

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

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

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

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

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

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

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

Información

humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/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
 José Carmelo Murillo Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia
 Francisco A. Arias Isaza Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - Invenmar
 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

Asistencia editorial / Editorial assistance

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

Traducción / Translation

Donald Taphorn Universidad Nacional Experimental de los Llanos, Venezuela

Comité Científico - Editorial / Editorial Board

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

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

Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia

Corine Land Cover (CLC) methodology validation for the space temporary coverage determination: Mecha creek case (Cómbita, Boyacá), Colombia

Karen V. Suárez-Parra, Germán E. Cély-Reyes y Fabio E. Forero-Ulloa

Resumen

La metodología Corine Land Cover, es una metodología francesa adaptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) para Colombia; consiste en la evaluación de coberturas de la tierra mediante el uso de imágenes satelitales tipo Landsat. En esta investigación, se realizó la evaluación espacio temporal de coberturas de la microcuenca quebrada Mecha, cuenca del río La Vega, mediante el uso de imágenes Landsat 8, de los años 2014 y 2015, las cuales fueron ortorrectificadas, combinadas por el Software Erdas, cortadas según las firmas espectrales de las bandas seleccionadas en el programa ArcGis 10.0, y ajustadas con imágenes de Google Earth Pro, configurándose bajo el uso de la leyenda nacional de coberturas a escala 1: 100.000 propuesta por el Ideam. Se observó, que la vegetación de páramo está altamente fragmentada, con tendencia a la total desaparición, por el aumento de las áreas de cultivos y explotaciones mineras, deteriorando significativamente la capacidad hídrica de la quebrada que surte el acueducto del municipio de Oicatá. Se concluye que esta metodología se convierte en una herramienta altamente confiable para la determinación de cambios espaciotemporales de coberturas con el fin de ser la base para la toma de decisiones de protección y conservación.

Palabras clave. Cuenca del río Chicamocha. Georreferenciación. Sistema de información geográfica. Tendencia espacial.

Abstract

The Corine Land Cover methodology, is a french methodology adapted by the Agustin Codazzi Geography Institute (Igac) and the Hidrology, Meteorology and Enviromental Studies (Ideam) for Colombia and it is the assessment of land cover using Landsat satellite images. In this research, the space-temporary assessment of the watershed coverage of the Mecha creek in the Chicamocha river basin was done using Landsat 8 images, between 2014 and 2015, wich were orthorectified, combined using Erdas Software. These were also cut according to the spectral signatures of the selected bands in the ArcGis 10.0 program, and adjusted with images of Google Earth Pro and configured with the use of the National legend coverages at 1:100.000 proposed by Ideam. It was also observed that the páramo vegetation is highly fragmented, with a tendency to completely disappear, because of increasing agricultural areas and mining operations; significantly deteriorating the wáter capacity of the creek that supplies the aqueduct of the Municipality of Oicatá. It is concluded that this methodology becomes a hifhly reliable tool for determining spatio-temporal coverage changes in order to be the basis for the decisión-making related coverage in order to protection and conservation.

Key words. Chicamocha river basin. Georreferency. Geographic system information. Spatial tendency.

Introducción

La metodología Corine Land Cover (CLC) nació en Europa el 27 de junio de 1985, con el inicio del programa CORINE, “Coordinación de información de medio ambiente”, que es un proyecto de tipo experimental para recopilar, coordinar y homogeneizar la información del estado del medioambiente y los recursos naturales (Valencia y Anaya 2009), con el objetivo fundamental de recolectar datos de tipo numérico y geográfico para crear una base a escala 1:100.000 sobre el tipo de vegetación o cobertura a través de la interpretación de imágenes satelitales tipo Land Sat y Spot (Minambiente y Parques Nacionales Naturales s.f.). El requisito básico para implementar el programa es la existencia de cambios espectrales, que son detectados mediante el uso de sensores remotos; estos cambios son visiblemente percibidos en la comparación de dos imágenes tomadas en diferentes periodos de tiempo, y los resultados se presentan en forma de polígonos, líneas o puntos (Feranec *et al.* 2007). Estos resultados toman alta importancia científica, ambiental y política como base para el ordenamiento territorial, orientado a la toma de decisiones, la formulación de políticas de protección y conservación de los recursos naturales (Alva y León 2014).

La metodología CLC, que ha sido adaptada en toda Europa, llegó a Colombia y fue modificada y ajustada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y Cormagdalena, asesorados por expertos del Instituto Geográfico Nacional de Francia (IGNF). Estas entidades desarrollaron un proyecto piloto para la estandarización del sistema de clasificación y elaboraron la *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000* (Igac 2008); esta leyenda proporciona las características temáticas que el país requiere para el conocimiento de sus recursos naturales, para la evaluación de las formas de ocupación y la apropiación del espacio geográfico, así como la actualización de la información de la dinámica de las coberturas terrestres (Ideam 2010).

La Leyenda está construida en forma jerárquica e incluye los territorios artificializados, los territorios agrícolas, los bosques y las áreas seminaturales, las áreas húmedas y las superficies de agua. La clasificación jerárquica de las coberturas ofrece mayor consistencia debido a su habilidad de acomodar diferentes niveles de información, comenzando con clases generalizadas, y en cada nivel se comporta de forma excluyente, pues es necesaria la identificación puntual del tipo de vegetación que se requiere clasificar (Di Gregorio 2005).

Para tener claridad en los conceptos, el Igac (2013) define la cobertura del suelo como el aspecto morfológico y tangible de este, que comprende todos los elementos constitutivos del recubrimiento de la superficie terrestre, de origen natural o cultural, los cuales son observados y permiten ser medidos, con fotografías aéreas, imágenes de satélite u otros sensores remotos. Este concepto se relaciona íntimamente con lo que se conoce como uso de la tierra, que hace referencia a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas, a las actividades realizadas por el hombre sobre ellas, de forma parcial o permanente, con la intención de cambiarlas o preservarlas, para obtener productos y beneficios; por ejemplo, la minería, la agricultura, la pesca, etc.; así, en este vínculo radica la importancia de la correcta realización de esta metodología.

