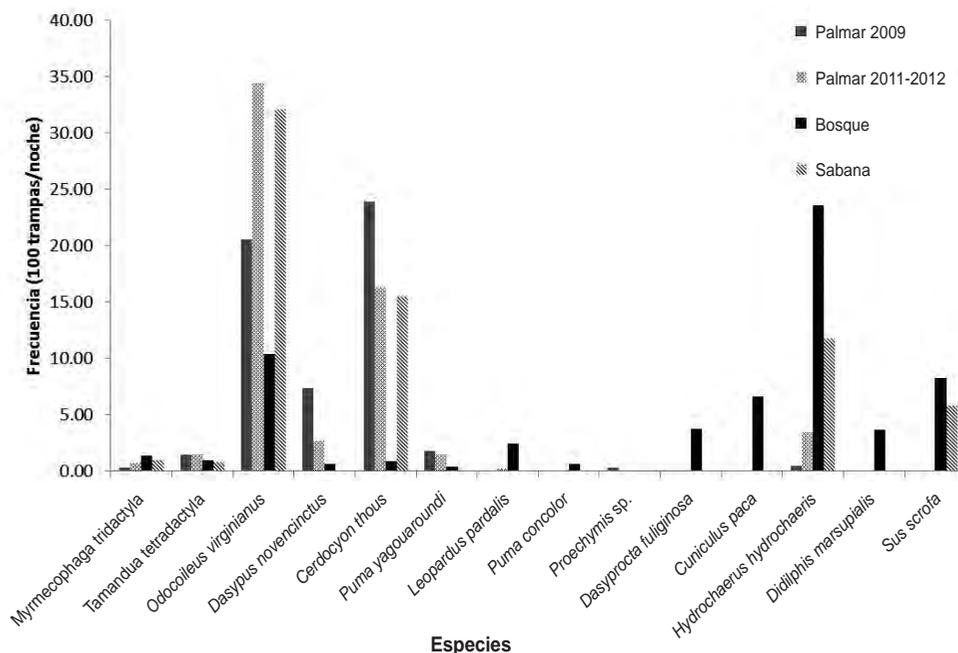


Figura 5. Índice de frecuencias de captura de los mamíferos detectados mediante fototrampeo en el Palmar de Altamira y sus alrededores (Orocué, Casanare, Colombia).

importantes para algunas especies como chigüiros y venados, particularmente en términos de biomasa y por la presencia de humedales (además de su importancia para otros grupos taxonómicos como las aves).

Las especies de mamíferos asociadas a las sabanas neotropicales (o llanos en términos generales) no son exclusivas de la cobertura de sabana abierta y necesitan otros elementos o ecosistemas complementarios del paisaje para su supervivencia, tales como zonas boscosas, matas de monte, esteros, bancos y morichales (Ojasti 1990, Correa *et al.* 2005, Pérez y Ojasti, 1996). Estos elementos o ecosistemas hacen parte de las sabanas naturales de los llanos, los cuales generan heterogeneidad y un complejo ecosistémico que contribuye a mantener la diversidad de especies (Pérez y Ojasti 1996). Los resultados de este trabajo resaltan la importancia de estos elementos (bosques de galería y matas de monte) para la presencia de mamíferos, dada la riqueza encontrada.

Algunas de las especies registradas exclusivamente en bosque suelen estar asociadas a fuentes de agua y son importantes en la dinámica de los bosques, al permitir la dispersión y/o depredación de semillas, como es el caso del picure y la lapa (Smythe 1991). El bosque de vega a orillas del río Cravo Sur presentó, en términos generales, menos especies de mamíferos o frecuencias más bajas que los demás caños. La lapa, por ejemplo, fue más frecuentemente registrada en el bosque de galería de los caños propiamente dichos (caño Maremare) que en el bosque de vega al lado del río Cravo Sur. Este bosque tiene zonas con abundante rastrojo y vegetación secundaria en estados avanzados de sucesión, así como evidencias de uso intensivo años atrás y zonas con sotobosque abierto donde predomina la palma real. Por otro lado, es un lugar frecuentado por personas como empleados del palmar y habitantes de fincas vecinas. Estas características en su conjunto, pueden influir en los resultados mencionados.

Los resultados de la laguna artificial son interesantes al evidenciarse su uso por especies tan importantes como el puma y algunas de sus presas. Aunque es un reservorio artificial de agua, cumple un papel importante en la heterogeneidad del paisaje. Durante la época seca muchos animales se van a los caños, esteros o jagüeyes para protegerse del estrés hídrico, por lo que

los reservorios de agua de este tipo también permitirían el mantenimiento de ciertas especies durante esta época (Camargo-Sanabria *et al.* 2014). La sucesión vegetal que tiene la laguna a su alrededor podría estar cumpliendo funciones similares a las de una mata de monte, al permitir el paso, refugio y quizás hábitat para algunas especies de fauna; no solo de mamíferos ya que se observaron aves y reptiles dentro en este parche de bosque.

La alta frecuencia de venado, cachicamo, oso hormiguero, zorro y yaguarundi dentro de la plantación en comparación con los otros ecosistemas, confirma la flexibilidad ecológica de estas especies (p. e. Emmons 1997). La frecuencia de captura de la gran mayoría de especies detectadas en los palmares sembrados en 2011-2012 fue menor que en la siembra de 2009, particularmente para cachicamo y zorro, pero fue superior para venado (Figura 5). Esta situación podría explicarse si se tiene en cuenta que la intervención para el cambio de uso del suelo es más reciente en la siembra de 2011 y las especies apenas estarían adaptándose al nuevo entorno y colonizando de nuevo.

La mayor frecuencia de mesodepredadores en la plantación (zorro y yaguarundi) con respecto al bosque, sugiere que el palmar les brinda suficientes recursos alimenticios, fomentando la concentración de individuos en este ecosistema. Estos recursos estarían representados probablemente por ratones, cachicamos, lagartijas, aves, entre otros, que fueron observados dentro de la plantación. No se encontraron estudios sobre roedores asociados a plantaciones de palma en Colombia. Sin embargo, existe evidencia que los ratones son comunes en los cultivos de palma en países asiáticos, llegando incluso a convertirse en especies plaga (Ariffin y Mohd 2011, Wood y Chung 2003). De manera que eventualmente los roedores podrían ser uno de los recursos que más fácilmente aprovechen estas especies dentro del cultivo.

El zorro en particular, es una especie oportunista que aprovecha casi cualquier ambiente. Consume desde frutos, invertebrados y pequeños vertebrados (Gatti *et al.* 2006), por lo que no es de extrañar su abundancia dentro del palmar. Gatti *et al.* (2006), incluso encontraron dentro de la dieta del zorro en Brasil una proporción importante de frutos de la palma *Allagoptera*

arenaria (88,6 %), similar en su apariencia general a la palma de aceite, pero más pequeña. Es probable entonces que el zorro también aproveche el fruto de la palma de aceite como complemento energético en su dieta, lo cual habría que confirmarse con un estudio más específico.

El yaguarundi también es una especie ampliamente distribuida en el Neotrópico, y aunque suele encontrarse en casi cualquier tipo de ecosistema hasta los 2200 m s.n.m., no es una especie común o fácilmente observable (Emmons 1997). Desafortunadamente, la información sobre esta especie es muy escasa en el país. Sin embargo, Boron y Payán (2013) encontraron abundancias relativas mayores en la plantación y en el borde de palma de aceite (en conjunto) que en borde de bosque, en un área de 1800 ha (640 ha constituida por cultivo de palma) en el Magdalena Medio. Aunque la investigación se hizo en un ecosistema muy diferente al de la sabana de los llanos, coincide con la tendencia encontrada para yaguarundi en este trabajo.

El ocelote es considerado también un depredador oportunista que consume gran variedad de vertebrados (generalmente de menos de 2 kg), en los que se incluyen pequeños y medianos mamíferos (particularmente didélfidos y roedores), reptiles, anfibios, aves, insectos y hasta peces (Chinchilla 1997, Emmons 1987). Es una especie ecológicamente similar al yaguarundi, pero cuya presencia en el palmar fue mínima en comparación con bosque, e inversamente proporcionalmente a la del yaguarundi (Figura 5, Tabla 2). Daily *et al.* (2003) también observaron ocelote en lugares con diferentes usos de suelo, incluyendo remanentes boscosos, cafetales cercanos a bosques remanentes, pasturas y bosque secundario maduro en una zona montañosa de Costa Rica. Dado que estas dos especies tienen nichos similares, sería interesante investigar los factores que influyen en las diferencias encontradas entre las frecuencias de yaguarundi y ocelote en el área de estudio. Estos factores podrían estar relacionados con algún mecanismo para evitar la competencia directa.

El incremento de algunas especies de mamíferos carnívoros en cultivos de palma también se ha documentado en otros países. En Borneo, por ejemplo, la abundancia del gato leopardo (*Prionailurus bengalensis*), una especie de tamaño similar al

yaguarundi, aumentó en estos cultivos donde se alimenta principalmente de ratones, pero usa el bosque como refugio (Rajaratnam *et al.* 2007). En términos generales, en los países asiáticos el cultivo de palma parece afectar especies en peligro y con dietas especializadas como el tigre de Sumatra, mientras que las especies comunes de amplios rangos de dieta son más tolerantes a este tipo de uso del suelo (Persey y Anhar 2010). Patrón que parece repetirse en la plantación evaluada en este trabajo.

La flexibilidad de algunos carnívoros generalistas para colonizar áreas modificadas por el hombre y paisajes agrícolas ha sido probada en otras oportunidades (Athreya *et al.* 2013, Muhly *et al.* 2013). Sin embargo, es importante entender los factores que promueven el aumento ciertas especies dentro del cultivo. Del mismo modo, se deben identificar los posibles efectos negativos de un eventual aumento poblacional de estos mesodepredadores, ya que como se mostró esta situación también podría conllevar a un aumento en la depredación de especies nativas (Crooks y Soulé 1999, Garrott *et al.* 1993). En este trabajo, por ejemplo, se obtuvieron varias fotografías de zorros consumiendo cachicamos y reptiles.

El puma fue el tercer felino identificado en el área de estudio, donde, según el análisis de las fotos, se detectaron dos machos y una hembra. Estuvo estrictamente asociado al bosque de galería, con solo un registro al interior de la laguna artificial (Laguna del Petrolero) (Figura 1, Tabla 2). Las especies detectadas en este estudio sugieren que el puma tiene una oferta adecuada de presas en el bosque que rodea la plantación. Esto se comprobó al haberse confirmado la presencia de lapas, venados y chigüiros, entre otros, los cuales hacen parte de su dieta (Emmons 1987).

La elevada frecuencia de chigüiros pudo estar influenciada por su comportamiento gregario y muchas de las fotos que se consideraron como independientes, pudieron ser del mismo individuo o de manadas que permanecían cerca todo el día. Sin embargo, se resalta el papel de ciertas áreas de la hacienda Altamira en el mantenimiento de esta especie llanera (p. e. Caño Maremare, bosque de vega del río Cravo Sur y la zona de conservación del Casambá). Aunque se detectaron chigüiros en el palmar, su frecuencia fue mucho

menor que en los demás ecosistemas. La mayoría de registros estuvieron siempre asociados a humedales como los esteros, morichales o terraplenes del río y caños. Esto se debe a que el sistema de producción de palma en los Llanos requiere del drenado de la sabana a través de canales artificiales, lo cual limita la formación de humedales dentro de los lotes. Varias de las observaciones dentro de la plantación se dieron precisamente en los canales de riego principales, donde se almacena agua.

Muy cerca al área de estudio se llevó a cabo un inventario con cámaras trampa en la reserva natural de Palmarito (Díaz-Pulido y Payán 2009). Allí se identificaron 16 especies de vertebrados con un esfuerzo de muestreo de 1282 días/cámara, comparable con el presente trabajo. En el Palmar de Altamira se detectaron dos especies no registradas en Palmarito: el jaguarundi y el mico maicero. La ausencia de jaguarundi en la reserva, por su parte, estaría confirmando su preferencia y el aprovechamiento de nuevos recursos dentro de la plantación de palma. Ninguna de las dos especies son especialmente prioritarias desde el punto de vista de conservación, ya que son especies comunes, generalistas y fácilmente adaptables a ecosistemas modificados.

Es notable la mayor frecuencia de captura de pumas en Palmarito y la mayor frecuencia de mesopredadores (ocelotes, yaguarundis y zorros) en Altamira. Esto refuerza la hipótesis de que el paisaje de palma podría estar ofreciendo más presas u otros recursos a mesopredadores, al menos en términos de biomasa. Esto también resalta la importancia de conservar el bosque en Altamira para la conectividad de los pumas que se mueven a lo largo de los dos predios. Es importante recordar que debido a las diferencias metodológicas de los dos estudios, estas comparaciones deben hacerse con precaución. Sin embargo, permiten hacerse una idea general de la situación. Por otro lado, la ausencia de armadillo cola e trapo (*Cabassous unicinctus*), armadillo sabanero (*Dasyus sabanicola*), ocarro (*Priodontes maximus*), tayra (*Eira barbara*), hurón (*Galictis vittata*), jaguar (*Panthera onca*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y de labio blanco (*Tayassu Pecariu*), entre otros sugeridos para la zona (Ferrer *et al.* 2009), es un llamado de atención sobre su delicado estado de conservación.

Hay que tener en cuenta que estos resultados responden al panorama que presenta el palmar a la fecha de estudio (2013), donde existen aproximadamente 3000 ha sembradas. Sin embargo, es importante investigar los efectos de un eventual incremento del área sembrada. En este sentido, los resultados presentados en este trabajo podrían funcionar como información de línea base para futuros monitoreos. Solo con dicho monitoreo se podría constatar si las especies realmente se han adaptado al nuevo uso del suelo y si la función ecológica de los ecosistemas en el área se mantiene. Vale la pena señalar, que los detalles de esta investigación, así como otros documentos y propuestas de manejo fueron entregados a los profesionales del área ambiental de la plantación con el ánimo de servir de instrumento de gestión y monitoreo para fauna.

Conclusiones

Este estudio constituye un insumo importante para conocer un poco más los posibles impactos de los cultivos extensivos de palma de aceite sobre la diversidad de mamíferos del Llano. Esta información aunque actualmente limitada, está aumentando, y se espera que más estudios sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos permitan una mejor planeación del desarrollo palmero en la región. Es importante abordar estudios más detallados que permitan aproximarse a las causas de los resultados presentados, así como a la solución de varias inquietudes que pueden surgir del panorama encontrado en esta plantación.

Algunas especies se mostraron tolerantes al cambio de uso del suelo. Esto se evidencia gracias a la alta frecuencias de zorros, yaguarundis, cachicamos y venados dentro del palmar estudiado. Al mismo tiempo, los zorros y los yaguarundis podrían estar ayudando a controlar los roedores, que son considerados como plagas en estos cultivos, contribuyendo a un control biológico dentro de la plantación. Sin embargo, los posibles impactos negativos de un aumento en sus poblaciones también deben investigarse caso a caso. La ausencia de jaguar y otras especies mencionadas en la discusión es un llamado de alerta sobre su eventual extinción local.

Se resalta la importancia de un agropaisaje heterogéneo para limitar el impacto negativo sobre la biodiversidad.

La conservación de los bosques riparios, matas de monte, lagunas y humedales en los monocultivos ofrecen una variación espacial y estructural que aumenta la posibilidad de tener mayor riqueza de especies. Estos elementos son fundamentales para la presencia de grandes depredadores como el puma, especie importante ecológicamente, y que fue registrado únicamente en el bosque ripario. Del mismo modo, vale la pena rescatar el papel que pueden tener las lagunas artificiales, con sucesión boscosa a su alrededor, en la amortiguación de los posibles efectos de la expansión de palma en las sabanas. Este elemento podría constituir una herramienta de manejo de paisaje importante a la hora de diseñar una plantación amigable con el ambiente, ya que simularía las funciones de una mata de monte y genera heterogeneidad en el paisaje.

Por otro lado, aunque no fue el objetivo de este trabajo, la experiencia en esta plantación situada en las sabanas inundables del Casanare nos permite hacer un llamado de alerta para estudiar los efectos del cultivo sobre las dinámicas hídricas de las sabanas. Así como las implicaciones del vertimiento de fertilizantes a los ecosistemas acuáticos, en cuanto a la posible eutrofización de sus aguas.

Finalmente, esta investigación muestra la importancia que pueden tener las tierras privadas o productivas para la conservación de fauna silvestre. Se resalta la responsabilidad que tienen los agroindustriales de apoyar y generar estudios que permitan mejorar el conocimiento del sistema para de este modo tomar las medidas de manejo apropiadas. Esto con miras a hacer del desarrollo palmero una alternativa social y ecológicamente sostenible. De esta manera se deben replicar más estudios sobre biodiversidad en otras plantaciones y hacer una aproximación de paisaje que permita entender mejor la dinámica de la fauna en este tipo de paisajes.

Agradecimientos

Se agradece de manera especial a Aceites Manuelita S. A. por el apoyo financiero a este estudio y el interés mostrado por fomentar la investigación y conservación en sus predios. A los asistentes de campo Elver Díaz y Guiovanny Arteaga. Así como a Harold Eder, Rodrigo Belalcazar, Juan Carlos Morales, Eduardo

Castillo, Enrique Ospina, y su equipo. A Carolina Soto, Angélica Benítez, Angela Mejía y el equipo de trabajo de Panthera Colombia. Agradecimientos especiales a los revisores por sus sugerencias.

Bibliografía

- Ariffin, D. y B. Mohd. 2001. MIP intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite. *Palmas* 22 (4): 19-35.
- Athreya V., M. Odden, J. D. Linnell, J. Krishnaswamy y U. Karanth. 2013. Big cats in our backyards: persistence of large carnivores in a human dominated landscape in India. *PLoS ONE* 8 (3): e57872. doi: 10.1371.
- Boron V. y E. Payan. 2013. Abundancia de carnívoros en el agropaisaje de las plantaciones de palma de aceite del valle medio del río Magdalena, Colombia. Pp: 165-176. *En: Castaño-Urbe C, J. F. González-Maya, C. Ange, D. Zarrate-Charry y M. Vela-Vargas (Eds.). Plan de conservación de felinos del Caribe colombiano 2007-2012: los felinos y su papel en la planificación regional integral basada en especies clave. Fundación Herencia Ambiental Caribe, ProCAT Colombia, The Sierra to Sea Institute. Santa Marta.*
- Camargo-Sanabria, A., L. Pardo, H. López-Arévalo, O. Montenegro, P. Sánchez-Palomino y C. Caro. 2014. Área de acción y movimientos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Algunas consideraciones para su manejo. Pp: 293-310. *En: López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino y O. L. Montenegro (Eds.). El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquia colombiana: manejo sostenible y conservación. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.*
- Crooks, K. R. y M. E. Soulé. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Letters to Nature* 400: 563-566.
- Chinchilla, F. 1997. La dieta del jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*) y el manigordo (*Felis pardalis*) (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 45 (3): 1223-1229.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples (Software and User's Guide), Versión 5.01.
- Correa, H. D., S. L. Ruiz y L. M. Arévalo (Eds.) 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ. Bogotá D.C. 281pp.