Como se ha notado, la escala 1:100.000, en la cual fue elaborada la metodología CLC, es una escala amplia, de tipo general, poco detallada, en la cual la información recopilada es bastante amplia y no permite convertirse en una base altamente confiable para la toma de decisiones de ordenamiento territorial o manejo de cuentas hidrográficas, lo cual sí es posible con el uso de cartografía e información recopilada a escalas 1:25000. La escala semidetallada corresponde a levantamientos realizados para generar información para proyectos de prefactibilidad para riego, drenaje, zonificación biofísica, planificación y ordenamiento del territorio a nivel municipal, con fines de planificación de ordenamiento territorial orientados a la nutrición de los Esquemas y Planes de Ordenamiento Territorial (Igac 2012).

En el año 2007, Parques Nacionales Naturales aplicó la metodología CLC, con la modificación de trabajo en escala semidetallada (1:25.000), para realizar mapas de coberturas de cuatro parques naturales del país, convirtiéndose entonces en el primer acercamiento al manejo de la metodología en escalas detalladas (Latorre y Corredor 2012); esto le permitió probar la validez de esta metodología en áreas altamente potenciales por su valor ambiental, contribuyendo de esta forma a la corrección de la adaptación propuesta en el 2010.

Según Corpocesar (2011), la metodología CLC escala 1:100.000 es la base fundamental para la ampliación de la información a la escala 1:25.000, permitiendo el aumento de la calidad de la información en áreas de hasta 6.25 ha, considerada esta la unidad mínima de muestreo en la escala semi-detallada, y con la cual se pueden comparar estadísticamente, con mayor confiabilidad, la homogeneidad y el cambio temporal de coberturas.

En la presente investigación se analizó la variabilidad de las coberturas vegetales de la microcuenca quebrada Mecha, mediante el uso de dos imágenes satelitales, correspondientes a junio de 2014 y febrero de 2015. El estudio hace parte del proyecto “Validación y ajuste de la metodología de delimitación de páramos, caso microcuenca quebrada Mecha, Cómbita-Boyacá”, desarrollado por el Grupo de Investigación en Desarrollo y Producción Agrícola Sostenible (Gipso), adscrito al programa de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. El objetivo principal es el reconocimiento del estado actual del área de páramo y demás áreas de la microcuenca, con el fin de generar una base científica para la toma de decisiones y la elaboración de planes de manejo y reconstrucción del tejido ambiental y demás aspectos que la comunidad considere pertinente.

Área de estudio

El área de estudio pertenece a la cuenca alta del río Chicamocha, componente de la hoya del río Magdalena. Los municipios de Motavita, Cómbita y Oicatá son regados por el río Chicamocha, conocido

popularmente en la región como el río Chulo, siendo afluentes de este las quebradas Cebolla, Aguablanca, Cómbita, Rosa Grande y Mecha; de esta última, el municipio de Oicatá abastece el acueducto que surte el centro del municipio (EOT OICATÁ 1999). La microcuenca nace en el municipio de Motavita, a los 3300 m s.n.m. a esa altura, se consideraría que la vegetación natural es de tipo bosque alto andino, sin embargo, se estima que en Colombia perduran menos del 10 % de los bosques andinos originales y menos del 5 % de los bosques alto andinos originales, los cuales se encuentran principalmente restringidos a fragmentos de diversos tamaños y grados de aislamiento (Alvear *et al.* 2010).

La microcuenca quebrada Mecha se encuentra ubicada en jurisdicción de los municipios de Motavita (vereda Salvial), Cómbita (vereda San Onofre) y Oicatá (vereda Poravita), y corresponde a la cuenca del río Chicamocha; cuenta con un área de 1102.52 ha y su sostenimiento pertenece al municipio de Cómbita, porque tiene el mayor territorio de ella. Los límites oficiales de la microcuenca se tomaron según la cartografía proporcionada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

En la figura 1 se muestra la localización de la microcuenca en el departamento de Boyacá. Figura a escala 1:100 000.

Material y métodos

La investigación se basó en los lineamientos propuestos por la metodología Corine Land Cover, en varias etapas:

1. Adquisición y preparación de imágenes satelitales tipo LADSAT 8 de los años 2014 y 2015, mediante el uso del sistema de información geográfica ArcGis 10.0. Estas fueron seleccionadas con características de poca nubosidad, fecha de captura conocida y que guardaran una distancia temporal mínima de seis meses entre ellas. El procesamiento digital de las imágenes (combinación de bandas, mejoramientos espectrales, corte, proyección) se realizó con el software ERDAS.

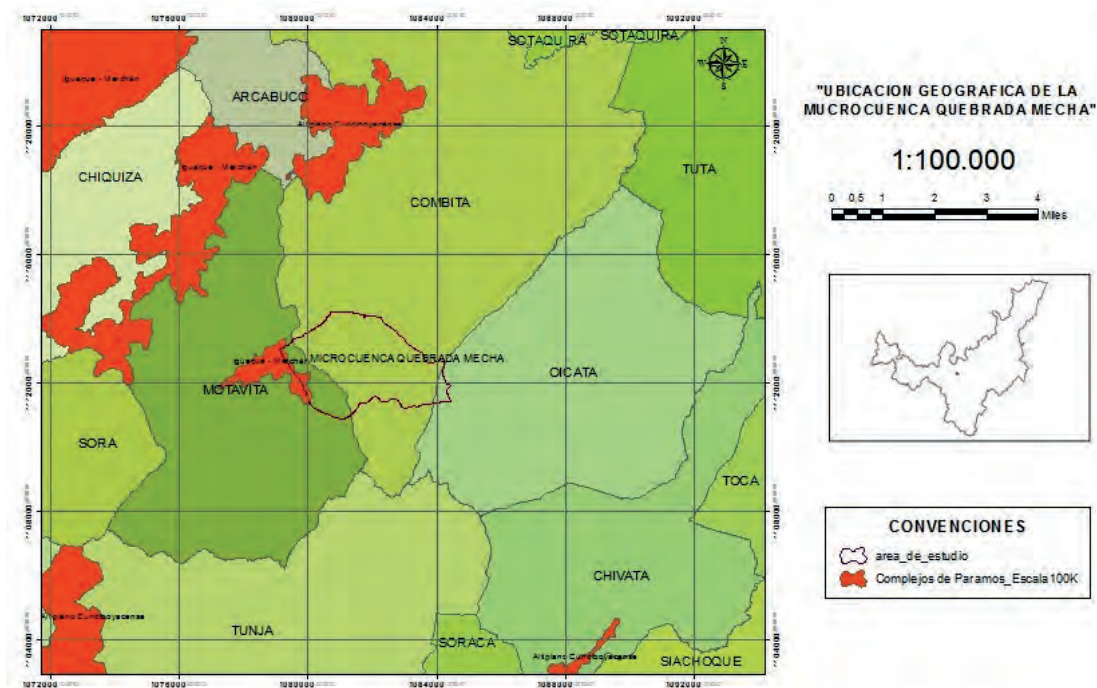


Figura 1. Ubicación de la microcuenca quebrada Mecha.

Las imágenes Landsat 8+ETM son un sistema compuesto de una plataforma de captura de información de dos sensores de observación terrestre: uno denominado Operational Land Imager (OLI) y otro el sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS), que recopilan la información de la superficie terrestre y permiten la entrega de ella bajo un sistema de coordenadas definido (Igac 2013).

- Los cortes de las imágenes de satélite fueron realizados según el mosaico de color que ofrecía la imagen, conformando así los polígonos que posteriormente fueron clasificados según la nomenclatura dada por la *Leyenda nacional de coberturas de la tierra*.
- La interpretación de las imágenes satelitales se apoyó en el uso de cartografía básica a escala 1:100.000 en formato digital de fuente Igac, SIAT y UPTC; además de imágenes provenientes de Google Earth 2014 y 2015, con el objetivo de confirmar lo observado en las imágenes satelitales descargadas de la USGS.
- Ortorrectificación. Para la orrorrectificación de las imágenes se tomaron puntos de control de terreno, los cuales son puntos fotoidentificables en las imágenes y cuya posición absoluta es conocida, tales como carreteras y construcciones; estos puntos sirvieron de guías para evaluar la georreferenciación de la imagen.
- Fotointerpretación. Para una mejor fotointerpretación, se realizaron visitas a campo, donde se tomaron fotografías de las diferentes coberturas y usos del suelo; con esta información se correlacionó el uso del suelo con las texturas observadas en las imágenes de Google Earth, para posteriormente interpretar y analizar lo observado en las imágenes Landsat y, de esta manera, vectorizar y delimitar las diferentes unidades de cobertura de suelo.
- Posteriormente, se realizó la clasificación de las coberturas con la *Leyenda nacional*, para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra de Colombia, escala 1:100.000, según la metodología Corine Land Cover adaptada para el país. Esta metodología tiene como propósito

realizar el inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la Tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y generar una base de datos geográfica.

La *Leyenda* brinda la directriz fundamental para realizar mapas de coberturas de la Tierra, y se puede adaptar a escalas regionales; presenta un catálogo de coberturas de tierra, que es una herramienta básica que permite a intérpretes y a otros usuarios orientarse sobre las características

fundamentales de las diferentes clases de coberturas que conforman la Leyenda validada para Colombia. El resumen de la metodología aplicada se muestra en la figura 2.

Resultados y discusión

Las coberturas se describen en la tabla 1 y las figuras 3 y 4. Destaca la cobertura de “mosaico de cultivos”, que ocupa el 70,83 % del área evaluada; seguida de “mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales” (Figura 5a), con un porcentaje de ocupación del 9,97 %,

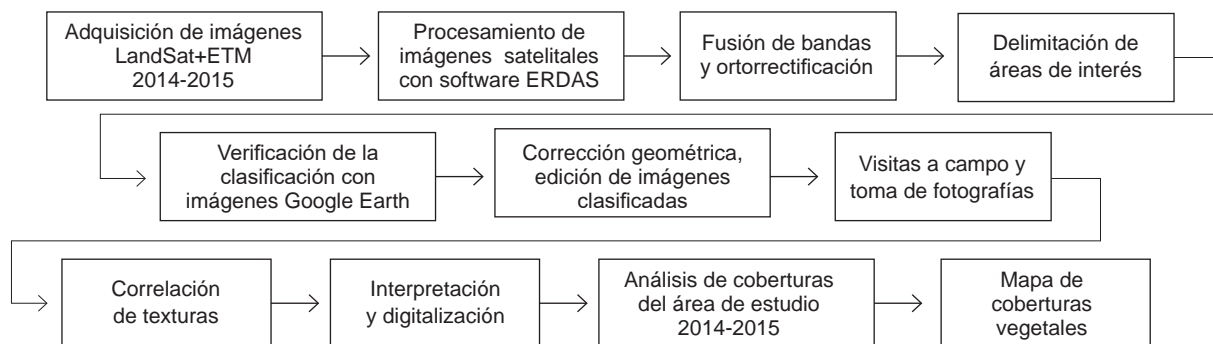


Figura 2. Resumen metodología Corine Land Cover utilizada para la investigación. Fuente: modificado de López (2010).

Tabla 1. Coberturas identificadas y áreas de ocupación en hectáreas y porcentaje de la microcuenca quebrada Mecha, años 2014 y 2015.