- Danielsen, F., H. Beukema, N. D. Burgess, F. Parish, C. Brühl, P. F. Donald, D. Murdiyoso, B. Phalan, L. Reijnders, M. Struebig y E. B. Fitzherbert. 2008. Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate. *Conservation Biology* 23: 348-358.
- Daily, G. C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán, y A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Country side biogeography of Neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17 (6): 1814-1826.
- Díaz-Pulido, A. y E. Payán. 2009. Riqueza y Abundancia relativa de vertebrados terrestres en una reserva privada de la Orinoquía colombiana. Documento Técnico, Fundación Panthera, Fundación Palmarito. Bogotá D.C, Colombia. 23 pp.
- Edwards, D. P., J. A. Hodgson, K. C., Hamer, S. L. Mitchell, A.H. Ahmad, S. J. Cornell y D. Wilcove. 2010. Wildlife-friendly oil palm plantations fail to protect biodiversity effectively. *Conservation Letters* 3: 236-242.
- Emmons, L. H. 1987. Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 20: 217-283.
- Emmons, L. H. 1997. Neotropical rainforest mammals. The University of Chicago Press, Chicago, USA. 396 pp.
- Fedepalma. 2014. Anuario Estadístico 2014. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo: 2009-2013. Fedepalma, Bogotá, Colombia. 176 pp.
- Ferrer, A., M. Beltrán, A. Díaz-Pulido, F. Trujillo, H. Mantilla-Meluk, O. Herrera, A. Alfonso y E. Payan. 2009. Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco. *Biota Colombiana* 10 (2): 179-207.
- Fitzherbert, E., M. Struebig, A. Morel, Danielsen, F. Carsten, A. Brühl, P. F. Donald y B. Phalan. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23 (10): 538-545.
- Gibbs, H., A. S. Ruesch, F. Achard, M. K. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty y J. A. Foley. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (38): 16732-16737.
- Garrott, R. A., P. J. White y C. B. White. 1993. Overabundance: An Issue for Conservation Biologist? *Conservation Biology* 7 (4): 946-949.
- Gatti, A. R. Bianchi, C. Regina, X. Rosa y S. Mendes. 2006. Diet of two sympatric carnivores, *Cerdocyon thous* and *Procyon cancrivorus*, in a restinga area of Espirito Santo State, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 22: 227-230.
- Ideam. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). Bogotá, D. C. Colombia. 72 pp.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberoamericana de Aracnología*. 8 (31): 151-161.
- Koh, P. L. y D. Wilcove. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical forest? *Conservation Letters* 1: 60-64.
- Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. 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, 609 pp.
- Maddox, T., Priatna, D., E. Gemita y A. Salampessy. 2007. The conservation of tigers and other wildlife in oil palm plantations, Jambi Province, Sumatra, Indonesia. *ZSL Conservation Report* 7 (i-ii): 1-62.
- MADR. 2006. Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 116 pp.
- McNeely, J. A. y S. J. Scherr. 2003. Ecoagriculture: Strategies for Feed the World and Save Wild Biodiversity. Island Press. Washington, D. C., 325 pp.
- Mittermeier, R.A., C. G. Mittermeier, T. M. Brooks, J. D. Pilgrim, W. R. Konstant, G. A. B. da Fonseca y C. Kormos. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* (PNAS)100 (18): 10309-10313.
- Molano, J. 1998. Biogeografía de la Orinoquia colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 36 pp.
- Muhly, T. B., M. Hebblewhite, D. Paton, J. A. Pitt, M. Boyce y M. Musiani. 2013. Humans strengthen bottom-up effects and weaken trophic cascades in a terrestrial food web. *PLoS-One* 8 (5): e64311.
- O'Brien, T., M. Kinnaird y H. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6: 131-139.
- Ojasti, J. 1990. Comunidades de mamíferos en sabanas neotropicales. Pp: 259-293. En: Sarmiento, G. (Ed.). Las sabanas americanas. Fondo Editorial Acta Científica de Venezuela, Caracas.
- Olson, D. y E. Dinerstein. 2002. The Global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 199-224.
- Payán, E., C. Soto, A. Díaz-Pulido, S. Nijhawan, y R. Hoogesteijn. 2011. El corredor jaguar: una oportunidad para asegurar la conectividad de la biodiversidad en la

- cuenca del Orinoco. Pp. 234-247. *En*: C.A. Lasso, A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo, A. Machado-Allison (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C.
- Peh, K. S.-H., N. S. Sodhi, J. de Jong, C. H. Sekercioglu, C. A.-M. Yap, y S. L.-H. Lim. 2006. Conservation value of degraded habitats for forest birds in southern Peninsular Malaysia. *Diversity Distributions* 12: 572–581.
- Pérez, E. y J. Ojasti. 1996. La utilización de la fauna silvestre en la América tropical y recomendaciones para su manejo sustentable en las sabanas. *Ecotropicos* 9 (2): 71-82.
- Persey, S. y S. Anhar. 2010. Biodiversity information for Oil Palm. 2nd International Conference on Oil Palm and Environment 2010: Measurement and mitigation of environmental impact of palm oil production. Bali, Indonesia.
- Rajaratnam, R., M. Sunquist, L. Rajaratnam y L. Ambu. 2007. Diet and habitat selection of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis borneoensis*) in an agricultural landscape in Sabah, Malaysian Borneo. *Journal of Tropical Ecology*: 23: 209–217.
- Rands, M. R., W. M. Adams, L. Bennun, S. H. Butchart, A. Clements, D. Coomes, A. Entwistle, I. Hodge, V. Kapos, J. P. Scharlemann, W. J. Sutherland y B. Vira. 2010. Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. *Science* 329: 1298-1303
- Romero, M., G. Galindo, J. Otero y D. Armenteras. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 189 pp.
- Romero-Ruiz, M. H., S. G. Flantua, K. Tansey y J. C. Berrio. 2012. Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. *Applied Geography* 32:766-776.
- Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. Defler, H. Ramírez-Chavez y F. Trujillo. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20 (2): 301-365.
- Smythe, N. 1991. *Dasyprocta punctata* and *Agouti paca* (Guatusa, Cherenga, Agouti, Tepezcuintle, Paca). Pp: 463-465. *En*: Janzen, D. (Ed.). Historia Natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- StatSoft Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7.
- Tobler, M. W., S. E. Carrillo-Percegui, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large and medium sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11: 169-178.
- Trujillo, F., J. Garavito-Fonseca, K. Gutiérrez, M. V. Rodríguez-Maldonado, R. Combariza, L. Solano-Pérez, G. Pantoja y J. P. Ávila-Guillen. 2011. Mamíferos del Casanare. Pp: 181-206. *En*: Usma, J. S. y F. Trujillo (Eds.). Biodiversidad del Casanare: ecosistemas estratégicos del departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá D.C.
- Turner, E. C., J. L. Snaddon, T. M. Fayle, y W. A. Foster. 2008. Oil palm research in context: identifying the need for biodiversity assessment. *Plusone* 3 (2): e1572.
- Villanueva, A. y J. M. Guerra. 1987. Cobertura de Kudzú en plantaciones de palma: Siembra y desarrollo. *Revista Palmas* 8 (4): 23-29.
- USDA. 2009. The Altillanura. Colombia's Next Agricultural Frontier. United States Department of Agriculture (USDA) GAIN report. USA. 17 pp.
- Wood, B. J. y G. F. Chung. 2003. A critical review of the development of rat control in Malaysian agriculture since the 1960s. *Crop Protection* 22: 445-461.

Lain E. Pardo-Vargas

Centre for Tropical Environmental and Sustainability Science,
School of Marine & Tropical Biology - James Cook University
Cairns, Australia
laine@jcu.edu.au - leopardov@gmail.com

Esteban Payán-Garrido

Fundación Panthera - Colombia
Bogotá, Colombia
epayan@panthera.org

Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las
sabanas inundables de Orocué (Casanare, Colombia)

Citación del artículo. Pardo-Vargas, L. E. y E. Payán-Garrido. 2015. Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué (Casanare, Colombia). *Biota Colombiana* 16 (1): 54-66.

Recibido: 23 de julio de 2014

Aprobado: 27 de mayo de 2015

Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo – ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia

Wildlife mortality records caused by vehicular collisions on the Toluviejo - Ciénaga de La Caimanera highway, Sucre, Colombia

Jaime De La Ossa-V. y Silvia Galván-Guevara

Resumen

El presente trabajo evalúa la mortalidad accidental debida a atropellamiento de fauna silvestre en la carretera que va desde el poblado de Toluviejo a la ciénaga de La Caimanera, departamento de Sucre, Colombia. Esta atraviesa una porción de los Montes de María, pasando por sabanas antrópicas hasta llegar a una zona de manglares en la costa Caribe. Se registraron 431 individuos atropellados, de 31 especies: mamíferos 28,1 % (121), aves 28,8 % (124), reptiles 21,8 % (94) y anfibios 21,3% (92). Específicamente las especies con más atropellamientos fueron: *Cerdocyon thous* (10,9%), *Iguana iguana* (10,8 %), *Crotophaga ani* (9,5 %), *Tamandua mexicana* (7,7 %) y *Didelphis marsupialis* (6,1 %). La tasa de atropellamiento fue superior en todos los casos, tanto de manera general como específica, al compararla con trabajos relacionados. La vía analizada no presenta señalización para la protección de la fauna silvestre, carece de iluminación, está construida en su totalidad en asfalto y en relativo buen estado. La tasa de atropellamiento está relacionada con factores como flujo vehicular, ancho de la vía, comportamiento de las especies, cobertura vegetal y velocidad, siendo todas de gran importancia y de amplia influencia en los atropellamientos detectados.

Palabras clave. Vertebrados. Atropellamiento. Tráfico vehicular. Caribe colombiano.

Abstract

The present work evaluates the accidental mortality for collisions over wildlife and vehicles associated to the road that going from Toluviejo town to Ciénaga de la Caimanera in the department of Sucre, Colombia, crossing an important portion of Montes de María, it passes through by antropic savannas until arriving to the area of mangroves in the Caribbean coast. Were registered 431 individuals road killed: mammals 28,1 % (121), birds 28,8 % (124), reptiles 21,8 % (94) and amphibians 21,3 % (92). Specifically the species with more mortality were: *Cerdocyon thous* (10.9 %), *Iguana iguana* (10.8hj%), *Crotophaga ani* (9.5%), *Tamandua mexicana* (7.7 %) and *Didelphis marsupialis* (6.1 %). The rate runover was superior in all the cases, both as, in a general and as specified way when comparing it with related works. The analyzed road doesn't present any signaling protection for the wild fauna, it lacks illumination, and it is built in its entirety in asphalt, with relative good state. The running over rate it is related to factors such as: vehicular flow, wide of the road, behavior of the species, vegetable covering and the vehicular speed, being all of great importance and wide influence in the detected road killed.

Key words. Vertebrates. Winding. Vehicular traffic. Colombian Caribbean.

Introducción

Las entidades mundiales encargadas de la conservación a gran escala realizan esfuerzos importantes para tratar de motivar localmente el mantenimiento de la conectividad entre los hábitats que la fauna silvestre nativa requiere para desplazarse entre distintas áreas de supervivencia y reproducción. Las barreras establecidas por las carreteras y caminos representan un impedimento significativo para la movilización de la fauna silvestre (Clevenger y Huijser 2011, Heilman *et al.* 2002), además del riesgo de daño físico, maltrato y muerte accidental de los animales, que necesitan cruzarlas. El impacto de este tránsito vehicular incrementa las posibilidades de deterioro poblacional, a la vez que puede ser causa de accidentes de tránsito, que en algunos casos pueden ser mortales para el propio ser humano (Craighead *et al.* 2001).

Las vías de comunicación terrestre son manifestaciones físicas de la conexión social y económica, que involucran decisiones políticas relacionadas con el uso del suelo, y aún no está claro si la transformación de los ecosistemas involucrados en las carreteras son una causa o un efecto de esta toma de decisiones. Es claro que las carreteras y el transporte son productos de la cultura que interactúan con los sistemas ambientales y los hábitats por los cuales discurren (Coffin 2007) y existe una correlación entre transporte, desarrollo y crecimiento económico de una región o país (Haggett 1965). No obstante, al considerar la importancia del desarrollo productivo y la vías terrestres de comunicación necesarias para su funcionamiento adecuado, es ampliamente conocido que son barreras que ocasionan fragmentación de hábitat y generan impactos negativos en la dinámica natural de los ecosistemas inmersos dentro de su red (Heilman *et al.* 2002, Saunders *et al.* 2002, Bhattacharya *et al.* 2003, Hawbaker y Radeloff 2004).

Las carreteras afectan los componentes abióticos de los ecosistemas naturales de diversas formas, incluyendo la dinámica hidrológica, los mecanismos de sedimentación, depósitos y corrientes de agua, composición química del agua, niveles de inundación, cobertura del suelo y microclima (Forman y Alexander 1998). Pueden llegar a incrementar la energía de los sistemas lóticos produciendo erosión en algunos casos, y en otros sedimentación nociva, factores que

afectan la dinámica ecosistémica en general, siendo la polución de los cursos la de más común ocurrencia (Coffin 2007).

Las carreteras afectan el componente biótico de manera directa o indirecta. De forma directa o primaria, impactan la flora y la fauna por la eliminación de los ecosistemas en su construcción, para muchas especies la desaparición de pequeñas porciones de hábitat no son importantes, pero para otras especies como pequeños mamíferos que muestran una alta fidelidad de sitio o hábitat, las carreteras pueden ser muy perjudiciales. De forma indirecta o secundaria, el tránsito es un factor vehicular que puede introducir desde contaminantes hasta especies exóticas, lo que afecta por enfermedad y por competencia la fauna local (Bennett 1991, Coffin 2007).

Las carreteras y el tráfico son factores significativos de mortalidad primaria de fauna silvestre, ya que interfieren rutas naturales de migración y fragmentan áreas de actividad o territorios. Adicionalmente, se convierten en áreas longitudinales por excelencia en donde existe cierta facilidad de desplazamiento y establecimiento marginal para algunas especies que al interactuar con el tráfico resultan atropellados. Sus cadáveres se transforman en alimento disponible sin mayor esfuerzo para ciertas especies de carroñeros y predadores, que también resultan involucrados con alto riesgo de accidentalidad. En general se atribuye la mortalidad accidental significativamente a la búsqueda de recursos. La mortalidad directa de animales se debe a colisión y este efecto accidental reduce las poblaciones en aquellas áreas de menor densidad poblacional con más impacto, tales como bosques tropicales y zonas semidesérticas (Harris y Scheck 1991, Saeki y Macdonald 2004).

Entre los efectos secundarios de mayor significado ocasionados por las vías o carreteras está la transformación de los ecosistemas naturales en sistemas de producción agropecuaria, lo que involucra una serie de respuestas socioeconómicas que son acumulativas en función del tiempo. Estas a mediano y largo plazo, causan un deterioro en las poblaciones naturales de fauna silvestre en virtud de las transformaciones que estas involucran, haciéndose extensivo el impacto más

allá de la misma carretera hasta donde las necesidades de subsistencia humana se extiendan (Laurance 2001).

El presente artículo evalúa el arrollamiento de fauna silvestre ocasionado por los vehículos que circulan entre la municipalidad de Toluviéjo y la ciénaga de La Caimanera en el departamento de Sucre, Colombia. Se establecen registros de las especies y a la vez se proponen de manera general las posibles medidas de mitigación que deberían ser implementadas para reducir este factor de deterioro poblacional.

Material y métodos

Área de estudio

El trayecto de la carretera Toluviéjo ($9^{\circ}20'54''$ N – $75^{\circ}23'57''$ O) – ciénaga de La Caimanera ($9^{\circ}27'59''$ N – $75^{\circ}36'34''$ O), fue muestreado en una longitud de 27,2 km. En su parte inicial presenta una zona de bosque seco tropical (Holdridge 1967), correspondiente a la formación Montes de María con 4,2 km ($9^{\circ}20'54''$ N

- $75^{\circ}23'57''$ O hasta $9^{\circ}28'01''$ N – $75^{\circ}28'24''$ O). A continuación una zona de sabanas antrópicas que va hasta la población de Tolú con una longitud de 12,4 Km ($9^{\circ}28'01''$ N – $75^{\circ}28'24''$ O hasta $9^{\circ}26'11''$ N – $75^{\circ}37'34''$ O), y sigue desde Tolú, vía Coveñas, a la ciénaga de La Caimanera ($9^{\circ}26'11''$ N – $75^{\circ}37'34''$ O hasta $9^{\circ}27'59''$ - $75^{\circ}36'34''$ O) con 10,6 km de longitud, dentro del cinturón árido pericaribeño según Hernández y Sánchez (1992). En la figura 1 se muestran las diferentes unidades ecosistémicas y las vías (carreteras) en los tres tipos de ecosistemas (sabanas antrópicas, bosque seco y manglar).

Muestreo

Incluyó seis meses continuos de diciembre de 2010 a mayo de 2011. Se realizaron dos recorridos por semana para un total de 48 muestreos. Los registros de atropellamiento sucedidos a lo largo de los 27,2 km de vía estudiada se agruparon por formación ambiental y área geoposicionada (Dodd *et al.* 2004) (Tabla 1).

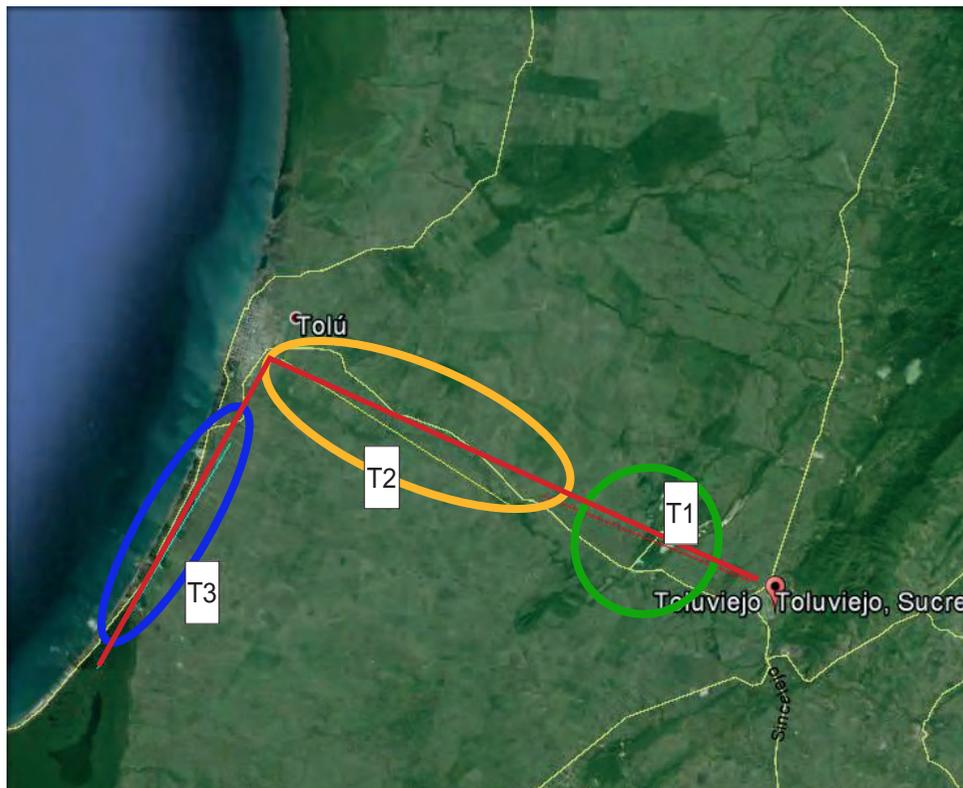


Figura 1. Mapa general de la zona de estudio en donde se señala: área 1 (verde = Montes de María, bosque seco), área 2 (amarillo = sabanas antrópicas), área 3 (azul = manglar), línea roja = recorrido (Elaborado a partir de una imagen de Google Earth, Beta 5.0).

Tabla 1. Coordenadas y longitud de las áreas de la carretera en que se agruparon los hallazgos según el paisaje predominante.

Área	Paisaje	Longitud (km)	Inicio	Final
1	Montes de María (Bosque seco-tropical)	4,2	09°20'54''N - 75°23'57''O	09°28'01''N - 75°28'24''O
2	Sábanas antrópicas	12,4	09°28'01''N - 75°28'24''O	09°26'11''N - 75°37'34''O
3	Manglar	10,6	09°26'11''N - 75°37'34''O	09°27'59''N - 75°36'34''O

De los dos recorridos semanales señalados, uno se hacía desde Toluviejo hasta la ciénaga de La Caimanera y el otro se hacía en sentido inverso, los días lunes y jueves, respectivamente. Se trabajó en dos jornadas/día: entre las 05:00 y 07:00 horas, y entre las 16:00 y 18:00 horas, con una velocidad media de 14 km/hora, usando para el desplazamiento una moto y dos observadores.

La muestras detectadas fueron identificadas *in situ*, para lo cual se utilizaron la siguiente fuentes de información. Anfibios, Darrel Frost del American Museum of Natural History-AMNH (vers. 5.2, julio 15 de 2008); para reptiles, The Reptile Database de Peter Uetz (octubre 15 de 2008) y para aves, South American Classification Comité, American Ornithologist'Union (vers. 11, diciembre 2008). Además de los documentos pertinentes para aves y mamíferos (Eisenberg 1989, Hilty y Brown 1986). Los nombres comunes son los locales.

Análisis de información

Para el análisis de los datos se utilizaron tablas de contingencia o test de Fisher. Además, previa verificación de los postulados estadísticos, se aplicaron análisis paramétricos, según la cantidad y calidad de los datos obtenidos. De manera específica se trabajó con análisis de varianza para el número de animales atropellados, considerando dos factores fijos: tramos de carretera y taxón. Igualmente se aplicó prueba de Kruskal-Wallis para los dos factores mencionados. Se recurrió a estadística no paramétrica para analizar especie atropelladas entre tramos, dado que los datos no se ajustaron a los postulados estadísticos paramétricos (Zar 1999).

Resultados

Por información obtenida del Instituto Nacional de Concesiones en el peaje de La Esperanza -el más cercano a la zona de estudio-, distante sobre la vía principal a 4 km de Toluviejo, se calcula que la media de tránsito diario es de 1.500 vehículos.

Los registros totales de fauna atropellada por especie y de acuerdo al tramo de vía estudiada se presentan en el anexo 1. La discriminación por grupo de vertebrados en cada tramo de carretera se muestra en la tabla 2. Las especies por tramo con mayor registro porcentual de atropellamiento se indican en el anexo 2.

Al hacer una ANOVA para comprar diferencias estadísticas, se observaron los siguientes resultados: atropellamiento de individuos por tramo de la vía, sin diferencias significativas ($F=1,97$, $Gl=2$, $p=0,1456$); individuos por taxón en cada tramo, poseen diferencias significativas ($F=3,83$, $Gl=3$, $p=0,0125$). Al aplicar una comparación múltiple para determinar cuáles medias eran significativamente diferentes de otras, comparando especie, en cada tramo, se obtuvo que el tramo 1 se diferencia significativamente de los otros dos (Tabla 3). El cálculo de la tasa de atropellamiento diaria (TA), se presenta en la tabla 4.

Discusión

Porcentualmente el grupo de fauna silvestre con mayor atropellamiento está representado por las aves, seguido de los mamíferos. En cuanto a las aves, se observa que en su mayoría son especies de hábitos oportunistas, lo que las hace más sensibles a las colisiones en virtud de su comportamiento de forrajeo (Arroyave *et al.* 2006).

De estas, las especies carroñeras de las familias Cathartidae y Falconidae, experimentan atropellamientos

Tabla 2. Registro de individuos atropellados por grupo en relación con el tramo de vía estudiado. Tramo 1. Montes de María, 2: sabanas antrópicas y 3: manglar.

Grupo	Tramo						Total	%
	1		2		3			
	N	%	N	%	N	%		
Mamíferos	49	40,5	54	44,6	18	14,9	121	28,1
Aves	38	30,6	43	34,7	43	34,7	124	28,8
Reptiles	25	26,6	37	39,4	32	34,0	94	21,8
Anfibios	31	33,7	45	48,9	16	17,4	92	21,3
Especímenes totales	143	33,2	179	41,5	109	25,3	431	100

Tabla 3. Comparación múltiple para determinar diferencias significativas entre tramos respecto de especies.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	3,31667	3,24314
1 - 3	*	5,21818	3,06834
2 - 3		1,90152	2,64338

Tabla 4. Cálculo de la tasa de atropellamiento diaria (TA).

Grupo	Tramo						Total (N)	Total (ind./km)	TA (ind./km)
	1 (4,2 km)		2 (12,4 km)		3 (10,6 km)				
	N	ind./km	N	ind./km	N	ind./km			
Mamíferos	49	11,66	54	4,35	18	1,69	121	4,44	0,092
Aves	38	9,04	43	3,46	43	4,05	124	4,55	0,094
Reptiles	25	5,95	37	2,98	32	3,01	94	3,45	0,071
Anfibios	31	7,38	45	3,62	16	1,51	92	3,38	0,070
Total	143	34,04	179	14,44	109	10,28	431	15,84	0,322

porque buscan para alimentarse los animales que se encuentran muertos sobre la vía ella o porque se ven atraídos por residuos orgánicos arrojados a la carretera, que son una fuente valiosa de alimento para ellos (Cupul 2002).

A nivel de especies la de mayor registro de atropellamientos fue el zorro (*Cerdocyon thous*) (Figura 2). Esta especie es considerada como una de las de mayor riesgo de colisión nociva entre los mamíferos en vías nacionales dentro de su área de distribución (Delgado-V. 2007). Es una especie de una dieta amplia y oportunista, que como carnívoro llega a ser carroñero (Vieira 1996). Se observa comúnmente en las carreteras y es una de las especies que cuenta con mayor número de muertes por autos en algunas zonas de Suramérica (Pinowski 2005).

El porcentaje alto de atropellamiento de *Iguana iguana* se asocia con su época reproductiva (la cual coincidió en parte a la época del estudio), momento en que las iguanas suelen atravesar las vías en busca de zonas para anidar. Esta especie también se registra como colisionada en carreteras de México (Puc-Sánchez *et al.* 2013) y Venezuela (Seijas *et al.* 2013).

Respecto a la chingola (*Crotophaga ani*), el porcentaje alto de atropellamiento se puede explicar por su carácter gregario con ocupación de campos abiertos, semiabiertos y áreas de cultivo, las cuales son cercanos a las carreteras en estudio. Además se alimenta generalmente en el suelo y su dieta incluye insectos, pequeñas serpientes, lagartijas y ranas (Skutch 1966), que también son objeto de atropellamiento.

La presencia porcentualmente alta de *Tamandua mexicana* en los índices de atropellamientos determinados en este estudio, se relaciona con su dieta

formicívora. Las carreteras favorecen potencialmente el establecimiento en los bordes de las vías, de colonias de hormigas, puesto que como espacio abierto incrementan la acumulación de malezas y hojarasca, que favorece la producción de invertebrados por acumulación de materia orgánica en el suelo (Waide 1991).

La zorra chucha (*Didelphis marsupialis*) (Figura 3) se registra como una especie de común atropellamiento en vías aledañas a su área de distribución (Pinowski 2005). También en carreteras de Antioquia (Colombia), donde se relaciona la alta frecuencia en las colisiones con su abundancia (Delgado-V. 2007). Se registra en Brasil como la más atropellada dentro de la fauna general colisionada (Omena-Junior *et al.* 2013), igualmente para Venezuela (Seijas *et al.* 2013).

Si bien el sapo (*Rhinella marina*) se detecta como una de las más atropelladas, no ocupa en esta escala uno de los primeros lugares, a pesar de ser, en general, una de las especies de mayor siniestro en carreteras (Santos 2007, Omena-Junior *et al.* 2013).

Los resultados de este estudio, en el cual la mayor parte de la fauna atropellada está representada más por aves y mamíferos, que por reptiles y anfibios, coincide con los hallado para Brasil, en donde la mayor proporción estuvo representada por mamíferos seguida de aves y en proporción menor anfibios y reptiles (Omena-Junior *et al.* 2013). También se ajusta con lo hallado para México (Grosselet *et al.* 2008) y difiere con lo registrado para Venezuela, en donde el grupo de mayor impacto fueron los reptiles (Ramo y Busto 1986, Seijas *et al.* 2013), hecho asociado a que estas dos últimos trabajos fueron realizados en la región de los Llanos y piedemonte donde los reptiles son muy abundantes (Lasso com. pers.).



Figura 2. Zorro (*Cerdocyon thous*).



Figura 3. Zorra chucha (*Didelphis marsupialis*).

Los atropellamientos se relacionan de forma directa con el comportamiento y los hábitos de las especies frente al tráfico y la vía. El comportamiento de los animales es una variable que influye sobre la frecuencia de acceso del animal hacia la carretera y a la vez sobre el mayor riesgo de mortalidad (Forman *et al.* 2003, Fahrig y Rytwinski 2009). Igualmente, la época del año tiene influencia sobre los atropellamientos (Grosselet *et al.* 2008, Seijas *et al.* 2013). El mayor o menor cubrimiento de áreas para forrajeo se relaciona con la época del año, la estacionalidad fenológica también afecta notablemente la composición, estructura y la dinámica del ecosistema (Quigley y Platt 2003).

A pesar que no hay diferencia significativa entre el número de individuos atropellados en los tres tramos analizados, sí existe diferencia significativa al comparar especies atropelladas por grupo y por tramo, diferenciándose el tramo 1 de los otros dos. Este tramo de la vía posee una fuerte influencia de los Montes de María ya que es un relicto de bosque seco tropical que aún conserva poblaciones importantes de fauna silvestre (Carsucre 2010).

La TA del presente estudio equivalente a 0,32 ind./km/día, es relativamente alta al compararla con los 0,12 de Pacheco (1993) y los 0,14 de Seijas *et al.* (2013). De manera particular, la tasa de atropellamientos (TA) en aves del presente estudio equivalente a 0,094 ind./km/día es mayor a lo hallado por Melo y Santos-Filho (2007) que fue de 0,034 ind./km/día y a los 0,010 ind./km/día establecidos por Cunha *et al.* (2010). Para los mamíferos la TA obtenida de 0,092 ind./km/día es superior a los 0,0794 ind./km/día que registraron Melo y Santos-Filho (2007) y a los 0,0122 ind./km/día reportados por Cunha *et al.* (2010). En cuanto reptiles, se calculó en este estudio una TA de 0,071 ind./km/día, que es menor a los 0,139 ind./km/día hallados por Seijas *et al.* (2013) pero resulta mayor a los 0,0015 ind./km/día que señalan Monge-Nájera (1996).

La vía analizada no presenta señalización que avise al usuario, sobre la protección de la fauna silvestre, carece de iluminación y está construida en su totalidad en asfalto en buen estado relativo (Carsucre 2010). La tasa de atropellamiento mostró estar relacionada con factores como el flujo vehicular, ancho de la vía, comportamiento de las especies, cobertura vegetal y

la velocidad, tal como han demostrado Arroyave *et al.* (2006), siendo todas de importancia y de gran impacto en los atropellamientos observados.

Bibliografía

- Arroyave, M., C. Gómez, M. Gutiérrez, D. Múnera, P. Zapata e I. Vergara. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA* 1 (5): 45-57.
- Bennett, A. F. 1991. Roads, roadsides and wildlife conservation: A review. Pp. 99-117. *En: Saunders, D. A y R.J. Hobbs (Eds.). Nature Conservation 2: The Role of Corridors.* Surrey Beatty. Chipping Norton, Australia.
- Bhattacharya, M., R. B. Primack y J. Gerwein. 2003. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological Conservation* 109: 37-45.
- Carsucre. 2010. Plan de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas Caribe y San Jorge. Corporación Autónoma de Regional de Sucre. Colombia. 58 pp.
- Clevenger, A. y M. Huijser. 2011. Wildlife crossing structure handbook. Design and evaluation in North America. Technical report No. FHWA-CFL/TD-11-003. Western Transportation Institute. Bozeman – United States of America. 223 pp.
- Coffin, A. W. 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15: 396-406.
- Craighead, A. C., E. A. Roberts y F. L. Craighead. 2001. Bozeman pass wildlife linkage and highway safety study. Pp 405-422. *En: Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*, Keystone, Colorado, USA.
- Cunha, H. F., F. G. A. Moreira y S. S. D. Silva. 2010. Roadkill of wild vertebrates along the GO-060 road between Goiânia and Iporá, Goiás State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 32 (3): 257-263.
- Cupul, F. 2002. Víctimas de la carretera: fauna apachurrada. Gaceta CUC. Departamento de ciencias. Centro Universitario de la Costa. México. 2 pp.
- Delgado-V., C. A. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas* 29 (87): 229-233.
- Dodd, Jr. C. K, W. J. Barichivich y L. L. Smith. 2004. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation* 118: 619-631.
- Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Vol.1. The University of Chicago Press. Chigaco, USA. 449 pp.

- Fahrig, L. y T. Rytwinski. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society* 12 (1): 21-22.
- Forman, R., D. Sperling, J. Bissonette, A. Clevenger, C. Cutshall, V. Dale, L. Fahrig, R. France, C. Goldman, J. Heanue, J. Jones, F. Swanson, T. Turrentine y T. Winter. 2003. Road ecology science and solutions. Washington, USA. 481 pp.
- Forman, R. T. T y L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 207-232.
- Grosselet, M., B. Villa-Bonilla y G. Ruiz Michael. 2008. Afectaciones a vertebrados por vehículos automotores en 1,2 km de carretera en el istmo de Tehuantepec. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference: *Tundra to Tropics* 2008: 227-231.
- Haggett, P. 1965. Locational Analysis in Human Geography. Edward Arnold Ed. London. 221 pp.
- Harris, L. D y J. Scheck. 1991. From implications to applications: the dispersal corridor principle applied to the conservation of biological diversity. Pp. 189-220. En: Saunders, D. A. y R. J. Hobbs. (Eds.). *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Surrey Beatty, Chipping Norton, Australia.
- Hawbaker, T. J. y V. C. Radeloff. 2004. Roads and landscape pattern in Northern Wisconsin based on a comparison of four road data sources. *Conservation Biology* 18: 1233-1244.
- Heilman, Jr. G. E., J. R. Strittholt, N. C. Slosser y D. A. Dellasala. 2002. Forest fragmentation of the conterminous United States: assessing forest intactness through road density and spatial characteristics. *Bioscience* 52: 411-422.
- Hernández, C. J. y E. Sánchez. 1992. Biotas terrestres de Colombia. Pp. 105-151. En: Halffter, G (Ed.). *La biodiversidad biológica de Iberoamérica*. CYTED, Instituto Mexicano de Ecología y Secretaría de Desarrollo Social. México.
- Hilty, S. L. y W. L. Brown. 1986. A guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. New Jersey, USA. 813 pp.
- Holdridge. L. R. 1967. Life zone ecology. Tropi. Sci. Cient. San José de Costa Rica. 206 pp.
- Laurance, W. F. 2001. Tropical logging and human invasions. *Conservation Biology* 15: 4-5.
- Melo, E. S. y M. Santos-Filho. 2007. Efeitos da BR-070 na Província Serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Revista Brasileira de Zoociencias* 9 (2): 185-192.
- Monge-Nájera, J. 1996. Vertebrate mortality on tropical highways: The Costa Rica case. *Vida Silvestre Neotropical* 5 (2): 154-156.
- Omena-Junior, R., J. Pantoja-Lima, A. L. W. Santos, G. A. A. Ribeiro y P. H. R. Aride. 2013. Caracterização da fauna de vertebrados atropelada na rodovia BR - 174, Amazonas, Brasil. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4 (2): 291-307.
- Pacheco, P. 1993. Evaluación de la mortalidad de fauna silvestre por atropellamiento en la carretera Guanare-Guanarito, estado Portuguesa. Trabajo de Aplicación de Conocimientos. Universidad Nacional Experimental de los Llanos (UNELLEZ), Programa Recursos Naturales Renovables. Guanare, Venezuela. 89 pp.
- Pinowski, J. 2005. Roadkills of Vertebrates in Venezuela. *Revista Brasileira de Zoología* 22(1): 191-196.
- Puc-Sánchez, J. I., C. Delgado-Trejo, E. Mendoza-Ramírez y I. Suazo-Ortuño. 2013. Las carreteras como una fuente de mortalidad de fauna silvestre en México. *CONABIO Biodiversitas* 11: 12-16.
- Quigley, M. F. y W. J. Platt. 2003. Composition and structure of seasonally deciduous forests in the Americas. *Ecological Monographs* 73: 87-106.
- Ramo, C. y B. Busto. 1986. Influencia de las carreteras sobre la mortalidad de la fauna silvestre en el área Guanare-Masparro. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 4: 33-38.
- Saeki, M y D. W. Macdonald. 2004. The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological Conservation* 118: 559-571.
- Santos, X., G. A. Llorente, A. Montori, M. A. Carretero, M. Franch, N. Garriga y A. Ritcher-Boix. 2007. Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad *Bufo bufo*, near a breeding place. *Animal Biodiversity and Conservation* 30 (1): 97-104.
- Saunders, S. C., M. R. Mislivets, J. Chen y D. T. Cleland. 2002. Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. *Biological Conservation* 103: 209-225.
- Seijas, A. E., A. Araujo-Quintero y N. Velásquez. 2013. Mortalidad de vertebrados en la carretera Guanare-Guanarito, Estado Portuguesa, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 61 (4): 1619-1636.
- Skutch, A. F. 1966. Life History Notes on Three Tropical American Cuckoos. *The Wilson Bulletin* 78: 139-165.
- Vieira, E. M. 1996. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science* 48: 270-272.
- Waide, R. B. 1991. Summary of the response of animal populations to hurricanes in the Caribbean. *Biotropica* 23: 508-512.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. 4th. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. USA. 662 pp.

Anexo 1. Fauna silvestre afectada por arrollamientos según área de muestreo. Tramo 1. Montes de María, 2: sabanas antrópicas y 3: manglar.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Tramo		
				1	2	3
Mamíferos	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorra chucha	9	15	2
	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Hormiguero	14	17	1
	Bradypodidae	<i>Choleopus hoffmanni</i>	Perezoso dos dedos	7	1	0
	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorra perro	19	21	7
		<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache	0	0	8
			Subtotal	49	54	18
Aves	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado	6	5	3
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala	4	8	9
		<i>Coragyps atratus</i>	Golero	7	5	3
	Falconidae	<i>Polyborus plancus</i>	Caracara	2	1	3
		<i>Milvago chimachima</i>	Pigua	3	4	6
	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Chingola	13	16	11
	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Siriri	2	4	7
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Chamaría	1	0	1
			Subtotal	38	43	43
Reptiles	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	5	16	25
	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Lobito	0	4	5
		<i>Ameiva festiva</i>	Lobito	2	0	0
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	3	2	1
		<i>Epicrates cenchria maurus</i>	Candelilla	3	4	0
	Colubridae	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Mapaná falsa	2	0	0
		<i>Pseudoboa newwedii</i>	Coral macho	1	3	0
		<i>Liophis lineatus</i>	Guarda camino	5	6	1
		<i>Mastigodrias boddaerti</i>	Cazadora	2	0	0
	Elapidae	<i>Oxirhopus petola</i>	Coral falsa	1	2	0
<i>Micrurus sp.</i>		Coral	1	0	0	
			Subtotal	25	37	32
Anfibios	Bufonidae	<i>Rhinella granulosa</i>	Sapito	1	5	2
		<i>Rhinella marina</i>	Sapo	6	11	4
	Hylidae	<i>Hyla pugnax</i>	Rana platanera	2	5	0
		<i>Hyla vigilans</i>	Rana	5	3	0
		<i>Scinax rubra</i>	Rana	7	2	1
	Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus sp.</i>	Rana	8	5	6
		<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Saltóna	2	14	3
			Subtotal	31	45	16

Anexo 2. Número de individuos y porcentaje de arrollamientos discriminados por especie en cada tramo de carretera. 1: Montes de María. 2: sabanas antrópicas. 3: manglar.

Grupo	Especie	Tramo			Total	%
		1	2	3		
Mamíferos	<i>Didelphis marsupialis</i>	9	15	2	26	6,1
	<i>Tamandua mexicana</i>	14	17	1	32	7,7
	<i>Choleopus hoffmanni</i>	7	1	0	8	1,9
	<i>Cerdocyon thous</i>	19	21	7	47	10,9
	<i>Procyon cancrivorus</i>	0	0	8	8	1,9
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	6	5	3	14	3,4
	<i>Cathartes aura</i>	4	8	9	21	4,9
	<i>Coragyps atratus</i>	7	5	3	15	3,8
	<i>Caracara cheriway</i>	2	1	3	6	1,4
	<i>Milvago chimachima</i>	3	4	6	13	3,2
	<i>Crotophaga ani</i>	13	16	11	40	9,5
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	4	7	13	3,2
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0	1	2	0,5
Reptiles	<i>Iguana iguana</i>	5	16	25	46	10,8
	<i>Ameiva ameiva</i>	0	4	5	9	2,4
	<i>Ameiva festiva</i>	2	0	0	2	0,5
	<i>Boa constrictor</i>	3	2	1	6	1,4
	<i>Epicrates cenchria maurus</i>	3	4	0	7	1,6
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	2	0	0	2	0,5
	<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	1	3	0	4	1,0
	<i>Liophis lineatus</i>	5	6	1	12	2,9
	<i>Mastigodrias boddaerti</i>	2	0	0	2	0,5
	<i>Oxirhopus petola</i>	1	2	0	3	0,7
	<i>Micrurus sp.</i>	1	0	0	1	0,3
Grupo	Especie	Tramo			Total	%
		1	2	3		
Anfibios	<i>Rhinella granulosa</i>	1	5	2	8	2,1
	<i>Rhinella marina</i>	6	11	4	21	4,9
	<i>Hyla pugnax</i>	2	5	0	7	1,7
	<i>Hyla vigilans</i>	5	3	0	8	1,9
	<i>Scinax rubra</i>	7	2	1	10	2,4
	<i>Eleutherodactylus sp.</i>	8	5	6	19	4,4
	<i>Leptodactylus bolivianus</i>	2	14	3	19	4,4
	Total	143	179	109	431	
	%	33,2	41,5	25,3	100	

Jaime De La Ossa-V.
Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias
Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical
Sucre, Colombia
jaimedelaossa@yahoo.com

Silvia Galván-Guevara
Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias
Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical
Sucre, Colombia
silgague@gmail.com

Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión
vehicular en la carretera Toluviejo – ciénaga La Caimanera,
Sucre, Colombia

Citación del artículo. De la Ossa-V., J. S. Galván-Guevara.
2015. Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión
vehicular en la carretera Toluviejo – ciénaga La Caimanera,
Sucre, Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 67-77.

Recibido: 22 de mayo de 2014
Aprobado: 15 de abril de 2015

Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia

Biodiversity of functional groups of microorganisms associated soils under potato crop, livestock and *páramo* the Nevados National Natural Park, Colombia

Lizeth M. Avellaneda-Torres y Esperanza Torres-Rojas

Citación del recurso. Avellaneda-Torres, L. M. y E. Torres-Rojas. 2013. Grupos funcionales de microorganismos del suelo asociados a cultivo de papa, ganadería y páramo del Parque Nacional Natural de Los Nevados, 1060 registros, En línea, http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=unal_gebix, publicado el 23/07/2013. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/b5e9e6f3-3214-4aae-9af7-92d08d8f8a9d> doi:10.15468/oabpy4

Resumen

El presente artículo reporta 1.060 morfotipos microbianos (bacterias y hongos) aislados de medios selectivos para grupos funcionales del suelo, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos. Los aislamientos se realizaron en suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo con la menor intervención antrópica posible en la vereda El Bosque, del Parque Nacional Natural Los Nevados, Colombia. Para cada morfotipo se reporta la identificación realizada mediante marcadores moleculares, el grupo funcional al que pertenece, la georreferenciación del lugar de aislamiento y el uso del suelo asociado. De esta manera se contribuye a la caracterización de la biodiversidad de bacterias y hongos de los páramos colombianos, situación relevante dado el poco conocimiento que existe al respecto y las condiciones ambientales extremas en las que se encuentran dichos microorganismos.

Palabras clave. Fijador de nitrógeno. Solubilizador de fosfato. Celulolítico. Microbiota cultivable edáfica. Diversidad microbiana.

Abstract

This article describes the isolation of 1,060 microbial morphotypes (bacteria and fungi) nitrogen fixing, phosphate solubilizing and cellulolytics of soils under potato crop, livestock and páramo with the least human intervention possible from the municipality El Bosque in Los Nevados National Natural Park. For each morphotype the taxonomic identification using molecular markers, the functional group to which it belongs (nitrogen fixing, phosphate solubilizing or cellulolytic), and the georeferenced location of isolation and associated land use was reported. This work contributes to the characterization of the poorly known biodiversity of bacteria and fungi from the extreme environmental conditions of Colombian páramos.

Keywords. Nitrogen fixing. Phosphate solubilizing. Cellulolytics. Cultivable soil microbiota. Microbial diversity.

Introducción

Propósito. Los páramos prestan a la sociedad servicios ambientales como la provisión continua de agua, regulación hidrológica, estabilidad de suelos, mantenimiento de la biodiversidad, almacenamiento de carbono y valor paisajístico y cultural. En este contexto los páramos han sido considerados *hotspots* por su ubicación dentro de la cordillera de los Andes (Myers *et al.* 2000, Madriñán *et al.* 2013). Al interior del páramo y específicamente en la vereda El Bosque del Parque Nacional Natural de Los Nevados (PNN Los Nevados), se desarrollan actividades productivas entre las que se destacan el cultivo de papa y la ganadería.

En el marco del proyecto titulado “Caracterización de comunidades microbianas asociadas a prácticas agrícolas y usos del suelo de la vereda El Bosque - PNN Los Nevados”, que buscó avanzar en el conocimiento de los efectos del cultivo de papa y la ganadería sobre la diversidad microbiana del suelo, se realizó la presente base de datos de microorganismos cultivables de grupos funcionales asociados a los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo y carbono: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos, respectivamente. Lo anterior con el objetivo de contribuir al conocimiento y así mismo ser una herramienta de consulta para la comunidad científica, las instituciones académicas y gubernamentales, y sectores de la sociedad interesados en la biodiversidad microbiana de los páramos colombianos.

Datos del proyecto

Título. Caracterización de comunidades microbianas asociadas a prácticas agrícolas y usos del suelo de la vereda El Bosque - Parque Nacional Natural de Los Nevados.

Nombre. Lizeth Manuela Avellaneda-Torres (Investigadora principal).

Fuentes de financiación. Investigación financiada por Colciencias (Contrato 246-2011) y llevada a cabo bajo el contrato de acceso a recursos genéticos número 15 de 2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el permiso de investigación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales (UAESPNN) número

DTNO-N-20/2007. Los autores también agradecen al Centro Colombiano en Genómica y Bioinformática en Ambientes Extremos (GEBIX) y a la Universidad Nacional de Colombia por la financiación de la presente investigación.

Descripción del área estudio. El PNN Los Nevados constituye una región de alto interés biológico en Colombia y el mundo. Es una de las principales áreas protegidas de carácter nacional que hace parte de los procesos de ordenamiento ambiental del territorio, donde se viene consolidando un Sistema Regional de Áreas Protegidas para la ecorregión del Eje Cafetero. El parque incluye diversos ecosistemas como nieves perpetuas, superpáramo, páramo y bosques altoandinos, andinos y subandinos, siendo el páramo y superpáramo los ecosistemas más representativos en área (Fandiño y Wyngaarden 2002). El PNN Los Nevados hace parte del macizo Ruiz-Tolima el cual alinea de sur a norte ocho volcanes principales: Cerro Machín, Nevado del Tolima, Páramo de Santa Rosa, Paramillo del Quindío, Nevado Santa Isabel, Paramillo del Cisne, Nevado del Ruiz y Cerro Bravo (PNN Los Nevados 2010).