COBERTURA	2014		2015	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Tejido urbano discontinuo	7,02046	0,63669	5,96023	0,540537
Zonas industriales	3,73733	0,338941	4,30927	0,39081
Red vial, ferroviaria y otros	26,59556	2,411968	28,09831	2,548253
Zona de extracción minera	13,84329	1,255456	20,31621	1,842489
Papa	2,22385	0,201682	3,6686	0,332708
Mosaico de cultivos	785,532	71,240376	776,6752	70,43715
Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales	116,962713	10,607423	131,9852	11,96982
Bosque fragmentado	15,86176	1,438513	32,82263	2,976704
Bosque fragmentado con pastos	21,79534	1,976633	7,6881	0,697238
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	106,2041	9,631715	83,59033	7,580858
Cuerpos de agua artificiales	2,87353	0,260602	6,40716	0,581069
Cebada	0	0	1,12877	0,102369
TOTAL	1102,65	100	1102,65	100

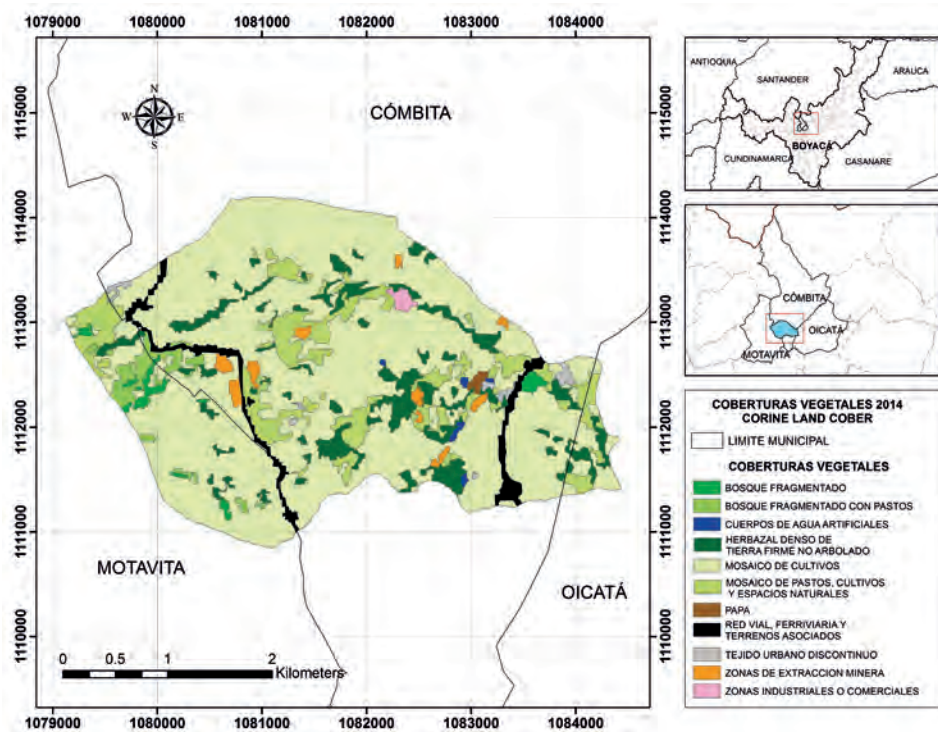


Figura 3. Coberturas vegetales de la microcuenca quebrada Mecha, año 2014. Fuente: autores.

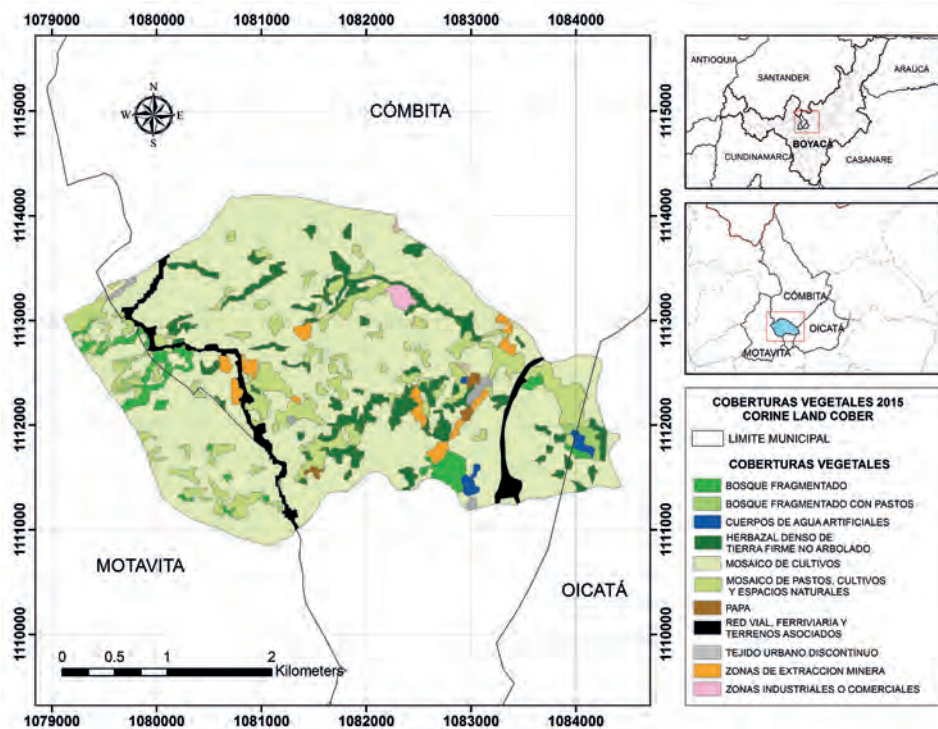


Figura 4. Coberturas vegetales de la microcuenca quebrada Mecha, año 2015. Fuente: autores.

y de “herbazal denso de tierra firme no arbolado” (Figura 5b), con un porcentaje de ocupación de 9,63 %. Las demás coberturas, correspondientes al 9,57 % restante del área, corresponden a bosques fragmentados con pastos, zonas viales y explotaciones mineras, que se encuentran en el municipio de Cómbita, por encima de los 3000 m s.n.m.