Al interior del PNN Los Nevados se encuentra la vereda El Bosque, del municipio de Pereira, la cual presenta páramos y bosques altoandinos asociados a la cuenca alta del río Otún, con ecosistemas de alta montaña ecuatorial que conservan poblaciones vegetales y animales de gran diversidad (Chiquito y Zuluaga 2007). La vereda El Bosque está ubicada en una de las rutas de acceso al complejo de humedales del Otún, designado como de importancia internacional por la Convención Ramsar desde el 25 de junio de 2008.

Descripción del proyecto

El objetivo general del proyecto fue caracterizar las comunidades microbianas de suelos de diferentes agroecosistemas de la vereda El Bosque – PNN Los Nevados, con el fin de determinar posibles relaciones entre las prácticas asociadas al cultivo de papa y la ganadería sobre la diversidad microbiana del suelo. En el marco de este proyecto se estableció la presente colección de grupos funcionales de microorganismos cultivables del suelo aislados mediante medios selectivos asociados a los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo y carbono, siendo estos fijadores de

nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos respectivamente, en suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo con la menor intervención antrópica posible.

El cultivo de papa desarrollado en la zona se realiza en ciclos bianuales con periodos de barbecho superiores a los siete años. De esta manera se aplica un sistema de cultivo de papa en rotación con pastos, el cual aplica tecnologías provenientes de la Revolución Verde (como son aplicación de fertilizantes y plaguicidas de síntesis química), así como saberes locales de la comunidad campesina de la zona.

Cobertura taxonómica

Descripción. Las bacterias identificadas pertenecen a cuatro *phylum* diferentes entre los que se encuentran: Bacteroidetes, Actinobacteria, Proteobacteria y Firmicutes. Así mismo se encuentran distribuidas en seis clases diferentes: Sphingobacteriia, Actinobacteria, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria, Bacilli y Alphaproteobacteria. Se identificaron nueve ordenes: Sphingobacteriales, Actinomycetales, Burkholderiales, Pseudomonadales, Bacillales, Enterobacteriales, Rhodospirillales, Xanthomonadales y Rhizobiales. De igual forma se identificaron 19 familias: Sphingobacteriaceae, Streptomycetaceae, Micrococcaceae, Burkholderiaceae, Pseudomonaceae, Bacillaceae, Nocardiaceae, Paenibacillaceae, Moraxallaceae, Trichocomaceae, Rhizobiaceae, Santomonadaceae, Cellulomanadaceae, Micromonosporaceae, Comamonadaceae, Chitinophagaceae, Acetobacteraceae, Microbacteria y Enterobacteriaceae. Se identificaron 25 géneros y 18 especies, entre los géneros se encuentran: *Pedobacter*, *Streptomyces*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Brevibacillus*, *Acinetobacter*, *Kaistia*, *Stenotrophomonas*, *Micromonospora*, *Staphylococcaceae*, *Oerskovia*, *Enterobacter*, *Chitinophaga*, *Pantoea*, *Roseomonas*, *Leucobacter*, *Rahnella*, *Escherichia*, *Bionectria*, *Comamonas* y *Microbacterium*.

Categorías

Género. *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Burkholderia*, *Chitinophaga*, *Comamonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Kaistia*,

Leucobacter, *Microbacterium*, *Micromonospora*, *Oerskovia*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Pedobacter*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Rhodococcus*, *Roseomonas*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas* y *Streptomyces*.

Cobertura taxonómica

Descripción. Las hongos identificados pertenecen a cuatro Phylum diferentes entre los que se encuentran: Ascomycota, Zygomycota, Basidiomycota y Glomeromycota. Así mismo se encuentran distribuidos en ocho clases diferentes: Eurotiomycetes, Sordariomycetes, Zygomycetes, Dothideomycetes, Tremellomycetes, Leotiomycetes, Glomeromycetes y Mucormycotina. Se identificaron 12 órdenes: Eurotiales, Hypocreales, Saccharomycetes, Xilariales, Mortierellales, Pleosporales, Tremellales, Helotiales, Dothideales, Glomerales, Mucorales y Sordariales. De igual forma se identificaron 14 familias: Hypocraceae, Saccharomycetaceae, Amphisphariaceae, Mortierellaceae, Leptosphaeriaceae, Trichosporanaceae, Nectriaceae, Cordycipitaceae, Myxotrichaceae, Dothioraceae, Glomeraceae, Mucoraceae, Sporomiaceae y Sordariaceae. Se identificaron 23 géneros y 25 especies, entre los géneros se encuentran: *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Beauveria*, *Bionectria*, *Coniothyrium*, *Diplogelasinospora*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Hypocrea*, *Leptosphaeria*, *Mortierella*, *Mucor*, *Neonectria*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Preussia*, *Torula*, *Trichoderma*, *Trichosporon*, *Truncatella* y *Umbelopsis*.

Categorías

Género. *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Beauveria*, *Bionectria*, *Coniothyrium*, *Diplogelasinospora*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Hypocrea*, *Leptosphaeria*, *Mortierella*, *Mucor*, *Neonectria*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Preussia*, *Torula*, *Trichoderma*, *Trichosporon*, *Truncatella* y *Umbelopsis*.

Cobertura geográfica

Descripción. El PNN Los Nevados se encuentra localizado en la cordillera Central de Colombia, entre las vertientes oriental y occidental, con alturas entre los 2.600 y 5.321 m s.n.m. (Figura 1).

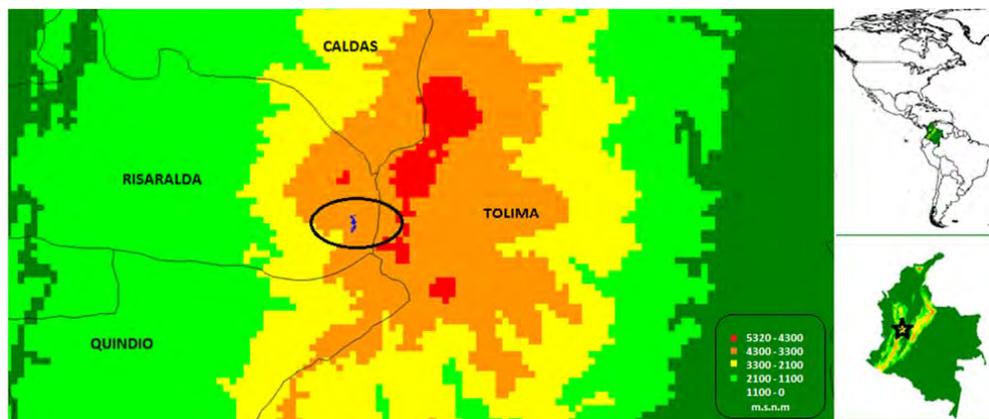


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Natural de Los Nevados. Los puntos al interior del círculo representan la zona de muestreo.

Comprende un área aproximada de 58.300 hectáreas, en jurisdicción de los departamentos de Caldas (Municipio de Villamaría), Risaralda (Municipios de Santa Rosa de Cabal y Pereira), Quindío (Municipio de Salento) y Tolima (Municipios de Ibagué, Anzoátegui, Santa Isabel, Murillo, Villahermosa, Casabianca y Herveo) (PNNN 2007).

Coordenadas. 4°43'55,2"N y 4°45'3,6"N Latitud; 75°26'49,2"W y 75°26'31,2"W Longitud.

Cobertura temporal

8 de junio de 2011 - 10 de noviembre de 2012.

Datos de la colección

Nombre de la colección. Grupos funcionales de microorganismos asociados al cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados.

Identificador de la colección. UNAL: GEBIX: PNNN.

Identificador de la colección parental. UNAL: GEBIX: PNNN.

Material y métodos

Área de estudio

Parque Nacional Natural de Los Nevados – Vereda El Bosque. Colombia.

Descripción del muestreo

Se tomaron muestras de suelos rizosféricos en las fincas Buenos Aires (3.769 m s.n.m.), El Edén (3.590 m s.n.m.) y La Secreta (3.432 m s.n.m.) en la vereda El Bosque, municipio de Pereira, Risaralda. En cada sitio se evaluaron los usos del suelo: páramo, cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y ganadería en épocas seca y húmeda. En cada uno de los tipos de uso de suelo se evaluaron tres ventanas de observación, compuestas por diez submuestras cada una. Se evaluaron tres usos del suelo por tres fincas por dos épocas por tres ventanas de observación, para un total de 54 muestras. En cada muestra se determinó la abundancia y diversidad de microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos.

Control de calidad

La validación y depuración de la información geográfica, taxonómica y los datos adicionales asociados con las muestras de suelo y los morfotipos aislados fueron incorporados en varios pasos del proyecto como un componente esencial del proceso de digitalización. La identificación de los morfotipos se realizó mediante *Basic Local Alignment Search Tool* (Altschul *et al.* 1990, Benson *et al.* 2000) y *Geneious PRO 5.1.5.* y la confirmación de los nombres científicos de los especímenes se realizó utilizando las bases de datos: NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), *Ribosomal Database Project* (<http://rdp.cme.msu.edu/>) y *Catalogue of Life* (<http://www.catalogueoflife.org/>).

Los departamentos Colombianos fueron codificados teniendo en cuenta la división político administrativa de Colombia suministrada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (<http://190.25.231.237/dvpbuscar/dvpbuscar.html>).

Descripción de la metodología paso a paso

Se realizó el recuento de las unidades formadoras de colonia por gramo de suelo (UFC/g ss) de los microorganismos asociados a los grupos funcionales.

Para los microorganismos fijadores de nitrógeno se realizó conteo y aislamiento utilizando el medio selectivo carente de nitrógeno según Rennie (1981) con modificaciones: 5 g manitol; 5 g ácido málico; 0,5 mL lactato de sodio (60 %, v/v); 0,8 g K_2HPO_4 ; 0,2 g KH_2PO_4 ; 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,06 g $CaCl_2$; 0,1 g NaCl; 0,001 g extracto de levadura; 0,0025 g $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$; 0,0024 g Na_2EDTA ; 0,0018 g $FeSO_4$; 5 µg biotina; 10 µg ácido p-aminobenzoico; 18,0 g, agar; 2,0 ml azul de bromotimol (0,5 % en etanol 95 %), 1 L de agua destilada, pH 7.

Para el conteo y aislamiento de microorganismos solubilizadores de fosfatos se utilizó el medio según Sundara y Sinha (1963) modificado: 0,5 g $(NH_4)_2SO_4$; 0,2 g KCl; 0,3 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,004 g $MnSO_4$; 0,002 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,2 g NaCl; 10 g glucosa; 0,5 g extracto de levadura, 0,1 g purpura de bromocresol; 5 g $Ca_3(PO_4)_2$; 15 g agar; 1 L de agua destilada, pH 7,2.

El conteo y aislamiento de los microorganismos celulolíticos se realizó utilizando el medio con carboximetilcelulosa al 1 % como única fuente de carbono así: 0,5 g KH_2PO_4 ; 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,1 g NH_4NO_3 ; 0,02 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,05 g $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; 15 g agar, 10 g carboximetilcelulosa, 1 L de agua destilada. Se utilizó pH 7,0 para bacterias y pH 5 para hongos con adición de 34 g/L de cloranfenicol. Todos los conteos fueron realizados por triplicado.

Para esto se tomaron 10 g de las respectivas muestras de suelo y se suspendieron en 90 ml de solución salina al 0,85 %, se agitaron en vórtex por 10 minutos. A partir de 100 µl de la suspensión anterior se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} hasta 10^{-8} . Las bacterias y hongos se cultivaron de manera independiente en condiciones de aerobiosis. En el caso de las bacterias

se incubaron a 25 °C durante 48 h y los hongos a temperatura ambiente de cinco a siete días. Se realizó conteo de células viables en las placas que contenían entre 30 y 300 UFC. Se realizó aislamiento y purificación de los morfotipos encontrados.

Los diferentes morfotipos de bacterias y hongos aislados se caracterizaron macroscópicamente, microscópicamente y usando marcadores moleculares. Para bacterias se determinó la secuencia del 16S del ADNr de acuerdo a los procedimientos de Lane (1991). Para los hongos se extrajo ADN con base en lo reportado por Melo *et al.* (2006), GEBIX (2009, 2010) y Plaza *et al.* (2004) y se usaron iniciadores ITS1 y ITS4 de acuerdo con el procedimiento descrito por Vargas *et al.* (2007) y GEBIX (2010). Las secuencias se analizaron mediante *Basic Local Alignment Search Tool* (Altschul *et al.* 1990, Benson *et al.* 2000) y utilizando *Geneious* PRO 5.1.5.

Resultados

Descripción del conjunto de datos

URL del recurso. Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

IPT. http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=unal_gebix

Portal de datos. <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/95>

Portal GBIF. <http://www.gbif.org/dataset/b5e9e6f3-3214-4aae-9af7-92d08d8f8a9d>

DOI. 10.15468/oabpy4

Nombre. Archivo *Darwin Core* Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia.

Idioma. Español.

Codificación de caracteres. UTF-8.

URL del archivo. Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=unal_gebix2013

Formato del archivo. *Darwin Core Archive*.

Versión del formato del archivo. 1.0.

Nivel de jerarquía. Conjunto de datos.

Fecha de publicación de los datos. 2014-11-25.

Idioma de los metadatos. Español.

Fecha de creación de los metadatos. 2013-05-21.

Licencia de uso. Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons Zero (CC0) 1.0 <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>

Discusión

Existen pocos reportes acerca de los microorganismos del suelo en los ecosistemas de páramo, y en Colombia esta información es aún más restringida. Al respecto, se encuentran los reportes de Moratto *et al.* (2005) quienes evaluaron la abundancia de hongos solubilizadores de fosfato y bacterias diazotróficas en el páramo de Guerrero. Los citados autores realizaron identificación de los microorganismos mediante claves taxonómicas (para los hongos) y pruebas bioquímicas (para las bacterias diazotróficas). Por otro lado Bernal *et al.* (2006) reportan microorganismos celulolíticos cultivables y endomicorizas en hojarasca de bosque del páramo de Guerrero, los cuales fueron identificados mediante claves taxonómicas y pruebas bioquímicas.

A pesar de la importancia de estos reportes, las publicaciones citadas no se encuentran asociadas a registros biológicos con los respectivos metadatos complementarios, y a la fecha no se encontraron publicaciones reconocidas de registros biológicos de microorganismos cultivables aislados de suelos de páramos colombianos. Tampoco se reporta esta información para el PNN Los Nevados. Por todo lo anterior la publicación de estos registros microbianos reviste especial importancia, dada la poca información que se tiene al respecto y la importancia de los páramos como ecosistemas estratégicos, considerados *hotspots* (Myers *et al.* 2000, Madriñán *et al.* 2013), debido a que cumplen con la doble condición de presentar por una parte alta biodiversidad y por otra, que esta se encuentra altamente amenazada.

En las figuras 2, 3 y 4 se presenta la distribución de los niveles taxonómicos aislados en cada uno de los medios selectivos para los grupos funcionales de

microorganismos del suelo en ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, fósforo y carbono: fijadores de nitrógeno (Figura 2), solubilizadores de fosfato (Figura 3) y celulolíticos (Figura 4) en el PNN Los Nevados.

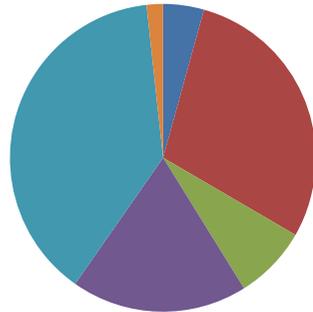
Esta colección de microorganismos contribuye a la caracterización de la biodiversidad de bacterias y hongos de los páramos colombianos, específicamente en el PNN Los Nevados, donde el ecosistema más representativo es el páramo. Situación relevante si se tiene en cuenta que estos ecosistemas de alta montaña se pueden considerar extremos debido a las características ambientales que presentan (p. e. alta radiación solar, baja presión atmosférica, cambios diarios extremos de temperatura, presencia de zonas volcánicas, etc.), por lo cual es de esperar la presencia de microorganismos extremófilos, los cuales podrían ser evaluados a futuro y ser de utilidad a la hora de explorar sus potencialidades ante las diversas problemáticas ambientales que se presentan en la actualidad, así como su posible aplicación biotecnológica.

Finalmente, los presentes registros biológicos son un insumo y hacen parte del proyecto general que busca avanzar en el conocimiento acerca de los impactos que genera el cultivo de papa y la ganadería, sobre la biodiversidad y grupos funcionales de microorganismos como los fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y celulolíticos. Esto permite ampliar el entendimiento de la dinámica agroecológica de los microorganismos del suelo en los ecosistemas de alta montaña.

Agradecimientos

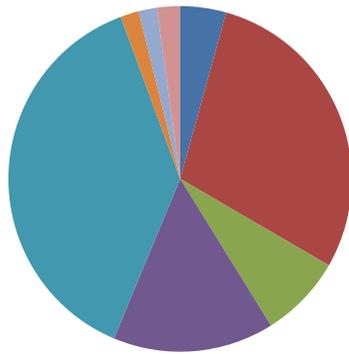
La presente investigación fue financiada por Colciencias (Contrato 246-2011) y fue llevada a cabo bajo el Contrato No 15 de 2008 del MAVDT para acceso a recursos genéticos y el permiso de investigación de la UAESPNN (DTNO-N-20/2007). Se agradece también al Centro Colombiano en Genómica y Bioinformática en Ambientes Extremos (GEBIX) y a la Universidad Nacional de Colombia por la financiación de esta investigación. Se agradece especialmente a los campesinos de la vereda El Bosque por permitir el desarrollo de la presente investigación. A Rosita Mejía por sus aportes para la culminación del presente proyecto.

A Cobertura taxonómica (Clase)



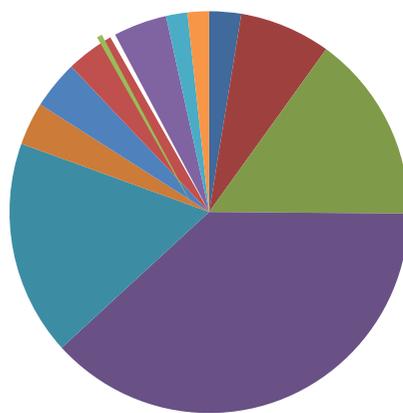
- Sphingobacteriia
- Actinobacteria
- Betaproteobacteria
- Gammaproteobacteria
- Bacilli
- Alphaproteobacteria

B Cobertura taxonómica (Orden)



- Sphingobacteriales
- Actinomycetales
- Burkholderiales
- Pseudomonadales
- Bacillales
- Enterobacteriales
- Rhodospirillales
- Xantomonadales

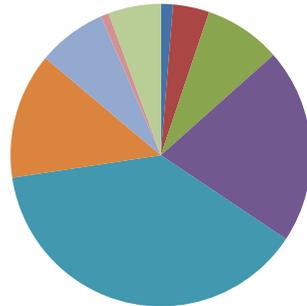
C Cobertura taxonómica (Familia)



- Micrococcaceae
- Burkholderiaceae
- Pseudomonaceae
- Bacillaceae
- Nocardiaceae
- Xantomonadaceae
- Cellulomanadaceae
- Micromonosporaceae
- Comamonadaceae
- Chitinophagaceae
- Acetobacteraceae
- Enterobacteriaceae

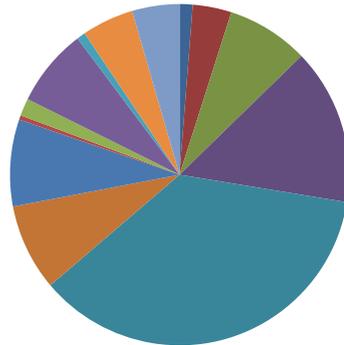
Figuar 2. Cobertura taxonómica de fijadores de nitrógeno. A) Clase. B) Orden. C) Familia.

A Cobertura taxonómica (Clase)



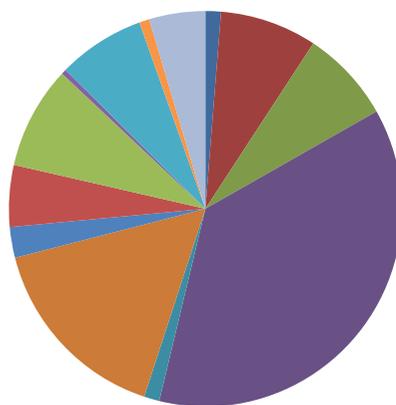
- Spingobacteriaia
- Actinobacteria
- Betaproteobacteria
- Gammaproteobacteria
- Bacilli
- Sordariomycetes
- Zygomycetes
- Dothideomycetes
- Mucormycotina

B Cobertura taxonómica (Orden)



- Spingobacteriales
- Actinomycetales
- Burkholderiales
- Pseudomonadales
- Bacillales
- Eurotiales
- Hypocreales
- Saccharomycetes
- Xilariales
- Mortierellales
- Pleosporales
- Mucorales

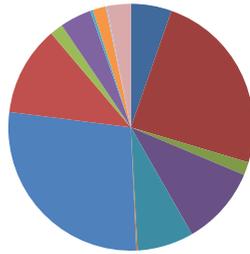
C Cobertura taxonómica (Familia)



- Spingobacteriaceae
- Burkholderiaceae
- Pseudomonaceae
- Bacillaceae
- Nocardiaceae
- Trichocomaceae
- Microbacteria
- Enterobacteriaceae
- Hypocreaceae
- Saccharomycetales
- Mortierellaceae
- Sporomiacae
- Sordariaceae

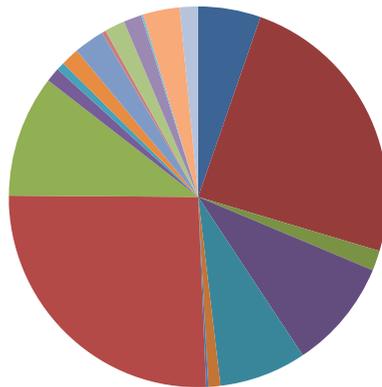
Figura 3. Cobertura taxonómica de solubilizadores de fosfato. A) Clase. B) Orden. C) Familia.