Por otro lado, se observan las coberturas para el año 2015 (Figura 4), en donde sobresalen el “mosaico de cultivos”, “mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales” y “herbazal denso de tierra firme no arbolado”, con porcentajes de 70,43 %, 11,96 % y 7,58 %, respectivamente. Se nota un aumento en la segunda, debido a la apertura de áreas para pastos, generando la fractura de la vegetación arbustiva, que lleva a la disminución del herbazal, considerado típico de áreas estratégicas de páramo.

Las distintas coberturas de bosque fragmentado y herbazal denso de tierra firme no arbolado han tenido un descenso significativo debido, principalmente, a que en los municipios del centro del departamento de Boyacá, en los cuales se encuentra ubicada la microcuenca, tradicionalmente se ha realizado tala indiscriminada de vegetación natural con el fin de ampliar el área disponible para cultivos y ganadería, que generalmente son poco intensivos y se reconocen como de subsistencia. Desde la mitad del siglo XX, la pérdida de material vegetal en la zona ha alcanzado cantidades alarmantes; el área superior a los 2800 m s. n.m. contaba con gran cantidad de unidades de

frailejón, que poco a poco fueron desapareciendo, debido al inicio de las explotaciones de areniscas que se venden como material de construcción; para Cleef (2013), estas actividades son consideradas los principales elementos de mayor transformación del ecosistema.

La tala de material vegetal de páramo no solo se realizaba con el fin de lograr expandir la frontera agrícola; además, la planta por excelencia de las áreas de páramo, el frailejón, se cortaba a mediados del mes de junio con el fin de que, por su alta materia seca, sirviera como material combustible para las tradicionales fogatas en las festividades del 7 de diciembre. Estas y demás actividades agrícolas, pecuarias y mineras han llevado a la pérdida de chuscales, frailejones, alisos, romasillos y de gran variedad de musgos, así como a la migración de animales exóticos, como osos de anteojos y cervatillos, que aún recuerdan algunos de los habitantes; es la consecuencia de lo que Cleef (2013) denomina “apertura del páramo en minifundios”.

Coberturas tales como las de extracción minera y red vial han aumentado en 6 ha, debido a la explotación del material que, como anteriormente se mencionó, se destina a para la gran cantidad de construcciones que actualmente se vienen desarrollando en la capital del departamento, y que por su cercanía a la capital no tiene un costo elevado. El aumento de la red vial se ha dado por la repavimentación y ampliación de la carretera que comunica a Tunja con Bucaramanga,

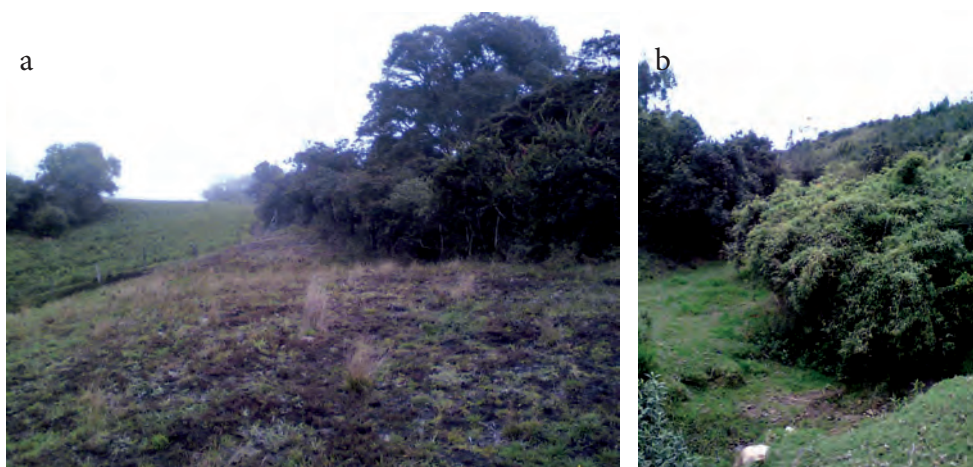


Figura 5. a) Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales. Microcuenca quebrada Mecha. b) Herbazal denso de tierra firme no arbolado. Microcuenca quebrada Mecha.

lo cual ha generado, también, la disminución del tejido urbano discontinuo, concentrándolo en construcciones generalmente habitacionales.

Con la destrucción del material vegetal en las partes altas de la microcuenca se ha generado una disminución en la cantidad de agua de escurrimiento hacia las partes más bajas, lo que ha motivado la apertura de pozos profundos y de represas, con el fin de captar agua para subsistencia, regadío de cultivos y como bebederos para animales. Es de anotar que, desde hace unos años, los habitantes del sector han enfrentado las diferentes situaciones adversas que ha traído esa pérdida de material vegetal de páramo; las campañas constantes de concientización, la disminución o, en ciertas temporadas, la pérdida total del caudal de la quebrada Mecha y de otras quebradas que surten los acueductos vecinales, han generado un cambio de conciencia en las personas, que ahora le apuestan a la conservación y recuperación del páramo.

El aumento del bosque fragmentado se debe, principalmente, a las labores de reforestación que ha venido adelantando el acueducto veredal de San Onofre, del municipio de Cómbita, ante las diferentes situaciones de escasez hídrica que se presenta principalmente en los primeros meses del año. Con la colaboración de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, de la comunidad afectada, de los usuarios y vecinos de sector, se han realizado las gestiones necesarias para la arborización del área de bosque de la microcuenca.

Las condiciones en las que actualmente se encuentra la microcuenca concuerdan con lo expresado por Vargas (2013), quien afirma que los ecosistemas sometidos a fuerte influencia humana, con regímenes de disturbios naturales y antrópicos actuantes en diferentes tipos de condiciones, ya sean topográficas, altitudinales, hídricas, nutricionales, de flora y fauna, generan lo que comúnmente se conoce como páramos antrópicos, resultado del proceso de paramización, que es definido como el cambio de uso de los ambientes de páramo por usos agrícolas, ganaderos, mineros y de servicios ambientales.