A Cobertura taxonómica (Clase)



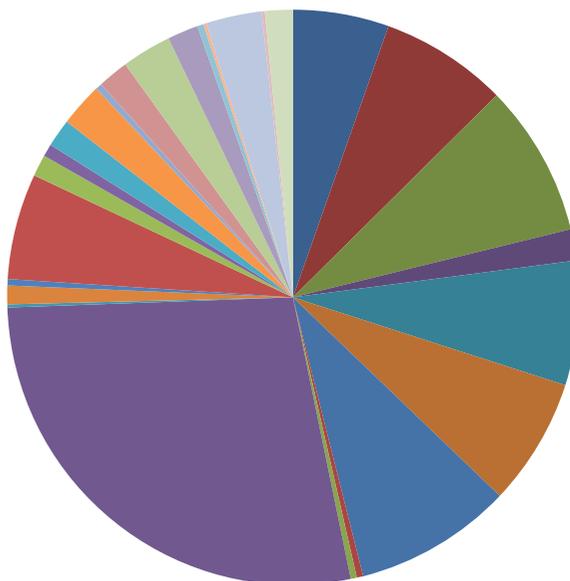
- Spingobacteria
- Actinobacteria
- Betaproteobacteria
- Gammaproteobacteria
- Bacilli
- Alphaproteobacteria
- Eurotiomycetes
- Sordariomycetes
- Zygomycetes
- Dothideomycetes
- Tremellomycetes
- Leotiomycetes
- Glomeromycetes
- Mucormycotina

B Cobertura taxonómica (Orden)



- Spingobacteriales
- Actinomycetales
- Burkholderiales
- Pseudomonadales
- Bacillales
- Xantomonadales
- Rhizobiales
- Eurotiales
- Hypocreales
- Saccharomycetes
- Xilariales
- Mortierellales
- Pleosporales
- Tremellales
- Helotiales
- Dothideales
- Glomerales
- Mucorales
- Sordariales

C Cobertura taxonómica (Familia)



- Spingobacteriaceae
- Streptomycetaceae
- Micrococcaceae
- Burkholderiaceae
- Pseudomonaceae
- Bacillaceae
- Nocardiaceae
- Paenibacillaceae
- Moraxellaceae
- Trichocomaceae
- Rhizobiaceae
- Xantomonadaceae
- Cellulomonadaceae
- Hypocreaceae
- Saccharomycetales
- Amphispheariaceae
- Mortierellaceae
- Leptosphaeriaceae
- Trichosporonaceae
- Nectriaceae
- Cordycipitaceae
- Myxotrichaceae
- Dothioraceae
- Glomeraceae
- Mucoraceae
- Sporomiaceae
- Sordariaceae

Figura 4. Cobertura taxonómica de celulíticos. A) Clase. B) Orden. C) Familia.

Bibliografía

- Altschul, S., W. Gish, W. Miller y L. Myerew. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal Molecular Biology* 215 (3): 403-410.
- Benson, D., L. Karsch-Mizrachi, D. Lipman, J. Ostell, M. Rap y D. Wheeler. 2000. GenBank. *Nucleic Acids Research* 28:15-18.
- Bernal, E., S. Celis, X. Galíndez, C. Moratto, D. Sánchez y D. García, D. 2006. Microflora cultivable y endomicorrizas obtenidas en hojarasca de bosque (Páramo Guerrero - finca Puente de Tierra) Zipaquirá, Colombia. *Acta Biologica Colombiana* 11 (2): 125-130.
- Chiquito, S. y S. Zuluaga. 2007. Plan de acción ambiental vereda El Bosque cuenca alta del río Otún. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. Colombia. 129 pp.
- Fandiño, M. y V. Wyngaarden. 2002. Parque Nacional Natural Los Nevados. Un Caso de selección y zonificación de áreas de conservación biológica. IDEADE-DET, Bogotá. Colombia.
- GEBIX. 2009. Second Progress Report - Colciencias. Colombian Center for Genomics and Bioinformatics of Extreme Environments. Bogotá, Colombia. 75 pp.
- GEBIX. 2010. Third progress report and final report – Phase I. Centro Colombiano en Genómica y Bioinformática en Ambientes Extremos. Bogotá, Colombia. 50 pp.
- Lane, D. J. 1991. 16S/23S rRNA sequencing. Pp. 115-175. *En: E. Stackebrandt and M. Goodfellow (Eds). Nucleic acid techniques in bacterial systematics.* John Wiley and Sons, New York.
- Madriñán, S., A. J. Corté y J. E. Richardson. 2013. Páramo is the world's fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. *Frontiers in genetics* 4: 192.
- Melo, S., C. Pungartnik, J. Cascardo y M. Brendel. 2006. Rapid and efficient protocol for DNA extraction and molecular identification of the basidiomycete *Crinipellis pernicioso*. *Genetics and Molecular Research* 5 (4): 851-855.
- Moratto, C., L. Martínez, H. Valencia y J. Sánchez. 2005. Efecto del uso del suelo sobre hongos solubilizadores de fosfato y bacterias diazotróficas en el páramo de Guerrero (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana* 23 (2): 299 – 309.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. Da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Plaza, G. A., R. Upchurch, R. L. Brigmon, W. B. Whitman, y K. Ulfig. 2004. Rapid DNA Extraction for Screening Soil Filamentous Fungi Using PCR Amplification. *Polish Journal of Environmental Studies* 13 (3): 315-318.
- PNN Los Nevados. 2007. Plan de Manejo Parque Nacional Natural de Los Nevados 2007-2011. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Manizales, Colombia. 37 pp.
- PNN Los Nevados. 2010. Restauración ecológica en páramos del Parque Nacional Natural de Los Nevados. Editorial Andina, Manizales, Colombia. 148 pp.
- Rennie, R., J. 1981. A single medium for the isolation of acetilene-reducing (Dinitrogen-fixing) bacteria from soils. *Canadian Journal of Microbiology* 27: 8-14.
- Sundara, R. y M. Sinha. 1963. Organisms phosphate solubilizers in soil. *Soil Science and Plant Nutrition* 9 (2): 45-49.
- Vargas, A. M., A. Correa, D. C. Lozano, A. González, A. J. Bernal, S. Restrepo y P. Jiménez. 2007. First Report of Late Blight Caused by *Phytophthora infestans* on Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*) in Colombia. *APS Journals, Plant Disease* 91 (4): 464.

Lizeth Manuela Avellaneda-Torres
 Universidad Nacional de Colombia
 Centro Colombiano en Genómica y Bioinformática
 en Ambientes Extremos (GEBIX).
 Bogotá D.C., Colombia
 lmavellanedat@unal.edu.co

Esperanza Torres-Rojas
 Universidad Nacional de Colombia
 Centro Colombiano en Genómica y Bioinformática
 en Ambientes Extremos (GEBIX).
 Bogotá D.C., Colombia
 etorresr@unal.edu.co

Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia.

Citación del artículo. Avellaneda-Torres, L. M. y E. Torres-Rojas. 2015. Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 78-87 . doi:10.15468/oabpy4

ID del recurso. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/b5e9e6f3-3214-4aae-9af7-92d08d8f8a9d>

Recibido: 24 de julio de 2014
 Aprobado: 9 de diciembre de 2014

Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos colombianos en la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from dry Colombian forests in the Entomological Collection in the Instituto Alexander von Humboldt

Arturo González-Alvarado, Edwin Torres y Claudia A. Medina

Citación del recurso. González-Alvarado, A., E. Torres y C. A. Medina (2015) Escarabajos coprófagos de bosque seco de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt Colombia, 11686 registros, en línea: http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=bosqueseco_scarabeidae_iavh, publicado el 30/07/2015. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/ed195c7e-2727-46f8-ac2e-37c0af2c8c59> doi:10.15468/hdfuql

Resumen

En este conjunto de datos se incluyen los registros de escarabajos coprófagos asociados al ecosistema de bosque seco de Colombia, depositados en Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. El conjunto de datos está conformado por 11686 registros, 19797 ejemplares, pertenecientes a 18 géneros y 68 especies. La separación de las especies se realizó a partir del estudio exhaustivo de la morfología externa, y del órgano genital masculino. Para la identificación de las especies se utilizaron revisiones taxonómicas recientes, descripciones originales, re-descripciones y revisiones regionales. A 35 de las especies se logró asignarles un epíteto específico (género y especie) y a 33 se les asignó un identificador único después del género (código de morfoespecie). La falta de revisiones taxonómicas recientes en géneros como *Canthon*, *Canthidium*, *Dichotomius*, *Uroxys* y *Onthophagus* ha limitado la identificación a nivel de especies en Colombia, por lo que se han publicado listados incompletos e imprecisos. Este conjunto de datos soporta el listado más completo y verificado de especies de escarabajos coprófagos de bosque seco de Colombia realizado hasta la fecha.

Palabras clave. Coleópteros. Ecosistema amenazado. Registros biológicos. Colección de referencia. Colombia.

Abstract

This reports includes the records of dung beetles associated with the dry forests of Colombia present at the Entomological Collection of the Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. The data set includes 11686 records, 19797 specimens belonging to 18 genera and 68 species. The species sorting included an exhaustive study of the external morphology and male genitalia. For species identification, updated taxonomic revisions, original descriptions, re-descriptions, and regional revisions were used. It was possible to identify 35 to species (genus and species names), and another 33 species were assigned a unique morpho-species code identifier after the generic name was determined (morph-species code). The lack of recent taxonomic revisions in genera such as *Canthon*, *Canthidium*, *Dichotomius*, *Uroxys* and *Onthophagus* has limited the identification to specific level in Colombia; a reason for the incomplete and imprecise species list that had been published. This data set supports the most complete and verified species list of dung beetles of the dry forests of Colombia.

Keywords. Coleoptera. Endangered ecosystem. Biological records. Reference collection. Colombia.

Introducción

Propósito. El bosque seco tropical representa cerca del 42 % de los ecosistemas boscosos tropicales en el mundo y se caracterizan por tener una alta diversidad biológica y altos niveles de endemismo (García *et al.* 2014). En Colombia este ecosistema ha sido ampliamente transformado principalmente para el uso agrícola y la ganadería. Actualmente los bosques secos solo están representados por el 8 % de su cobertura original (García *et al.* 2014). Los escarabajos coprófagos son un grupo de insectos ampliamente estudiados ecológicamente y se han usado como organismos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas, por su sensibilidad a la transformación y pérdida de hábitat (Medina y González 2014, Nichols *et al.* 2007, 2009).

La Colección Entomológica del Instituto Humboldt, cuenta con una de las mejores colecciones de escarabajos coprófagos en Colombia, realizada principalmente con colectas durante las expediciones del Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA) en diferentes regiones del país. La colección incluye aproximadamente unos 160.000 ejemplares de la zona andina, Amazonia y bosques secos del Caribe y de los valles interandinos.

La taxonomía de escarabajos coprófagos en Colombia es aún incipiente; la falta de revisiones taxonómicas en grupos altamente representados en las colecciones, dificulta su identificación a nivel de especie y limita las comparaciones regionales con estos registros. Se creó la Colección de Referencia de Escarabajos Coprófagos de Colombia (CRECC) que incluye solo las especies verificadas taxonómicamente y las morfoespecies separadas, identificadas con un código único. Con base en esta colección de referencia se unificaron los registros de bosque seco de Colombia (Medina y González 2014).

Este recurso es el resultado de la revisión y unificación taxonómica de todos los registros biológicos de escarabajos coprófagos de la Colección del Instituto Humboldt de bosque seco de Colombia, así como de la depuración de su información asociada. Este es el primer conjunto de registros unificados y verificados taxonómicamente de escarabajos coprófagos para Colombia y se espera que pueda ser utilizado en análisis

ecológicos, distribuciones potenciales y delimitación de áreas prioritarias para la conservación de hábitats estratégicos.

Cobertura taxonómica

Descripción. Este conjunto de datos incluye 11.686 registros (19.797 ejemplares) de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae), separados a especie. Se registran 68 especies; 35 con el nombre de la especie completo (epíteto específico) y 33 están codificadas con el nombre del género y un código único que las diferencia de otras especies.

Categorías

Especies. *Agamopus lampros* Bates 1887, *Ateuchus aeneomicans* (Harold 1868), *Ateuchus* sp. 01H, *Ateuchus* sp. 02H, *Ateuchus* sp. 03H, *Ateuchus* sp. 04H, *Canthidium* sp. 01H, *Canthidium* sp. 02H, *Canthidium* sp. 03H, *Canthidium* sp. 04H, *Canthidium* sp. 05H, *Canthidium* sp. 08H, *Canthidium* sp. 09H, *Canthidium* sp. 10H, *Canthon acutooides* Schimdt 1922, *Canthon juvencus* Harold 1868, *Canthon lituratus* (Germar, 1813), *Canthon septemmaculatus* (Latreille 1811), *Canthon* sp. 01H, *Canthon* sp. 05H, *Canthon* sp. 06H, *Canthon* sp. 08H, *Canthon* sp. 09H, *Canthon* sp. 10H, *Canthon subhyalinus* Harold 1867, *Coprophanaeus corythus* (Harold 1863), *Coprophanaeus gamezi* Arnaud 2002, *Deltochilum eurymedon* Génier 2012, *Deltochilum guildingii* (Westwood 1835), *Deltochilum longiceps* Paulian 1938, *Deltochilum molanoi* González & Vaz-de-Mello 2014, *Diabroctis cadmus* (Harold 1868), *Dichotomius* sp. 01H, *Dichotomius* sp. 02H, *Dichotomius* sp. 03H, *Dichotomius* sp. 04H, *Dichotomius* sp. 05H, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius 1787), *Eurysternus caribaesus* (Herbst 1789), *Eurysternus foedus* Guérin-Ménéville 1830, *Eurysternus impressicollis* Castelnau 1840, *Eurysternus marmoreus* Castelnau 1840, *Eurysternus mexicanus* Harold 1869, *Eurysternus plebejus* Harold 1880, *Malagoniella astyanax* (Olivier 1789), *Onthophagus acuminatus* Harold 1880, *Onthophagus coscineus* Bates 1887, *Onthophagus crinitus* Harold 1869, *Onthophagus landolti* Harold 1880, *Onthophagus lebasi* Boucomont, 1932, *Onthophagus marginicollis* Harold 1880, *Onthophagus* sp. 01H,

Onthophagus sp. 02H, *Onthophagus* sp. 04H, *Oxysternon conspicillatum* (Weber 1801), *Phanaeus hermes* Harold 1868, *Phanaeus prasinus* Harold 1868, *Pseudocanthos* sp. 01H, *Scatimus ovatus* Harold 1862, *Trichillidium pilosum* (Robinson 1948), *Trichillidium* sp. 01H, *Uroxys microcularis* Howden & Young, 1981, *Uroxys micros* Bates 1887, *Uroxys* sp. 01H, *Uroxys* sp. 02H, *Uroxys* sp. 03H, *Uroxys* sp. 04H, *Uroxys* sp. 05H.

Cobertura geográfica

Descripción. Los registros pertenecen a bosques secos de nueve departamentos y 26 localidades. Las localidades se especifican en la tabla 1.

Coordenadas. 2°16'48"N y 12°28'12"N Latitud; 76°59'24"W y 71°11'24"W Longitud.

Tabla 1. Localidades y altitud de los registros.

Departamento	Localidad	Altitud (m s.n.m.)
Atlántico	Juan de Acosta, Tierra Arena	160-250
Bolívar	Isla Tierra Bomba	100
	Zambrano, finca Pizano	100
	Zambrano, Hda. Monterrey	70-160
	SFF Los Colorados	300
Cesar	Valledupar, Ecoparque Los Besotes	500
Córdoba	Montería, Las Palmeras	50
	Montería, vereda Jaraquíel	125
	Montería, vareda Sierra Chiquita	125
Huila	Garzón, Reserva Natural Privada Taky-Huaylla	830-1100
Magdalena	Santa Marta, bahía Neguange	155
	Burítica, finca Cancún	1
	Burítica, finca Don Diego	1
	Santa Marta, corregimiento de Gaira, cuenca del río Gaira sector puerto Mosquito, RN La Iguana Verde	50
	Santa Marta, correg. de Minca, cuenca río Gaira, sector Pozo Azul	740
	Santa Marta, correg. Tigrera, cuenca del río Gaira, sector la Bocatoma, RN La Tigrera	310
	Neguanje	10-155
	Palangana	30
	Zaino	50
Risaralda	Pereira, Hacienda Alejandría	1000
Sucre	Colosó, Estación primatológica, Montes de María, sector La Cascada	230-160
	San Benito Abad, vda. Santiago Apostol Fca. Marbella, La Caimanera, Palmar	30
	Tolú Viejo, Bosque de Los Navas, sector el Cañito	40
Tolima	Armero, Guayabal, Loma Sto. Tomás	300
	Armero, Guayabal, Méndez, Hda. Cardonal	300
	Armero, Guayabal, Méndez, Hda. Bremen	300

Cobertura temporal

1 de enero de 1993 - 31 de diciembre de 2011.

Datos de la colección

Nombre de la colección. Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt.

Identificador de la colección. Registro Nacional de Colecciones 003.

Identificador de la colección parental. IAvH.

Método de preservación de los especímenes. Montado en alfiler, sobre con algodón.

Unidades curatoriales. 11323 con una incertidumbre de 0 (Montado en alfiler).

Unidades curatoriales. 8474 con una incertidumbre de 0 (Sobre con algodón).

Materiales y métodos**Descripción del muestreo**

Todos los ejemplares colectados en bosque seco y registrados en la Colección del Instituto Humboldt, fueron preparados, etiquetados y catalogados. Se separaron cada una de las especies con base en caracteres de morfología externa y morfología del órgano genital masculino.

A partir de la literatura disponible, revisiones taxonómicas, descripciones originales, redescrpciones y revisiones regionales, se identificaron las especies separadas (Harold 1867a, 1867b, 1868a, 1868b, 1868c, 1880, Bates 1887, Boucomont 1932, Arrow 1933, Balthasar 1939, Howden y Young 1981, Edmonds 1994, Kohlmann 1996, Rivera-Cervantes y Halffter 1999, Edmonds 2000, Génier y Kohlmann 2003, Edmonds y Zidek 2004, Silva *et al.* 2015 Solis y Kohlmann 2004, Vaz-de-Mello 2008, Génier 2009, González *et al.* 2009, González y Vaz-de-Mello 2014, Edmonds y Zidek 2010, 2012, Génier 2012).

Para aquellas especies en las cuales no fue posible asignarle un epíteto específico, se codificó con un identificador único; este código está formado por el

género, seguido de un número y la letra H, por ejemplo *Canthon* sp. 05H.

Para cada una de las especies identificadas y para cada una de las especies codificadas se separaron entre cuatro y ocho ejemplares, dependiendo de la variación intraespecífica de la especie, para crear una Colección de Referencia de las especies de bosque seco.

Para cada uno de los ejemplares identificados taxonómicamente, se ingresó la información proveniente de las etiquetas en la plataforma de sistematización de colecciones Specify 6.0, siguiendo el protocolo de sistematización de las Colecciones Biológicas del Instituto Humboldt.

Control de calidad

Para la separación e identificación de las especies, se realizó un estudio riguroso de la morfología externa y del órgano genital masculino (edeago y escleritos del saco interno) y se revisó la literatura disponible, revisiones taxonómicas, descripciones originales, redescrpciones y revisiones regionales.

Para la verificación de las coordenadas geográficas se superpusieron las coordenadas de cada localidad en la capa cartográfica de entidades político administrativas del IGAC (IGAC 2014) en ArcGis.

Para las coordenadas que no coincidían con el municipio, se asignaron las coordenadas mediante el rastreo en cartografía de la descripción del sitio de colecta, a partir del método radio-punto, donde el sitio de colecta se interpreta como un punto y alrededor de este una circunferencia para definir el área probable de ubicación descrito por el colector. Este proceso consistió en identificar las entidades de división político cartografía base digital a escala 1:100.000 del IGAC mediante el uso de herramientas SIG en la plataforma ArcGis 10. Posteriormente se realizó la búsqueda de referentes espaciales o topónimos (nombre de sitios) en la base de datos del gacetero GEOnet names server (<http://geonames.nga.mil/gns/html/>), el cual proporciona una visualización de nombres geográficos de entidades representados como puntos con sus respectivas coordenadas. Como último paso se escogieron las coordenadas del punto del sitio identificado.

Descripción de la metodología paso a paso

En la figura 1 se detalla la metodología empleada.

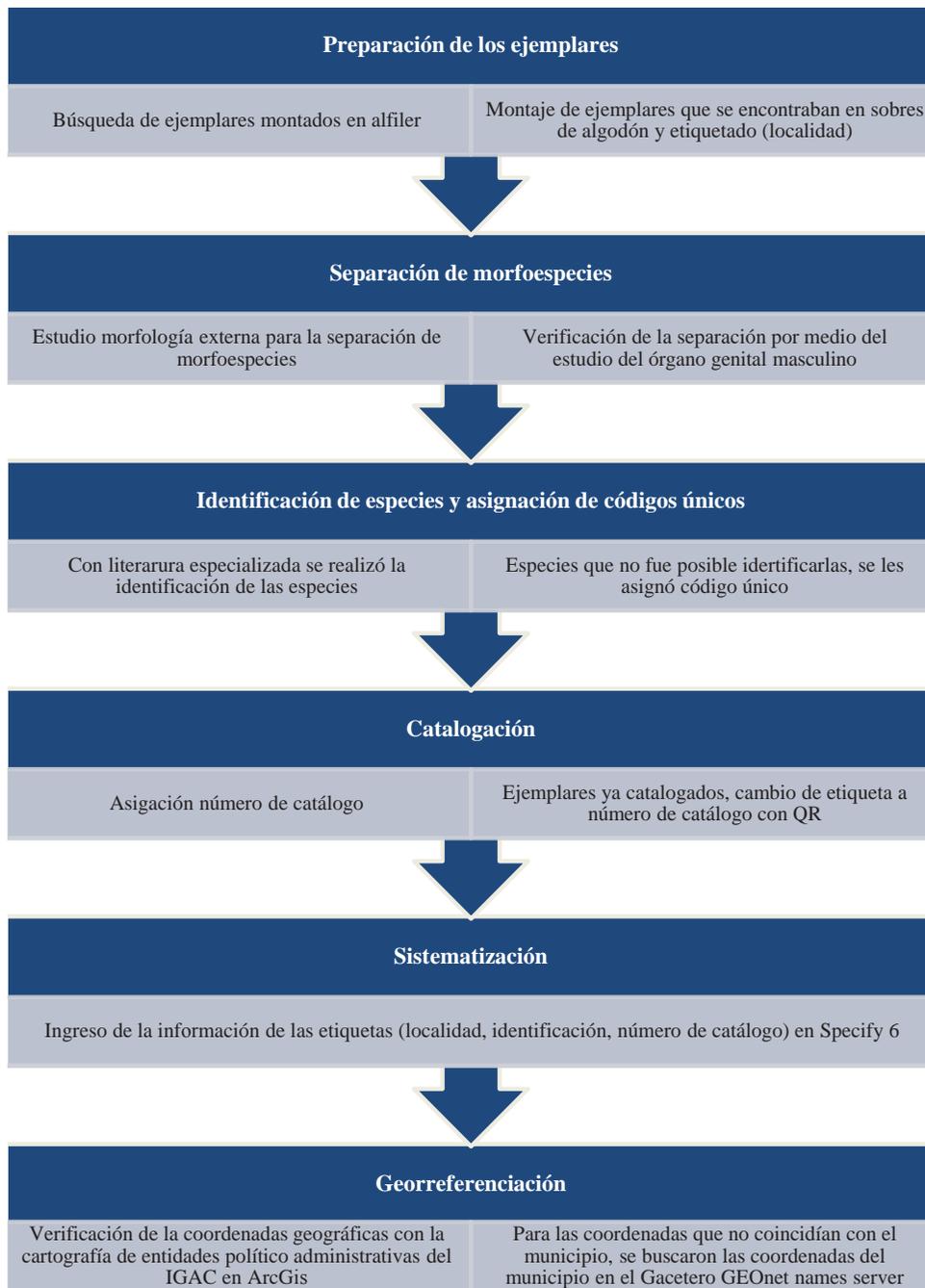


Figura 1. Metodología detallada.