Comúnmente, se denomina páramo el ecosistema tropical ubicado a partir de los 3000 m s.n.m.;

recibe la luz solar todo el año, con una altísima cantidad y calidad de rayos solares, que permiten el desarrollo de una vegetación específica; además, son lugares estratégicos para la regulación hídrica, dada la ubicación y baja temperatura, al disminuir la evapotranspiración y retención de agua por la vegetación (Ortiz y Reyes 2009). Sin embargo, muchos autores afirman que la definición técnica de páramo es de alta complejidad, puesto que la definición debe abarcar no solo las funciones ecológicas, sino económicas, políticas y sociales; por esta razón, muchos autores proponen un concepto que se ajuste a cada una de las necesidades tal como lo realizó Hofstede (2002, citado por Sarmiento *et al.* 2013), quien lo define como “un ecosistema, un bioma, un paisaje, un área geográfica, una zona de vida, un espacio de producción, un símbolo, inclusive un estado de clima”.

El Código de Recursos Naturales y de Medio Ambiente, en la resolución 0769 de 2002, artículo 2, define el páramo como: “Ecosistema de alta montaña, ubicado entre el límite superior del bosque andino y, si se da el caso, con el límite inferior de los glaciares o nieves perpetuas, en el cual domina una vegetación herbácea y de pajonales, frecuentemente frailejones y pueden haber formaciones de bosques bajos y arbustivos y presentar humedales como los ríos, quebradas, arroyos, turberas, pantanos, lagos y lagunas [...] Los límites altitudinales varían entre las cordilleras debido a factores orográficos y climáticos locales. La intervención antrópica también ha sido un factor, de alteración en la distribución altitudinal del páramo, por lo cual se incluyen en esta definición los páramos alterados por el hombre”.

Para Morales y Estévez (2006), la frontera de páramo, dependiendo de las condiciones físicas, geológicas y sociales, se modifica de acuerdo con el grado de intensidad y frecuencia en la cual se presenta intervención antrópica, lo que dificulta la determinación del límite ecológico, por el establecimiento de cultivos agrícolas y la correspondiente pérdida del bosque Alto Andino. La ruptura del área de páramo con la acción minera de areniscas, en el caso de la quebrada Mecha, ha generado grandes daños ambientales, similares a los que se reportan en el páramo de Rabanal, que

ha tenido intervención por minería de carbón, la cual ha generado la pérdida de altísima cantidad de individuos de especies tipo pajonales y frailejones; las explotaciones mineras y la creación del espacio vial para el transporte de maquinaria para tal fin generan grandes limitaciones para el desarrollo natural de ciclos biológicos, que llevan a una extinción de fauna y flora natural. Para los departamentos de Boyacá y Cundinamarca se define como principal actividad de intervención y destrucción del páramo el cultivo de papa, eso sin mencionar los problemas erosivos en el suelo, como lo son los deslizamientos en masa, y la pérdida de la calidad del agua (PGN 2008).

Según Mojica y Nariño (2013), Cómbita hace parte del área carbonífera del corredor Tunja-Paipa-Duitama, donde el sinclinal Tunja-Paipa, con dirección suroeste-noreste, está asociado a una estructura geomorfológica tipo anticlinal y sinclinal, la cual está dividida en tres cuerpos o miembros: de base Inferior (110 m), Medio (210 m) y Superior (210 m). El miembro Medio contiene los carbones y está comprendido desde el manto pequeño hasta un banco de arenisca de grano medio, con un espesor de 30 m, que aflora en la mayor parte del área y que sirve como nivel guía; la unidad está compuesta por arcillolitas grises, intercaladas con areniscas de grano fino y hasta nueve mantos de carbón. El potencial del área es de 292 668 623 t, que comprende los recursos tipo carbón y arenisca.

Las condiciones de la microcuenca concuerdan con las expuestas por el Igac, Cormagdalena y el Ideam, cuando en 2008 se realizó el mapa de coberturas de la cuenca del Magdalena (de la cual hace parte la microcuenca quebrada Mecha), donde se determinó la predominancia de la cobertura de territorios agrícolas, con el 58 %; seguida por áreas de bosque y áreas seminaturales, con el 28,71 % y 19,52 %, y las explotaciones mineras, en un área de 27 119 383 ha (Ideam *et al.* 2008).

Para el 2011, el Ideam reporta que el 13 % de los páramos del país está dedicado a algún tipo de actividad agropecuaria, alcanzando hasta 108.667 ha en pastos y 8264 ha en cultivos transitorios, registrándose mayor intensidad en los departamentos de Santander y Boyacá.

En el estudio de la cuenca del Magdalena también se determina la vegetación de páramo, que en todo el estudio fue evaluada a partir de los 3000 m s.n.m., ocupando el 9,01 % del total del territorio, correspondiente a más de 701.816 ha (Ideam *et al.* 2008). El departamento de Boyacá cuenta con cinco complejos de páramos que se encuentran bajo la protección y jurisdicción de Parques Nacionales Naturales, con 441.441 ha, el 60 % de las cuales cuentan con alto grado de susceptibilidad al deterioro, debido a las explotaciones mineras, mosaicos de cultivos y pérdida continua del bosque natural denso (Morales *et al.* 2007).

Sarmiento (2013) reconoce las fluctuaciones que han tenido las coberturas de páramos en el país en los años 1985, 2000 y 2005 con valores de 1 213 180, 1 104 852 y 1 130 388 hectáreas respectivamente, reflejan la tasa de transformación de los ecosistemas de páramo; el aumento de la vegetación de páramo en los años 2000 y 2005, cercano a las 24.000 ha, puede corresponder a las acciones de entidades como Parques Nacionales Naturales (PNN), con los planes de reforestación y restablecimiento de áreas de páramo, tal y como se aprecia en los resultados de esta investigación, debido principalmente a que el área correspondiente al municipio de Motavita, es una célula del complejo de páramos Iguaque-Merchán, que actualmente protege PNN.

La vegetación de páramo desarrolla características para amortiguar o reducir condiciones de estrés evidentes a las estructuras morfológicas de algunas plantas presentan, esto, más las condiciones extremas de temperatura, convierten los ecosistemas de páramo en hidrosistemas reguladores de escorrentía, considerados por muchos autores *fábricas de agua*, debido a su efecto esponja y de regulación hídrica. Las áreas de páramo, entre los 2800 y 3000 m s.n.m., tienen un alto potencial productivo; sus suelos favorecen el crecimiento de diversos cultivos andinos, debido a su alta capacidad de retención de agua y a su estructura granular y su porosidad fina, así como a la alta radiación solar y el fácil manejo, lo cual distorsiona el equilibrio natural y la capacidad de agua retenida por la pérdida de las especies arbustivas típicas de bosque seco andino (Mora-Osejo 1995, citado por Díaz-Granados *et al.* 2005).

Las partes altas de las cuencas hidrográficas, literalmente, no producen agua, pero sí tienen un alto poder de captación, regulación y distribución hídrica, lo que va disminuyendo a medida que baja en altura sobre el nivel del mar, modificándose la capacidad de infiltración y almacenamiento y hasta la fertilidad, convirtiéndose las partes bajas en áreas más degradadas y de menor calidad hidrológica. En este sentido, la cobertura del suelo es considerada un mecanismo de regulación, y si, adicionalmente, se lastima abruptamente con la explotación minera, como es el caso de las areniscas en el área de estudio, los suelos pierden drásticamente y aceleradamente las magníficas propiedades hídricas, acelerando el colapso de su estructura ecosistémica (Condesan 2012).

La mayoría de los suelos del bosque alto andino son derivados de cenizas volcánicas y tienen altísimas cantidades de materia orgánica, lo cual les permite almacenar hasta 500 litros de agua en los primeros 50 cm del perfil; pero esta cantidad disminuye considerablemente con la alteración de la cobertura y la destrucción de la materia orgánica por los procesos productivos agropecuarios, sin ninguna clase de retribución o reemplazo posterior, generando la disminución del agua para las plantas y, por ende, la evapotranspiración (Tobón 2009).

A pesar de que los bosques andinos se presenten en áreas sobre los 3000 m s.n.m., consideradas marginales, generalmente, por factores climáticos, su destrucción, por las actividades antrópicas realizadas, tienen como efecto un incremento considerable en la escorrentía superficial, que aumenta la cantidad de sedimentos que llegan a las corrientes de agua, disminuyendo sus caudales hasta el punto de que desaparezcan (Bonell 2005).

Muchos autores reportan que, en sentido general, se ha encontrado que en cuencas deforestadas los caudales son altos durante los eventos de precipitación, pero cuando el evento termina el caudal disminuye considerablemente, y en algunas cuencas desaparece después de cierto período de tiempo sin lluvia. Este efecto parece aumentar su intensidad en la medida en que aumenta igualmente el tamaño del área deforestada (Bruijzeel 2004).

Con la evaluación de los resultados de la metodología CLC se busca, principalmente, valorar la transformación espacial de las coberturas de la tierra, enfocados a calcular el grado de transformación de los ecosistemas estratégicos (Rebollo 2013). La aplicación de la metodología CLC permite, en general, comparar las coberturas mediante análisis estadísticos de la información de las imágenes satelitales y la verificación en campo en pro de la comunicación y el enlace de información satelital a nivel mundial (Igac 2008).

En un sentido estricto, la validación de la metodología CLC debe siempre tener como objetivo fundamental alimentar el banco de información de coberturas vegetales nacionales, el cual es integrado al sistema internacional de información ambiental, con el fin de enlazar y mantener una información verídica que pueda ser convalidada y plasmada a través de documentos internacionales que soporten los estados actuales de las zonas con alto potencial ecológico, económico y social del planeta (Catalá *et al.* 2008).

Así mismo, la información obtenida por la metodología debe ser estrictamente revisada para garantizar su calidad y validez, debido a que es de gran valor para el análisis e interpretación de los cambios ocurridos y a que, posiblemente, se convierta en base para la elaboración de planes estratégicos de manejo u ordenamiento del territorio (Mas y Fernández 2003, Pontius y Lippitt 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior, y al ser considerada una etapa de vital importancia para verificar la confiabilidad de la metodología en la determinación de coberturas vegetales mediante el uso de imágenes satelitales, se realizó una visita de campo a diferentes puntos, elegidos según la cobertura determinada por CLC, en donde se observaron las coberturas descritas en la tabla 1 y las figuras 3 y 4.

El bosque denso, que es una de las coberturas de mayor interés, y que según CLC se encuentra en la parte alta de la microcuenca, se pudo observar en la visita de campo; la gran variedad de vegetación considerada de bosque alto andino (Figura 6) que se encontró es tan densa que dificulta el ingreso del personal para obtener información acerca de la vegetación interna



Figura 6. Fotografía del bosque denso encontrado en la visita de verificación de la metodología CLC, en la microcuenca quebrada Mecha.

de este ecosistema, como los musgos. En la figura 7 se puede observar cómo la actividad humana, tipo agrícola, ha intervenido el área del bosque alto andino, generalmente con la producción de papa.

Una de las etapas más importantes de la metodología es la verificación de la información; esta permitió ver la magnitud de las explotaciones mineras de areniscas, ubicadas en la parte alta de la microcuenca, por encima de los 3000 m s.n.m., según la oficina de planeación del municipio. Las explotaciones mineras han disminuido por diversas causas legales, pero han dejado sus huellas en el ecosistema, tal como se puede observar en la figura 8.