Resultados

Descripción del conjunto de datos

URL del recurso. Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

IPT. http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=bosqueseco_scarabeidae_iavh

Portal de datos. <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/289>

Portal GBIF. <http://www.gbif.org/dataset/ed195c7e-2727-46f8-ac2e-37c0af2c8c59>

DOI. doi:10.15468/hdfuql

Nombre. Archivo *Darwin Core* Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos Colombianos de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt.

Idioma. Español.

Codificación de caracteres. UTF-8.

URL del archivo. Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=iavh_2013_escarabajoscoprofagosbosqueseco

Formato del archivo. *Darwin Core*

Versión del formato del archivo. 1.0.

Nivel de jerarquía. Dataset.

Fecha de publicación de los datos. 2015-07-29.

Idioma de los metadatos. Español.

Fecha de creación de los metadatos. 2013-11-18.

Licencia de uso. Este trabajo está bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC-SA 3.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Discusión

Muchos trabajos ecológicos con escarabajos coprófagos han sido publicados para Colombia. Sin embargo, los listados presentan porcentajes de hasta 40 % de especies identificadas solo a nivel de género, y los registros no son comparables entre localidades y estudios (Cultid *et al.* 2012). Este es el primer conjunto de datos que incluye registros unificados y verificados taxonómicamente. De las especies encontradas el 35 % (24 sp.) de las especies son compartidas entre los bosques del Caribe colombiano y el valle del río Magdalena, es decir, que el 65 % (44 sp.) de las especies son exclusivas de alguna de estas dos regiones. El mayor número de especies (37 sp.) exclusivas se encuentran en los bosques del Caribe colombiano. En el valle del río Magdalena se encontraron siete especies que no se han colectado en la región Caribe. Es importante resaltar que en el 23 % de las localidades se presentó por lo menos una especie que no fue colectada en ninguna otra localidad (Tabla 2). Dichas especies exclusivas están representadas en la colección por menos de diez individuos (excepto *Onthophagus* sp. 02H). Estas especies posiblemente tienen una distribución más restringida y bajas abundancias; por estas razones pueden ser especies potencialmente útiles para la conservación, toma de decisiones y definición de áreas prioritarias de conservación.

Tabla 2. Localidades con especies exclusivas.

Localidad	Especie
Bolívar, SFF Los Colorados	<i>Ateuchus</i> sp. 03H
Córdoba, Montería, Las Palmeras	<i>Ateuchus</i> sp. 04H
Magdalen, Buritica, Finca Don Diego	<i>Canthidium</i> sp. 08H
Sucre, Tolú Viejo, Bosque de Los Navas, sector el Cañito	<i>Onthophagus</i> sp. 02H
Bolívar Zambrano, Hda. Monterrey	<i>Trichillidium</i> sp. 01H
Santa Marta, correg. Tigrera, cuenca del río Gaira, sector la Bocatoma, RN La Tigrera	<i>Uroxys</i> sp. 05H

Agradecimientos

Los autores agradecen al equipo de entomología de la colección del Instituto Humboldt, Luis Franco y Miguel Torres por su apoyo en la curaduría básica y sistematización de la Colección de escarabajos coprófagos. A Hernando García, Roy González y Camila Pizano del programa Ciencias Básicas de la Biodiversidad por su constante interés y apoyo al proyecto de escarabajos de bosque seco. Además a Xiomara Villalba por su ayuda con la curaduría de la Colección de Referencia de Escarabajos Coprófagos de Colombia (CRECC). A Srahyrandy Rocío Díaz por la ayuda con la georreferenciación de las localidades. A los evaluadores que enriquecieron el manuscrito y a las personas que han donado ejemplares de bosque seco a la colección del Instituto Humboldt; Jeison Barraza, Kenya Román, Leydis Murillo, Jenilee Montes, Santiago Montoya, Carolina Giraldo y Jibram León.

Bibliografía

- Arrow, G. J. 1933. The genus *Uroxys* (Coleoptera, Copridae), with descriptions of some new species. *The Annals and Magazine of Natural History Series* 10, 11: 385-399.
- Balthasar, V. 1939. Eine vorstudie zur Monographie der Gattung *Canthon* Hffsg. *Folia Zoologica et Hydrobiologica* 9: 179-238.
- Bates, H. 1887. Pectinicornia and Lamellicornia. *Biologia Centrali-Americana Insecta Coleoptera vol. II part 2*. Published for the editors by R.H. Porter. London. 432 pp.
- Boucomont, A. 1932. Synopsis des *Onthophagus* d'Amérique du Sud (Col. Scarab.). *Annales de la Société Entomologique de France* 101: 293-332.
- Cultid-Medina, C., C. A. Medina, B. Martinez, A. Escobar, L. M. Constantino y N. J. Betancur. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS Books. Colombia, 196 pp.
- Edmonds, W.D. 1994. Revision of *Phanaeus* MacLeay, a New World genus of Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Natural History Museum of Los Angeles County, Contributions in Science* 443: 1-105.
- Edmonds, W.D. 2000. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Sulcophanaeus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Heyrovskyana, Supplementum* 6: 1-60.
- Edmonds, W. D. y J. Zidek. 2004. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Folia Heyrovskyana, Supplementum* 11: 1-58.
- Edmonds, W. D. y J. Zidek. 2010. A taxonomic review of the Neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 129: 1-111.
- Edmonds, W. D. y J. Zidek. 2012. Taxonomy of *Phanaeus* revisited: revised keys to and comments on species of the New World dung beetle genus *Phanaeus* MacLeay, 1819 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Insecta Mundi* 274: 1-108.
- García, H., G. Corzo, P. Isaacs y A. Etter. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de Bosque Seco Tropical en Colombia: insumos para su gestión. Pp: 229-251. *En: Pizano, C. y H. García (Eds.). El bosque seco tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Génier, F. 2009. Le genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini), révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft Series, Faunistica* 85: 1-430.
- Génier, F. 2012. A new species and notes on the subgenus *Deltochilum* (*Deltochilum*) Eschscholtz, 1822 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini). *Zootaxa* 3357: 25-36.
- Génier, F. y B. Kohlmann. 2003. Revision of the Neotropical dung beetle genera *Scatimus* Erichson and *Scatrichus* gen.nov. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Faberies* 28: 57-111.
- González, A., F. Molano y C. A. Medina. 2009. Los subgéneros *Calhyboma*, *Hybomidium* y *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35: 253-274.
- González, A. y F. Vaz-de-Mello. 2014. Taxonomic review of the subgenus *Hybomidium* Shipp 1897 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*). *Annales de la Société Entomologique de France* (N.S.) 50 (3-4) 431-476.
- González, A. y C. A. Medina. 2015. Listado de especies de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. *Biota Colombiana* 16 (1): 35-43.
- Howden, H. y O. P. Young. 1981. Panamanian Scarabaeinae: taxonomy, distribution, and habits. *Contributions of the American Entomological Institute* 18: 1-204.
- Harold, E. von. 1867a. Diagnosen neuer Coprophagen. *Coleopterologische Hefte* 1: 76-83.
- Harold, E. von. 1867b. Zur Kenntniss der Gattung *Canthidium* und ihrer nächsten Verwandten. *Coleopterologische Hefte* 1: 1-61.

- Harold, E. von. 1868a. Diagnosen neuer Coprophagen. *Coleopterologische Hefte* 3: 80-86.
- Harold, E. von. 1868b. Die Arten der Gattung *Choeridium*. *Coleopterologische Hefte* 4: 32-76.
- Harold, E. von. 1868c. Monographie der Gattung *Canthon*. *Berliner Entomologische Zeitschrift* 12: 1-144.
- Harold, E. von. 1880. Verzeichniss der von E. Steinheil in Neu-Granada gesammelten coprophagen Lamellicornien. *Stettiner Entomologische Zeitung* 41: 13-46.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2014. Base cartográfica oficial integrada. 1:100.000. Bogotá D.C., Colombia
- Kohlmann, B. 1996. The Costa Rican species of *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Revista de Biología Tropical* 44: 177-192.
- Medina, C. A. y A. González. 2014. Escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. Pp: 195-213. *En*: Pizano, C. y H. García (Eds.). El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia.
- Nichols, E., T. Larsen, S. Spector, A. Davis, F. Escobar, M. Favila y K. Vulinec. 2007. Global dung beetle response to tropical modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological conservation* 137: 1-19.
- Nichols, E., T. A. Garden, S. A. Peres, S. Spector y The Scarabaeinae research network. 2009. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oikos* 118: 481-487.
- Rivera-Cervantes, L. y G. Halffter. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* 77: 23-150.
- Silva, F., J. Louzada y F. Vaz de Mello. 2015. A revision of the *Deltochilum* subgenus *Aganhyboma* Kolbe, 1893 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Zootaxa* 3925(4): 451-504.
- Solis, A. y B. Kohlmann. 2004. El género *Canthidium* en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomologia* 11: 1-73.
- Vaz-de-Mello, F. 2008. Synopsis of the new subtribe Scatimina (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Ateuchini), with descriptions of twelve new genera and review of *Genieridium*, new genus. *Zootaxa* 1955: 1-75.

Arturo González-Alvarado
 Colección Entomológica
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
 Alexander von Humboldt
fgonzalez@humboldt.org.co - fagakorn@gmail.com

Edwin Torres
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
 Alexander von Humboldt
etorres@humboldt.org.co

Claudia Alejandra Medina
 Coordinación Científica Colecciones Biológicas
 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
 Alexander von Humboldt
camedina@humboldt.org.co

Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos Colombianos de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt

Citación del artículo. González-Alvarado, A., E. Torres y C. A. Medina. 2015. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos Colombianos de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. *Biota Colombiana* 16 (1): 88-95. doi:10.15468/hdfuql

ID del recurso. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/ed195c7e-2727-46f8-ac2e-37c0af2c8c59>

Recibido: 3 de abril de 2014
 Aprobado: 9 de abril de 2015

Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana

Aquatic plants in the floodplains of the Orinoco Basin of Colombia

Mateo Fernández, Ana M. Bedoya y Santiago Madriñán

Citación del recurso. Fernández, M., A. M. Bedoya y S. Madriñán (2015). Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, 1137 registros en línea, http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia, publicado el 09/02/2015. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884> doi:10.15468/v9vn3a

Resumen

Las extensas llanuras inundables de la cuenca del Orinoco presentan las condiciones adecuadas para la proliferación de vegetación acuática. A pesar de su importancia ecológica en los Llanos Orientales de Colombia, la flora acuática que existe en esta región no ha sido suficientemente estudiada. Así mismo, el conocimiento y divulgación de la riqueza y los patrones de distribución de plantas y comunidades acuáticas son muy reducidos. Adicionalmente, la Orinoquia colombiana es una de las regiones más sobreexplotadas del país. Con el fin de tener una primera aproximación a la riqueza de especies de macrófitas presentes en esta región, se colectaron, identificaron y fotografiaron todas las especies de plantas que fueron encontradas asociadas a cuerpos de agua. Durante casi dos años se visitaron 101 localidades, ubicadas en seis departamentos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada) y 19 municipios. En cada localidad se colectó material vegetal seco para herbario y tejidos conservados en sílica. El esfuerzo de muestreo se concentró en plantas hidrófitas y helófitas que habitan ambientes lóticos y lénticos. Los 1167 especímenes colectados fueron depositados en el herbario ANDES (Universidad de los Andes, Bogotá). Se identificaron 95 familias de plantas vasculares que incluyeron 221 géneros y 341 especies, que fueron asociadas al agua. Dentro de las especies colectadas, únicamente 151 se encontraron registradas en el área de estudio con 1374 registros históricos en el Herbario Nacional Colombiano (COL). El presente estudio pretende ser una contribución al conocimiento y divulgación sobre la riqueza y patrones de distribución de las macrófitas en la Orinoquia colombiana. Consideramos que esta información es importante para proponer localidades prioritarias para la conservación y proteger estos ecosistemas de agua dulce tan importantes como amenazados.

Palabras clave. Macrófitas. Helófitas. Hidrófitas. Sistemas lénticos. Sistemas lóticos. Cuenca del Orinoco.

Abstract

The vast floodplains of the Orinoco Basin have the conditions for the proliferation of aquatic vegetation. Despite its ecological importance in the “Llanos Orientales” of Colombia, the aquatic flora in this region has been understudied. Consequently, the knowledge and dissemination of information about the richness and distribution patterns of aquatic plants and aquatic communities is scarce. In addition, the Orinoco Basin of Colombia is among the most over-exploited regions in the country. In order to provide a first insight into the species richness of macrophytes present in the region, plants associated with aquatic habitats were collected, identified, and photographed. For almost two years, 101 localities were visited. These localities were located in six departments (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta and Vichada) and 19 municipalities. In each locality, dried plant material and silica-dried material were collected. Sampling effort was concentrated towards hydrophytes and

helophytes inhabiting lentic and lotic environments. 1167 collected specimens were deposited in the ANDES herbarium (Universidad de los Andes, Bogotá). Among these, 95 families, 221 genera, and 341 species of vascular plants were associated with aquatic habitats. Of the species collected, only 151 had been reported in the study area with 1374 historic occurrences in the “Herbario Nacional Colombiano” (COL) database. The present study aims to contribute to the knowledge and dissemination of information about the richness and distribution patterns of macrophytes in the Orinoco Basin of Colombia. We consider that this information is important in order to propose localities that should be a priority for conservation purposes, and to protect these important and threatened fresh-water ecosystems.

Keywords. Macrophytes. Helophytes. Hydrophytes. Lentic waters. Lotic waters. Orinoco Basin.

Introducción

Propósito. La región de los llanos posee un complejo y amplio sistema de humedales y sabanas en los que las plantas acuáticas son diversas y abundantes (Huber *et al.* 2005). Estos ambientes y las macrófitas que los habitan son un recurso hidrobiológico fundamental en el llano, debido a que desempeñan importantes funciones en la cadena trófica y proporcionan servicios ecosistémicos (Arber 1920). Un ejemplo de esto es el alto valor nutricional de muchas especies de macrófitas que sirven de alimento a la fauna silvestre, ganado y peces (Rial 2009). Adicionalmente las plantas acuáticas ejercen un efecto de control sobre la erosión hídrica y regulación de caudales y constituyen el refugio, sitio de reproducción, desove y guardería de diversas especies de invertebrados acuáticos, peces y aves (Naranjo *et al.* 1999, Chambers *et al.* 2008).

De igual forma, las plantas acuáticas son eficientes filtradoras de sedimentos, depuradoras y biorremediadoras de agua (sus raíces pueden absorber sustancias tóxicas y retener finas partículas en suspensión). Por estas razones, han sido empleadas con éxito en la recuperación de ríos y lagunas contaminadas (Forni *et al.* 2006). Por otro lado, los usos comerciales de las macrófitas son diversos (algunos no han sido desarrollados aún), e incluyen su funcionamiento como fertilizantes eficientes (liberan nutrientes y recirculan

nitrógeno) y ampliamente usados en agricultura (Watanabe *et al.* 1977), su cultivo en la industria cosmética y su uso como plantas ornamentales en horticultura y acuariofilia (uno de los mayores mercados del mundo) (Azan 2011). Por estas razones, es indispensable conocer las especies que componen las comunidades vegetales en la Orinoquia. Esto con el fin de planificar la conservación de los ecosistemas acuáticos, hacer un adecuado manejo de sus recursos y obtener beneficios de las diversas funciones ecológicas de estas plantas.

Según Posada y López (2011) las plantas acuáticas de Colombia han sido escasamente estudiadas, se conoce poco acerca de su riqueza, patrones de distribución y los efectos de las actividades antrópicas sobre su conservación. En la publicación “Planeación ambiental para la conservación de biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia”, se incluyen dentro de las unidades de análisis preliminar, las sabanas inundables. Es un hecho que los patrones de riqueza de estas sabanas y sus comunidades vegetales son altamente desconocidos, y por ende se han identificado como una prioridad para trabajos de campo e investigación (Kier *et al.* 2005). Sin embargo, la información sobre plantas acuáticas en la Orinoquia colombiana continúa siendo escasa (Arbeláez-Cortés 2013, Posada y López 2011).

En la actualidad la exploración y explotación petrolera en la región de la Orinoquia colombiana presenta un gran reto para la conservación de los ecosistemas de esta región. Adicionalmente, la expansión de la frontera agrícola está transformando de manera acelerada una área extensa de ecosistemas prístinos en esta región del país. Por ende, es importante establecer prioridades de conservación de los ecosistemas representativos de la región puesto que en su mayoría, están constituidos por humedales. Como se menciona en la “Política Nacional de Gestión de Recursos Hídricos” (MADS 2010), la protección de acuíferos y humedales es un objetivo primordial, y para ello es indispensable conocer la información de línea base de las plantas acuáticas y sus comunidades en las regiones de estudio.

En el marco del proyecto “Planeación ambiental para conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol del Magdalena Medio y los Llanos

Orientales de Colombia”, nace el presente trabajo. Este está incluido dentro del objetivo específico “Inventario y estado actual de conocimiento y conservación de la biodiversidad acuática de la Orinoquia”, el cual estipula realizar un inventario de los principales recursos hidrobiológicos (macrófitas acuáticas) de la región. En este contexto, este estudio da a conocer información inédita sobre la taxonomía y distribución de las plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, sentando una base para futuros proyectos sobre conservación de estos organismos y los ambientes acuáticos que habitan.

Datos del proyecto

Título. Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana.

Nombre. Santiago Madriñán (Autor).

Fuentes de financiación. Ecopetrol, Convocatoria de Biodiversidad 2011.

Descripción del área estudio. Se colectaron y fotografiaron numerosos individuos de macrófitas y los ambientes en que habitan en la cuenca del Orinoco en Colombia. Departamentos: Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada.

Descripción del proyecto

El presente estudio pretende inventariar, de la manera más completa posible, la flora acuática de la Orinoquia colombiana. Así mismo, incluye el estudio de la riqueza y patrones de distribución de las macrófitas de esta cuenca. La importancia de este proyecto radica en que ofrece los primeros aportes al estudio florístico (*check-list*) e inventario gráfico de las plantas acuáticas que existen en la Orinoquia colombiana, sentando bases de conocimiento para la conservación de los humedales llaneros y de las plantas que estos albergan.

Cobertura taxonómica

Descripción. Todas las plantas vasculares (en su mayoría herbáceas) incluyendo gimnospermas, helechos y angiospermas. En total 93 familias, 22 órdenes y 341 especies, fueron registrados durante el muestreo.

Se presentan cuatro nuevos registros para la flora nacional, correspondientes a las familias Eriocaulaceae, Solanaceae, Commelinaceae y Poaceae, respectivamente:

- *Syngonanthus acephalus* Hensold
- *Melananthus ulei* Carvalho
- *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.
- *Luziola fragilis* Swallen

Categorías

Orden. Alismatales, Apiales, Asparagales, Asterales, Boraginales, Brassicales, Caryophyllales, Commelinales, Dioscoreales, Fabales, Gentianales, Lamiales, Malpighiales, Malvales, Myrtales, Nymphaeales, Piperales, Poales, Polypodiales, Salviniales, Solanales, Zingiberales

Familias. Acanthaceae, Adiantaceae, Alismataceae, Amaryllidaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Aquifoliaceae, Araceae, Araliaceae, Asteraceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Bonnetiaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Burmanniaceae, Cabombaceae, Caryophyllaceae, Chrysobalanaceae, Cleomaceae, Comme linaceae, Convolvulaceae, Costaceae, Cyclanthaceae, Cyperaceae, Dilleniaceae, Dioscoreaceae, Droseraceae, Eriocaulaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Gesneriaceae, Gnetaceae, Haemodoraceae, Haloragaceae, Heliconiaceae, Humiriaceae, Hydrocharitaceae, Hydroleaceae, Hypoxidaceae, Iridaceae, Ixonanthaceae, Juncaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Lentibulariaceae, Linderniaceae, Lindsaeaceae, Lycopodiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Marantaceae, Marsileaceae, Mayacaceae, Melastomataceae, Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Ochnaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Orobanchaceae, Passifloraceae, Phyllanthaceae, Piperaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Podostemaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Pontederiaceae, Portulacaceae, Potamogetonaceae, Pteridaceae, Rapateaceae, Ricciaceae, Rubiaceae, Salviniaceae, Sapotaceae, Selaginellaceae, Simaroubaceae, Solanaceae, Sphenocleaceae, Tetrameristaceae, Thelyp-teridaceae, Tropaeolaceae, Typhaceae, Verbenaceae, Vochysiaceae, Xyridaceae, Zingiberaceae.

Cobertura geográfica

Descripción. Colombia: departamentos de Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada.

Coordenadas. 2°1'12"N y 6°42'36"N; 73°57'36"W y 67°27'36"W.

Cobertura temporal

15 de julio de 2010 - 29 de julio de 2013.

Datos de la colección

Nombre de la colección. Herbario Museo de Historia Natural ANDES.

Identificador de la colección. Registro Nacional de Colecciones: 178.

Identificador de la colección parental. ANDES.

Método de preservación de los especímenes. Prensado y secado. Colección en sílica.

Material y métodos

Área de estudio

Se consideró parte de la cuenca del Orinoco colombiano como área de estudio. Específicamente, los planos de inundación de sus principales afluentes como lo son el río Meta, Guaviare y todos sus tributarios. Los páramos y las zonas por encima de los 1000 m.s.n.m. no fueron incluidos en el estudio, debido a que éstos son incluidos dentro de la región Andina y corresponden a coberturas vegetales y ecosistemas diferentes.

Por consiguiente, fueron visitadas 101 localidades distribuidas en seis departamentos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta y Vichada) y cubriendo 20 municipios: Amanavén, Arauca, Arauquita, Fortul, Inírida, La Macarena, Maní, Orocué, Paz de Ariporo, Pto. Carreño, Pto. Gaitán, Puerto López, Pto. Rondón, San José del Guaviare, San Martín, Santa Rosalía, Saravena, Tame y Villanueva.

Adicionalmente, se incluyeron algunas colectas de un proyecto de grado del Laboratorio de Botánica y Sistemática de la Universidad de los Andes, realizado

por el primer autor (Mateo Fernández Lucero), denominado "Historia Natural de la Flor de Inírida". En dicho estudio se colectaron plantas asociadas a las sabanas inundables de arenas blancas en Inírida (Guainía).

Los ecosistemas muestreados fueron tanto lóticos como lénticos e incluyeron ríos de aguas blancas (andinos), ríos de aguas negras (ricos en taninos), ríos de aguas claras, caños, charcos sobre afloramientos rocosos del Escudo Guayanés (*inselbergs*), lagunas y morichales.

Descripción del muestreo

Los muestreos se realizaron durante los años 2010, 2012 y 2013, con un período promedio de dos meses entre cada salida de campo. En estos períodos se procedió a procesar y determinar el material vegetal y las fotografías. Generalmente las salidas fueron de cinco días de duración en cada localidad. La georreferenciación se llevó a cabo en el momento de la colecta mediante un GPS Garmin de datum WGS-84.

En varias ocasiones fue necesario el uso de botes (kayac, canoas, etc), equipo de snorkelling (caretas, snorkel, aletas etc.) y una cámara subacuática (Pentax, Optio) para acceder a algunos ambientes y lograr una mejor cobertura espacial en la colecta.

Control de calidad

Se colectaron y fotografiaron todas las macrófitas fértiles (con flores y/o frutos) disponibles en campo. Todo el material fue procesado siguiendo los procedimientos estandarizados para herbarios descritos por Bridson y Forman (1989).

Los nombres científicos y toda la validación taxonómica se manejó siguiendo los estándares de The Plant List (<http://www.theplantlist.org>) y APGIII (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>).

Descripción de la metodología paso a paso

Durante los muestreos de campo, se trabajó en grupos de tres personas como mínimo. Lo primero que se hizo al encontrar una especie fue tomar buenas fotografías del espécimen por fuera y/o dentro del agua utilizando una cámara subacuática. Luego se georreferenció

el punto de colecta mediante un GPS y se tomaron las respectivas notas de campo de los caracteres importantes del espécimen (p. e. hábito, colores, olores, especies asociadas, etc.). Cada espécimen fue colectado posteriormente en una bolsa de plástico individual donde permaneció hasta terminar la jornada de colecta. De cada colecta se tomó una muestra de partes vegetativas jóvenes y fue conservada en sílicagel para futuros análisis moleculares (ADN). Durante las noches, al llegar con todo el material al campamento (o lugar de hospedaje) se prensó el material y se le asignó un número de campo-colector a la muestra. Seguidamente, se tomaron y marcaron las muestras de tejido (sílica) y se complementaron las anotaciones de campo. Cuando las salidas duraron más de una semana se procedió a preservar el material en campo en etanol al 70 %, antes de su secado y posterior ingreso al herbario. Esto con el fin de evitar infección por hongos y pudrición en los tejidos de las muestras.

Una vez en el herbario de la universidad, las muestras se secaron en un horno especial a 60°C durante tres a cuatro días y se manipularon siguiendo procedimientos estándar de herbario (Bridson y Forman 1989). Posterior a esto el material ingresó para

ser identificado y etiquetado en el herbario y las fotos fueron debidamente organizadas en carpetas por rango taxonómico y localidades.

Para complementar los registros obtenidos en campo y llenar algunos vacíos de muestreo, se accedió a la base de datos del “Herbario Nacional Colombiano” (COL). Los registros de COL fueron amablemente facilitados por Lauren Raz, directora del programa “Informática de la Biodiversidad”. Todos los “*vouchers*” registrados en COL (desde el año 1836 en adelante) fueron revisados y comparados con las especies colectadas en el proyecto PAO (Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana). En total se encontraron 1374 ejemplares de la base de datos de COL, correspondientes a 151 especies, de las 341 identificadas durante el proyecto. La validez de la información geoespacial de los ejemplares de COL se verificó y depuró hasta obtener 1258 registros que se usaron para complementar los registros de PAO. Además de los 1258 registros obtenidos de COL, los 748 ejemplares de PAO (identificados hasta especie) sumaron un total de 2006 registros de 341 especies de macrófitas colectadas y usadas en los análisis con SIG (Figura 1).

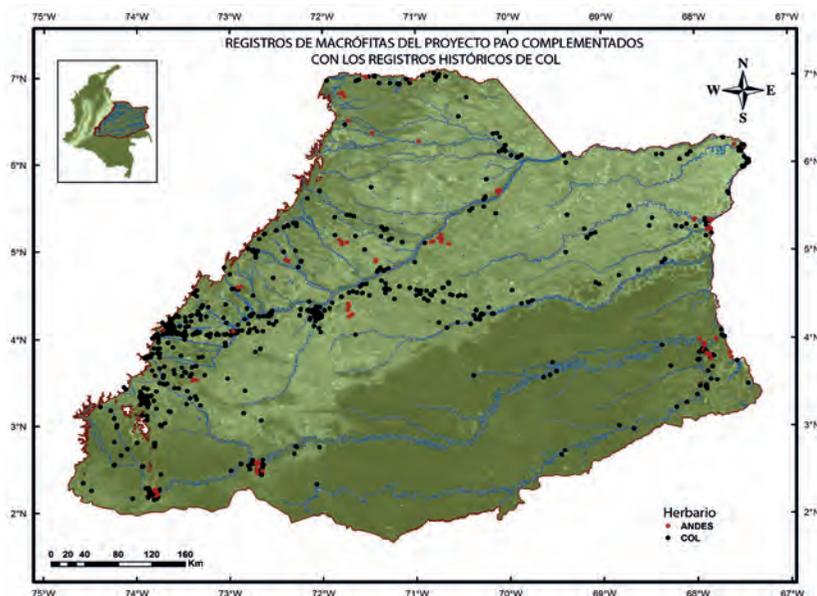


Figura 1. Mapa general de la cuenca del Orinoco en Colombia. El área de estudio del proyecto PAO (~308.000 km²) está delimitada por la silueta roja. Las localidades cubiertas durante el trabajo de campo corresponden a los puntos rojos, mientras que los registros del Herbario Nacional Colombiano (COL) corresponden a los puntos negros.

El análisis de afinidad florística entre los distintos cuerpos de agua se realizó mediante un Análisis de Componentes Principales (PCA) con una transformación “Hellinger” y un algoritmo RDA (ver Legendre y Legendre 2012), usando el paquete “Vegan” del software estadístico R (© RStudio, Inc. 2009-2013). Además, la riqueza de especies fue estimada y comparada entre tipos de cuerpos de agua lénticos y lóticos. El software utilizado para el análisis estadístico fue EstimateS 9.1.0, que ha demostrado ser adecuado para la estimación estadística de la riqueza de especies (Gotelli y Colwell 2001). Siguiendo recomendaciones anteriores (IAvH 2006), el índice Chao de riqueza de especies fue calculado mediante un análisis basado en individuos con 1000 iteraciones para cada una de las unidades geográficas mencionadas (Gotelli y Cowell 2001). Al comparar las curvas de acumulación del número estimado de especies (corregido por rarefacción) para cada entidad geográfica, se identificaron las diferencias significativas comparando los intervalos de confianza del 95 % del índice Chao estimado para las especies.

Resultados

Descripción del conjunto de datos

URL del recurso. Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

IPT. http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia

Portal SiB Colombia. <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/194>

Portal GBIF. <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884>

DOI. 10.15468/v9vn3a

Nombre. Archivo *Darwin Core* Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana.

Idioma. Español.

Codificación de caracteres. UTF-8.

URL del archivo. Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo: http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=plantas_acuaticas_orinoquia

Formato del archivo. *Darwin Core*.

Versión del formato del archivo. 1.0.

Nivel de jerarquía. Conjunto de datos.

Fecha de publicación de los datos. 2015-02-09.

Idioma de los metadatos. Español.

Fecha de creación de los metadatos. 2015-02-09.

Licencia de uso. Este conjunto de datos, Plantas acuáticas de la Orinoquia colombiana, se hace disponible bajo la licencia Open Data Commons Attribution: <http://www.opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>.

Discusión

Los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia presentan una considerable riqueza de especies de macrófitas asociadas (Huber *et al.* 2005). En Colombia, la Orinoquia incluye varios hábitats dentro de los que se pueden destacar: ríos andinos (p. e. ríos Arauca, Meta y Guaviare), ríos de aguas negras (p. e. ríos Atabapo e Inírida), ríos de aguas claras (Tomo, Tuparro, caño Cristales, La Lindosa), charcos en formaciones rocosas de inselbergs y tepuyes (p. e. Cerros de Mavicure y Sierra de la Macarena, respectivamente), lagunas (p. e. Wisirare, La Venturosa, El Tinije), morichales (p. e. La Portuguesa, Caño Barrulia) y sabanas inundables (p. e. sabanas de arenas blancas del Atabapo, bajos del río Meta, zurales) (ver Lasso *et al.* 2010-2011, Lasso *et al.* 2014). De todos estos hábitats, las sabanas inundables (aparentemente homogéneas) son el tipo de hábitat que presentó más especies de macrófitas reportadas; esto contribuye a la producción primaria de alimento y recursos hídricos en los humedales de la región (Lasso *et al.* 2014, Mera 2007, Ramia 1977, Velásquez 1994).

Mediante cambios metodológicos sencillos en la fase de campo con respecto a los inventarios florísticos tradicionales, se logró producir contribuciones importantes a la flora colombiana y específicamente a la poco conocida flora acuática de los Llanos Orientales (Arbeláez-Cortés 2013). Se reportaron cuatro nuevos registros de plantas para la flora colombiana: *Syngonanthus acephalus*, *Melananthus ulei*, *Luziola fragilis* y *Murdannia keisak*, además de alrededor de

180 especies que no aparecen reportadas para el área de estudio en los registros de “La Informática de la Biodiversidad” de COL. Todo parece indicar que en los inventarios florísticos tradicionales muy poca atención se presta a las macrófitas. Además, coleccionar dentro del agua con caretas y realizar muestreos subacuáticos parece ser una técnica poco usada, aunque indispensable para obtener un mejor panorama de las especies de plantas acuáticas de una región.

En el caso de la familia Podostemaceae, que es estrictamente acuática, se obtuvieron muy pocos registros, tanto en número como abundancia de especies. Durante el estudio se destacó esta familia por la distribución restringida de sus especies (p. e. *Macarenia clavígera* y *Marathrum squamosum*). Dicho patrón de distribución es poco común en las plantas acuáticas (Arber 1920, Velásquez 1994). Esto sugiere que las especies de la familia Podostemaceae podrían obedecer a distribuciones muy estrechas, quizá debido a que su ecología y hábitat tan particular que incluye cascadas y rápidos con sustrato rocoso para poder aferrarse (Berry *et al.* 1995).

Philbrick *et al.* (2010) aplicaron las categorías de la UICN para determinar el grado de amenaza de géneros y especies dentro de la familia Podostemaceae, basándose en el número de ríos en donde se ha registrado su presencia. Según dicho estudio, *Macarenia clavígera* debe ser considerada como “Vulnerable (VU)” y *Marathrum squamosum* ha de ser incluida en la categoría de “Preocupación Menor (LC)”. De cualquier modo, vale la pena profundizar y refinar el conocimiento acerca de los patrones de distribución de las especies de esta familia para estimar su grado de amenaza.

Los patrones de riqueza encontrados muestran que la mayor diversidad de especies de macrófitas, corresponde a familias de monocotiledóneas, especialmente en el orden Poales. Adicionalmente las familias con mayor número de especies fueron Poaceae, Cyperaceae y Eriocaulaceae (Tabla 1).

Respecto a la riqueza estimada de especies, la información existente (p. e. el número de registros georreferenciados) es insuficiente para permitir analizar a escalas muy finas los patrones de distribución de las especies (p. e. celdas, ecosistemas). Sin embargo,

Tabla 1. Familias de macrófitas con mayor número de géneros y especies reportados durante el estudio.

Familia	Número de géneros	Número de especies
Poaceae	19	31
Cyperaceae	9	16
Eriocaulaceae	3	16
Rubiaceae	8	15
Lentibulariaceae	2	15
Onagraceae	1	13
Fabaceae	10	13
Xyridaceae	2	12
Malvaceae	6	11
Melastomataceae	8	11
Araceae	8	10
Orchidaceae	8	9
Asteraceae	7	8
Gentianaceae	5	8
Pontederiaceae	3	7
Rapateaceae	5	6
Plantaginaceae	3	5
Ochnaceae	2	5
Heliconiaceae	1	5
Bromeliaceae	5	5

a escalas más gruesas, se logró estimar la riqueza esperada de macrófitas para la Orinoquia colombiana. Se obtuvo que la riqueza estimada de especies no es significativamente diferente entre cuerpos de agua lóticos y lénticos (Figura 2), a pesar de que el análisis de afinidad florística sugiere que cada uno de estos ambientes presenta una composición de especies muy diferente (Figura 3).

Definitivamente, la biología de las plantas acuáticas y sus patrones ecológicos de distribución hasta ahora empiezan a ser dilucidados en esta extensa región, y pueden refinarse o incluso modificarse cuando se tenga un panorama detallado y completo con más registros de campo de las especies.

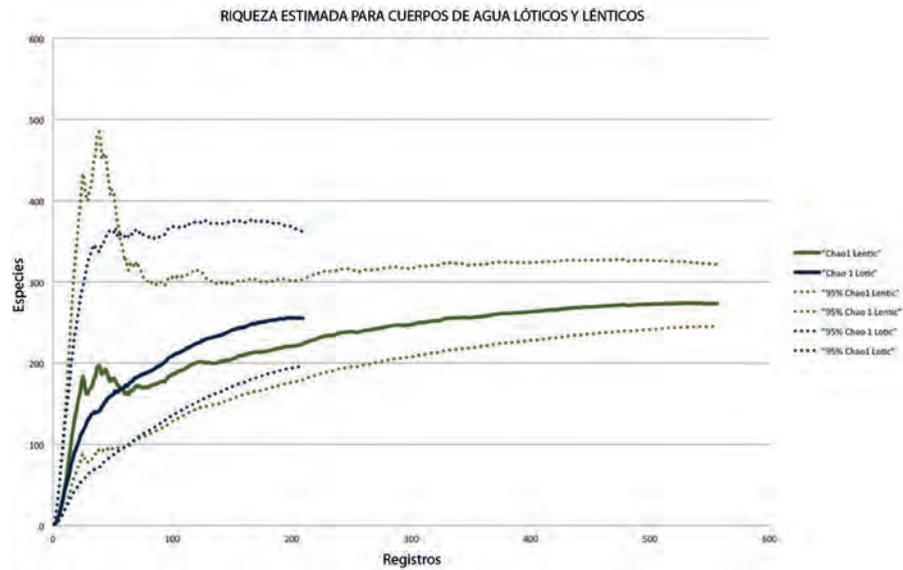


Figura 2. Riqueza estimada de especies, por el índice Chao y los intervalos de confianza del 95 %, para cuerpos de agua lóaticos y lénticos. Se puede evidenciar que, aunque el esfuerzo de muestreo ha sido mucho más alto en los ambientes lénticos que en los lóaticos, la riqueza de especies estimada para estos cuerpos de agua no evidencia diferencias significativas. A pesar de esto, la composición florística de los dos ambientes parece diferir (ver figura 3).

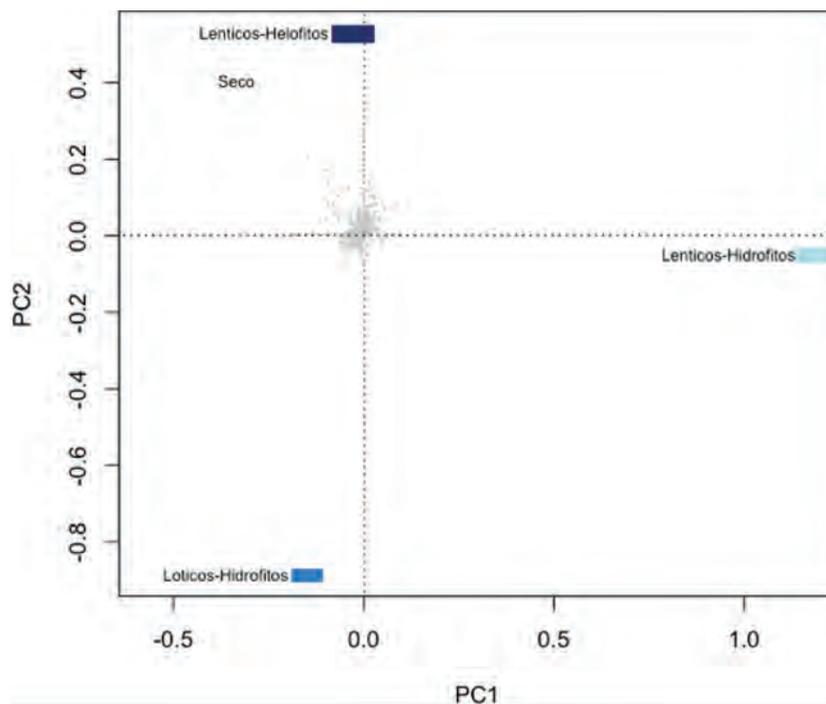


Figura 3. Análisis de afinidad florística entre los distintos cuerpos de agua de la región. Se evidencia que la composición (comunidad) de especies de cada ambiente parece ser muy diferente (con excepción de los ambientes secos y los lénticos-helófitos). Además, a pesar de que la riqueza estimada de especies es similar para los cuerpos de agua lóaticos y lénticos (Figura 2), la composición de especies de estos ambientes difiere sustancialmente (ver PC2).

Pese a los grandes beneficios que dan al hombre y a otras especies asociadas al agua, las macrófitas son un grupo de plantas poco estudiadas en Colombia. Sus comunidades, distribución y riqueza han sido poco exploradas tanto a nivel mundial como regional, siendo las sabanas inundables los ecosistemas menos estudiados en cuanto a su composición florística (Kier *et al.* 2005). Especialmente en Colombia existe un gran desconocimiento de estos ecosistemas acuáticos y su flora. Debido a la gran importancia de estos ambientes y sus especies (en términos ecológicos y de servicios ecosistémicos) y al poco conocimiento que se tiene sobre ellos, se deben volver una prioridad de investigación y trabajo de campo en los Llanos colombianos. Con el conocimiento suficiente, estos organismos y sus ambientes pueden ser uno de los ejes centrales en la toma de decisiones referentes a planes de desarrollo y ordenamiento territorial en la Orinoquia colombiana.

Agradecimientos

Este proyecto fue realizado gracias a la financiación de Ecopetrol (Convenio 5211419 de 2011) y de la Universidad de los Andes (proyectos semilla y financiación para estudios a estudiantes de Maestría MF y AMB). Ana María Moncaleano nos brindó importante estímulo y acompañamiento. Agradecemos a WWF, la Fundación Omacha, y en especial a Diego Trujillo por colaboración logística y financiera en dos de las salidas de campo que se realizaron a lo largo del proyecto. Queremos agradecer especialmente a todas las personas e instituciones que ayudaron al proyecto durante su fase de campo: Anabel Rial, David Espinosa, Manuel Espinosa, Otoniel Espinosa, Salomón Niño, Ecoturismo Macarena, Alexander Fandiño, Javier Alberto Melo, la comunidad de Playa Güio, Fransisco Ordoñez Salcedo, Jorge Armando Ordoñez Salcedo, Alfredo Navas, Orlando Patiño, César Barrera, *Chicuaco*, Isidro González, Bernal Medina, Omar Lino, Carlos A. Lasso, Fernando Reyes, Carlos Montenegro, José Moncaleano Díaz, Fundación Palmarito, Rafael Antelo, Luis Alberto Roa, Diego Giraldo-Cañas, Lisa Campbell, Claudia Alejandra Medina, Claudia Múnera y María Paula Contreras.

Bibliografía

- Arbeláez-Cortés, E. 2013. Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodiversity and conservation* 22 (12): 2875-2906.
- Arber, A. 1920. Water plants: A study of aquatic Angiosperms. Cambridge University Press, Cambridge, England. 436 pp.
- Azan, S. 2011. "Invasive aquatic plants and the aquarium and ornamental pond industries". Theses and dissertations. Paper 818. Environmental Applied Science and Management. Toronto, Ontario, Canada. 272 pp.
- Berry, P. E., B. K. Holst y K. Yatskievych (Eds.). 1995. Flora of the Venezuelan Guayana. Vol. 1. Timber Press, Inc. Portland, Oregon. 363 pp.
- Bridson, D. y L. Forman. 1989. The herbarium handbook. Royal Botanic Gardens, Kew. Cornell University. 214 pp.
- Chambers, P. A., P. Lacoul, K. J. Murphy y S. M. Thomaz. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in fresh water. *Hydrobiologia* 595: 9-26.
- Forni, C., C. Patrizi y L. Migliore. 2006. Floating aquatic macrophytes as a decontamination tool for antimicrobial drugs. Pp. 3-23. *En: Tardowska, I., H. E. Allen y M. M. Häggblom. (Eds.). Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation. Springer.*
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Huber, O., R. Duno de Stefano, G. Aymard y R. Riina. 2005. Flora and vegetation of the Venezuelan Llanos: A Review. Chapter 5. Pp. 87-112. *En: Pennington, R.T., G. P. Lewis y J. A Ratter. (Eds.). Neotropical savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation. CRC Press Taylor y Francis Group.*
- Naranjo, L. G., G. I. Andrade y E. Ponce de León, . 1999. Humedales interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. Primera Edición. Santafé de Bogotá. 79 pp.
- IAvH. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia. 236 pp.
- Kier, G., J. Mutke, E. Dinerstein, T. H. Ricketts, W. Küper, H. Kreft y W. Barthlott. 2005. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge. *Journal of Biogeography* 32: 1107-1116.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). 2014. XI. 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. 303 pp.
- 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 de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 609 pp.
- Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison. (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 304 pp.
- Legendre P. y L. Legendre. 2012. Developments in environmental modelling. Numerical ecology. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. 3rd Ed. Vol. 24. 990 pp.
- MADS. 2010. Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 124 pp.
- Meade, R. H., C. F. Nordin Jr., D. Pérez-Hernández, B. Mejía y J. M. Pérez-Gody. 1983. Sediment and water discharge in Rio Orinoco, Venezuela and Colombia. *Proceedings of the Second International Symposium on River Sedimentation, Beijing*: 1134-1144.
- Mera, A. G. 2007. Flora y vegetación de la estación biológica El Frío (Llanos Occidentales del Orinoco, Apure, Venezuela). Asociación Amigos del Coto de Doñana y Fundación Amigos del Coto de Doñana. Sevilla. 288 pp.
- Philbrick, C. T., C. P. Bove y H. I. Stevens. 2010. Endemism in neotropical Podostemaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 97: 425-456.
- Posada, J.A. y M. T. López, 2011. Plantas acuáticas del altiplano del Oriente Antioqueño, Colombia. Grupo de Limnología y Recursos Hídricos. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Católica de Oriente. Rionegro, Antioquia. 119 pp.
- R Development Core Team 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. RStudio, Version 0.98.501 – © 2009–2013 RStudio, Inc.
- Ramia, M. 1977. Observaciones fenológicas en las sabanas del Medio apure. *Acta Botánica Venezuelica* 12: 171-206.
- Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los llanos inundables del Orinoco Venezuela. Orinoco y Amazonas editores. Caracas, República Bolivariana de Venezuela. 392 pp.
- San José, J. J., R. Montes y M. Mazorra. 1998. The nature of savanna heterogeneity in the Orinoco Basin. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 441-455.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W. Cummins, K.W., Sedell, J. R. y Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Vásquez, E. 1989. The Orinoco river: a review of hidrological research. *Regulated rivers: research y management* 3: 381-392.
- Velázquez, J. 1994. Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 992 pp.
- Watanabe, I., C. R. Espinas, N. S. Berja y B. V. Alimagno. 1977. Utilization of the *Azolla-Anabaena* complex as a nitrogen fertilizer for rice. IRPS No. 11. Presented at Meeting of the Crop Science Society of the Philippines Baguio. 16 pp.

Mateo Fernández
Laboratorio de Botánica y Sistemática
Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
m.fernandez25@uniandes.edu.co

Ana María Bedoya
Laboratorio de Botánica y Sistemática
Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
am.bedoya250@uniandes.edu.co

Santiago Madriñán
Laboratorio de Botánica y Sistemática
Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia
samadrin@uniandes.edu.co

Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana

Citación del artículo. Fernández, M., A. M. Bedoya y S. Madriñán. 2015. Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana* 16 (1): 96-105. doi:10.15468/v9vn3a

ID del recurso. GBIF key: <http://www.gbif.org/dataset/9cffad6e-51b7-45ca-8679-32374a07f884>

Recibido: 3 de octubre de 2014

Aprobado: 20 de mayo de 2015

***Stenocercus bolivarensis* Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicoduridae): a distribution extension in Quindío (Colombia), three decades after its discovery**

Stenocercus bolivarensis Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicoduridae): extensión de su distribución en el departamento de Quindío (Colombia), después de tres décadas de su descubrimiento

Jhonattan Vanegas-Guerrero, Carlos A. Londoño-Guarnizo y Diego A. Gómez-Hoyos

Abstract

The Bolivar Whorltail Iguana, *Stenocercus bolivarensis*, is only known in museum collections from six specimens collected in 1982 at its type locality “around Bolivar municipality in the department of Cauca, Colombia”. After three decades of no records in other localities, herein we report a new record of the Bolivar Whorltail Iguana from Quindío department (Armenia municipality), also representing a significant distribution extension of 285 km North from previous records and represents a latitudinal extension of 2.5°. The newly introduced record of *S. bolivarensis* apparently belongs to an established population. Finally, we discuss the conservation implications of this rediscovery.

Key words. Andes. Geographic distribution. Range extension. Threatened lizard. Vulnerable.

Resumen

El lagarto collarajo de Bolívar, *Stenocercus bolivarensis*, sólo se conoce de seis especímenes de museos, colectados en 1982 en su localidad tipo “alrededor del municipio de Bolívar en el departamento del Cauca, Colombia”. Después de tres décadas sin registros en otras localidades, se reporta en este documento un nuevo registro del lagarto collarajo de Bolívar para el departamento del Quindío (municipio de Armenia), que también constituye una extensión significativa en su distribución de 285 km al norte de los registros previos y representa una extensión latitudinal de 2,5 °. El nuevo registro de *S. bolivarensis* proviene de una población aparentemente establecida. Finalmente, se discute sobre las implicaciones para la conservación de este redescubrimiento.

Palabras clave. Andes. Distribución geográfica. Extensión de la distribución. Lagarto amenazado. Vulnerable.

The genus *Stenocercus* comprises 61 species distributed from the Northern Andes and adjacent lowlands of Colombia and Venezuela, to Central Argentina, between 0 and 4000 m a.s.l. (Torres-Carvajal 2007). In Colombia, *Stenocercus* genus is represented by seven species: *S. erythrogaster* (Hallowell 1856) distributed across the Caribbean region (including Sierra Nevada de Santa Marta);

S. santander (Torres-Carvajal 2007), *S. lache* (Corredor 1983), and *S. trachycephalus* (Duméril 1851) occurring at the Eastern Cordillera; *S. angel* (Torres-Carvajal 2000), *S. iridescens* (Günther 1859), and *S. bolivarensis* (Castro & Ayala 1982) distributed across the southern portion of the Central Andes in Colombia. Few records of *Stenocercus* are known from central Colombia, being the central range of the

Central Cordillera a distributional gap for all species documented in Colombia (Torres-Carvajal 2009).

Stenocercus bolivarensis Castro & Ayala, 1982 (Figure 1) is only known from six specimens collected at its type locality in Bolivar municipality, department of Cauca (Figure 2), between 1100 and 1800 m a.s.l., although it had been erroneously reported by Torres-Carvajal (2007) between 2900 and 3250 m. Among *Stenocercus* species occurring on the Central Cordillera, *S. bolivarensis* exhibits the highest distributional range (Castro & Ayala 1982, Torres-Carvajal 2007, 2009).

After three decades (31 years) of no other records, herein we report the first record of *S. bolivarensis* (Figure 1) collected in University of Quindío campus (04°33'16.6" N, 075°39'35.4" W, 1485 m a.s.l.), in the department of Quindío, municipality of Armenia (Figure 2). A single male specimen was collected and deposited in the Herpetological Collection of the University of Quindío (Herpetos-UQ) (Herpetos-UQ 0282, snout-vent length = 81 mm, tail length = 92 mm) (Figure 3), in February 19th, 2013. Furthermore, three uncollected individuals were observed in the same locality at a distance of 1.6 m within bark cracks



Figure 1. Uncollected specimen of *Stenocercus bolivarensis* at the campus of the University of Quindío, Armenia, Quindío, Colombia. Photo: Jhonattan Vanegas-Guerrero.

of a *Bauhinia variegata* (Magnoliopsida: Fabaceae) specimen, used as burrows by the lizards. The new record extends the latitudinal range of this species approximately 285 km North from its type locality (Figure 2).

It differs from the other Colombian *Stenocercus* by the presence of granular scales on the lateral surface of the neck and juxtaposed scales on the anterior surface of the thigh and the anterior portion of the gular region. *Stenocercus bolivarensis* can also be distinguished from other species of the genus, by two caudal whorls for each autotomic segment and caudal scales are mucronated. Whorltail Iguanas are characterized by a longitudinal row of enlarged vertebral scales; body lateral scales are strongly keeled and imbricated. Whorltail Iguanas present a prehumeral skin fold that covers part of the black of the necklace, and an extra fold in the gular region (Castro & Ayala 1982, Torres-Carvajal 2007).

This report contributes to the knowledge of the geographic distribution of *Stenocercus* in Colombia with important implications for the conservation status for this species. First, the elevation where the species has been recorded ranges from 1.100 to 1.800 m a.s.l. in the western slope of the Central Andes of Colombia. Furthermore, the large distance between the previously known collecting localities and this new one suggests that intermediate populations may exist, thus a greater sampling effort in the Colombian Andean cordilleras should be conducted.

Moreover, the extension of the range of *S. bolivarensis* has implications for systems that evaluate the conservation status of this species where the distribution range is one of the criteria, such as the IUCN red list. Before this report, the distribution range size of *S. bolivarensis* calculated from the two previously known populations was 16,8 km²; this new record increases the range size to 1.152,5 km², assuming a connection between the three known localities and using a minimum convex polygon. Therefore, we propose to list this species under the IUCN category of Vulnerable (VU) B1ab (iii) since the potential distribution is smaller than 20.000 km², it is found in less than ten localities and there is a progressive forest loss for the period 2000–2013 (Hansen *et al.* 2013) within its range (IUCN S. P. S. 2014).

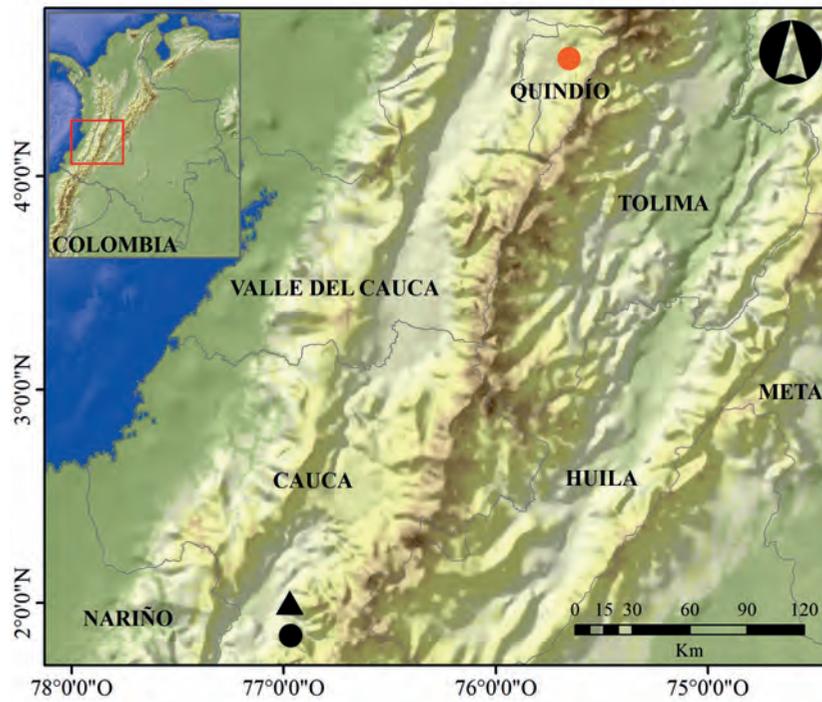


Figure 2. *Stenocercus bolivarensis* distribution. The black triangle (type locality) and circle represent the known distribution of *S. bolivarensis*; red circle shows the new record.

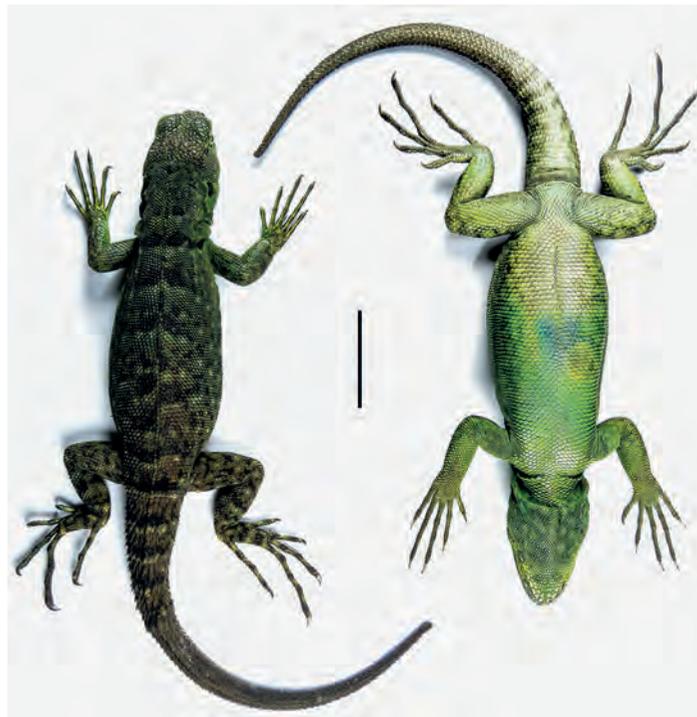


Figure 3. Individual stored at Herpetological Collection of the University of Quindío (Herpetos-UQ 0282; male, snout-vent length = 81 mm, tail length = 92 mm). Scale bar = 2 cm. Photo: Jhonattan Vanegas-Guerrero.

Finally, the current distribution is not included in any protected area at the regional or national levels (Vásquez y Serrano 2009), therefore conservation measures are advisable to reduce the extinction risk faced by this species.

Acknowledgments

We thank Omar Torres-Carvajal for his valuable contributions and for confirming our species identification. To Enrique Martínez-Meyer, Hugo Matilla-Meluk, Tatiana Suárez-Joaquín and Margarita López for their valuable comments and inputs for manuscript improvement.

Bibliography

- Castro F. & S. C. Ayala. 1982. Nueva especie de lagarto collarero (Sauria: Iguanidae) de la zona sur Andina de Colombia. *Caldasia* 13: 473-478.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. "High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." *Science* 342: 850-853. Data available on-line from: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2014. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 11. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Torres-Carvajal O. 2007. A taxonomic revision of South American *Stenocercus* (Squamata: Iguania) Lizards. *Herpetological Monographs* 21: 76-178.
- Torres-Carvajal O. 2009. Sistemática filogenética de las lagartijas del género *Stenocercus* (Squamata: Iguania) de los Andes del norte. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 727-740.
- Vásquez - V. V. H. and M. A., Serrano - G. 2009. Las Áreas Naturales Protegidas de Colombia. Conservación Internacional - Colombia & Fundación Biocolombia. Editorial Panamericana Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 696 pp.

Jhonattan Vanegas-Guerrero
Grupo de Herpetología de la Universidad del Quindío (GHUQ)
Armenia, Colombia.
jhonattanvanegas@gmail.com

Carlos A. Londoño-Guarnizo
Grupo de Herpetología de la Universidad del Quindío (GHUQ)
Armenia, Colombia.
calg.95@gmail.com

Diego A. Gómez-Hoyos
Wildlife Conservation Society, Colombia Program
Cali, Colombia.
biodiego88@gmail.com

Stenocercus bolivarensis Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicuridae): a distribution extension in Quindío (Colombia), three decades after its discovery

Citación del artículo. Vanegas-Guerrero, J., C. A. Londoño-Guarnizo & D. A. Gómez-Hoyos. 2015. *Stenocercus bolivarensis* Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicuridae) a distribution extension in Quindío (Colombia), three decades after its discovery. *Biota Colombiana* 16 (1): 106-109.

Recibido: 22 de mayo de 2014
Aprobado: 15 de abril de 2015

Guía para autores

(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⁻¹.
- 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.
- Exprese 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)

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⁻¹.
- 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"W. 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.umboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@umboldt.org.co |
www.sibcolombia.net - sib+iac@umboldt.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)*¹. 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)².

¿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*³ (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@umboldt.org.co.

¹ Wiecezorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. *En:* Wiecezorek, 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>.

² Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12 (Suppl 15): S2.

³ 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 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_avestinije 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 MAYUSCULAS 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, 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 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 título .
AUTORES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas .
AFILIACIONES	Derivado de los elementos creador del recurso, proveedor de los metadatos y partes asociadas . De estos elementos, la combinación de organización, dirección, código postal, ciudad, país y correo electrónico , constituyen la afiliación.
AUTOR DE CONTACTO	Derivado de los elementos creador del recurso y proveedor de los metadatos.
CITACIÓN	Para uso de los editores.
CITACIÓN DELE RECURSO	Derivada del elemento referencia del recurso .
RESUMEN	Derivado del elemento resumen . Máximo 200 palabras.
PALABRAS CLAVE	Derivadas del elemento palabras clave . Máximo seis palabras.
ABSTRACT	Derivado del elemento abstract . Máximo 200 palabras.
KEY WORDS	Derivadas del elemento key words . Máximo seis palabras.
INTRODUCCIÓN	Derivado del elemento propósito (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: título, nombre, apellido, rol, fuentes de financiación, descripción del área de estudio y descripción del proyecto .
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: descripción, nombre científico, nombre común y categoría .
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: descripción, latitud mínima, latitud máxima, longitud mínima, longitud máxima .
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: tipo de cobertura temporal .
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: nombre de la colección, identificador de la colección, identificador de la colección parental, método de preservación de los especímenes y unidades curatoriales .
MATERIAL Y MÉTODOS	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: área de estudio, descripción del muestreo, control de calidad, descripción de la metodología paso a paso .
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: nivel de jerarquía, fecha de publicación y derechos de propiedad intelectual .
DISCUSIÓN	Se deriva del elemento discusión . 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 agradecimientos .
BIBLIOGRAFÍA	Derivado del elemento bibliografía .

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 GBIF⁴.

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, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , 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, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin . Publicado el 01/09/2001.

Guidelines for authors - Data Papers

www.umboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - 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)⁵. 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)⁶.

⁴ 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

⁵ 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.

⁶ 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*⁷ (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

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. 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, 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, 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.

⁷ Biodiversity Information Standards – TDWG. Accessible 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 title element.
AUTHORS	Derived from the resource creator , metadata provider , and associated parties elements.
AFFILIATIONS	Derived from the resource creator , metadata provider and associated parties elements. From these elements combinations of organization , address , postal code , city , country and email constitute the affiliation .
CORRESPONDING AUTHOR	Derived from the resource contact , metadata provider elements.
CITATION	For editors use.
RESOURCE CITATION	Derived from the resource citation element.
RESUMEN	Derived from the resumen element. 200 words max.
PALABRAS CLAVE	Derived from the palabras clave element. 6 words max.
ABSTRACT	Derived from the abstract element. 200 words max.
KEY WORDS	Derived from the key words element. 6 words max.
INTRODUCTION	Derived from the purpose (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 title , personnel first name , personnel last name , role , funding , study area description , and design description .
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: description , scientific name , common name and rank .
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: description , west , east , south , north .
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: temporal coverage type .
Collection data	Derived from the collection data elements: collection name , collection identifier , parent collection identifier , specimen preservation method and curatorial units .
MATERIALS AND METHODS	Derived from the sampling methods elements: study extent , sampling description , quality control and step description .
RESULTADOS	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: hierarchy level , date published and ip rights .
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 acknowledgments element.
BIBLIOGRAPHY	Derived from the citations 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 GBIF⁸.

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, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , 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, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin , published on 01/09/2001

⁸ 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

⁸ 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

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Bacterioplancton de tres humedales altoandinos de la cordillera Oriental de Colombia. Bacterial plankton from three high Andean wetlands in Eastern Colombia. <i>Luz A. Meneses-Ortegón y Yimy Herrera-Martínez</i>	1
Riqueza florística de Angiospermas del estado Lara depositadas en el Herbario “José Antonio Casadiego” (UCOB), Venezuela. Angiosperm floristic richness deposited in the José Antonio Casadiego Herbarium (UCOB), Venezuela. <i>Hipólito Alvarado-Álvarez y Alcides A. Mondragón-Izquierdo</i>	11
Gerromorpha y Nepomorpha (Heteroptera) del Pacífico de Colombia: lista de especies, distribución geográfica y altitudinal. Gerromorpha and Nepomorpha (Heteroptera) from the Pacific coastal region of Colombia: checklist, geographic and altitudinal distribution. <i>Dora N. Padilla-Gil</i>	20
Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. List of the dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Colombian dry forests. <i>Arturo González-Alvarado y Claudia A. Medina</i>	36
Nuevos registros del escarabajo indoafricano <i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius 1787) (Coleoptera: Scarabaeinae) en Colombia. New records of the Indo-african beetle <i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius 1987) (Coleoptera: Scarabaeinae) in Colombia. <i>Lina M. Isaza-López, Santiago Montoya-Molina, Carolina Giraldo-Echeverri, Jibram León-González, Arturo González-Alvarado y James Montoya-Lerma</i>	45
Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia. Mammals of an agricultural landscape of oil palm in the floodplains of the Orocué River, Casanare, Colombia. <i>Lain E. Pardo-Vargas y Esteban Payán-Garrido</i>	54
Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo - ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia. Wildlife mortality records caused by vehicular collisions on the Toluviejo - Ciénaga de La Caimanera highway, Sucre, Colombia. <i>Jaime De La Ossa-V. y Silvia Galván-Guevara</i>	67
Artículos de datos	
Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia. Biodiversity of functional groups of microorganisms associated soils under potato crop, livestock and páramo the Nevados National Natural Park, Colombia. <i>Lizeth M. Avellaneda-Torres y Esperanza Torres-Rojas</i>	78
Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosques secos colombianos de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt. Coprophagic beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from dry Colombian forests in the Entomological Collection in the Instituto Alexander von Humboldt <i>Arturo González-Alvarado, Edwin Torres y Claudia A. Medina</i>	88
Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia colombiana. Aquatic plants in the floodplains of the Orinoco Basin of Colombia. <i>Mateo Fernández, Ana M. Bedoya y Santiago Madriñán</i>	96
Nota	
<i>Stenocercus bolivarensis</i> Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicuridae) a distribution extension in Quindío (Colombia), three decades after its discovery. <i>Stenocercus bolivarensis</i> Castro & Ayala 1982 (Squamata: Tropicuridae): extensión de su distribución en el departamento de Quindío (Colombia), después de tres décadas de su descubrimiento. <i>Jhonattan Vanegas-Guerrero, Carlos A. Londoño-Guarnizo y Diego A. Gómez-Hoyos</i>	106
Guía para autores	110