En la etapa de verificación se pudo concluir que el 98 % de las coberturas determinadas por CLC se presentaban en el momento de la visita de campo, especialmente, los cultivos que se describieron en la tabla 1. En la figura 9 se muestra el típico mosaico de cultivos, acompañado de herbazal denso de tierra firme no arbolado, característico de la zona de estudio, y parte de la red vial que comunica a Tunja con Bucaramanga; red que está descrita y



Figura 7. Área de bosque denso con disturbios por agricultura en la microcuenca quebrada Mecha.



Figura 8. Explotación minera de areniscas en la microcuenca quebrada Mecha, ubicada por encima de los 3000 m s.n.m.



Figura 9. Mosaico de cultivos, herbazal denso de tierra firme no arbolado y redes viales, pertenecientes a la microcuenca quebrada Mecha.

detectada por CLC. El 2 % restante de las coberturas encontradas en la visita de campo correspondieron a los cultivos de papa y cebada, de los cuales, al momento de la caracterización por CLC, no fue posible la identificación de su etapa fenológica, pues no se logró obtener un resultado visible en el punto de observación seleccionado, debido a que, en ese momento, las labores de cosecha de los productos ya se habían realizado y los lotes ya se encontraban en pastos para ganadería.

Lo descrito en este texto concuerda con lo planteado por Rebollo (2013), quien afirma que con la validación y aplicación de la metodología CLC se obtiene información fundamental para la determinación de cambios multitemporales, de forma veraz y oportuna, de la calidad ecológica de los páramos mediante el uso de imágenes satelitales, cuyo contenido ha de ser estrictamente cotejado con las condiciones naturales, mediante la etapa de campo, en donde se corrigen los datos, permitiendo así un refinamiento de la calidad de la información.

Muchos casos de aplicación de la CLC en diferentes áreas geográficas de Colombia han sido reportados; uno de ellos en el 2011, en el Parque Natural Los Flamencos, ubicado en el departamento de la Guajira, que utilizó imágenes satelitales del USGS para determinar las coberturas de los años 1987 y 2007; los investigadores tomaron de referencia material previamente trabajado en escalas generales 1:100.000, que permite tener un visión amplia de las condiciones del territorio; sin embargo, la escala general se ha convertido en una escala muy grande para determinar áreas específicas con el fin de tomar decisiones de tipo protector, productor o político (Corredor *et al.* 2011).

La importancia de la metodología CLC va más allá del uso de herramientas satelitales; la capacitación del personal que desarrolle este trabajo para el uso adecuado de bandas espectrales y la identificación de texturas, tonos, tamaños y patrones, entre otras características, convierten la CLC en una herramienta confiable, acercándose a un 85 % de confiabilidad, para que pueda cumplir con el objetivo principal de toma de decisiones (USAID Colombia 2012).

Actualmente, la CLC es una metodología casi obligatoria para el desarrollo de diversos proyectos y actividades de ordenamiento territorial; de hecho, instituciones como el Instituto Alexander von Humboldt la enlista dentro de las actividades obligatorias para la delimitación de páramos en Colombia, a pesar de manejarla en escala 1:100.000, debido a que la cartografía de páramos que ofrece este instituto se encuentra, principalmente, en esta escala (Cortez-Duque y Sarmiento 2013). El detalle de la cartografía ha sido uno de los esfuerzos que se han venido haciendo para que está tengan mayor utilidad, realizando, a partir de los parámetros de CLC a la escala original, una modificación o adaptación a escalas más detalladas, que han sido plasmados en los trabajos realizados por la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas), que aplicó la metodología con base en imágenes tipo Spot del año 2010; por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder), con imágenes RapidEye a escala 1:25.000, para los años 2010 y 2011, y por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), que en convenio con entidades regionales del departamento del Quindío presentó, para el 2011, el Mapa de coberturas del departamento del Quindío a escala 1:10.000, obtenido a partir de fotografías aéreas en color de alta resolución (USAID Colombia 2012).

Conclusiones

La microcuenca quebrada Mecha muestra una modificación en coberturas, siendo más significativa la disminución del área de bosque denso, con el aumento de los mosaicos de cultivos y áreas de pastoreo, lo cual ha contribuido a la desaparición abrupta de la vegetación típica de páramo.

La pérdida de bosque denso o bosque alto andino o vegetación de páramo tiene un efecto negativo y disminuye considerablemente las características hidrológicas de la microcuenca, dada la disminución en el poder de captación, regulación y distribución hídrica, que lleva a la disminución de los caudales de la quebrada que surte el acueducto del municipio de Oicatá, Boyacá.

A nivel general, la metodología sirve para definir los cambios de cobertura de la tierra, y refleja el

grado de alteración, vulnerabilidad y deterioro de las cualidades del territorio; se convierte así en una herramienta altamente confiable para la evaluación del uso del suelo, con el fin de tomar decisiones para el manejo y la conservación.

La metodología Corine Land Cover debe ajustarse para la evaluación de coberturas a escalas más detalladas, con el fin de mejorar y permitir mayores especificaciones de las coberturas analizadas.

La validación de la metodología es una etapa fundamental que no debe evadirse por ningún motivo, debido a que confirma y da confianza a la información presentada por las imágenes satelitales y la certeza de la metodología.

Agradecimientos

Los autores, expresan sus agradecimientos a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por el apoyo a la realización de esta investigación.

Bibliografía

- Alva, M. y A. León. 2014. Diseño e implementación de un catálogo de objetos geográficos para la cobertura de la tierra usando leyenda Corine Land Cover, para el departamento de Ancash. Pp: 1-8. *En: Memorias XVI Simposio internacional Selper 2014, Sociedad latinoamericana en percepción remota y sistemas de información espacial Capítulo Colombia. Medellín.*
- Alvear, M., P. Franco-Roselli y J. Betancur. 2010. Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los nevados de la cordillera Central Colombiana. *Revista Botánica Florística* 32: 39-63.
- Bonell, M. 2005. Runoff generation in tropical forest. Pp: 314-406. *En: Bornell. M. y L. A. Zell (Ed.). Forest water-people in the humid tropics past, present and future hidrological research for integrated land and water Management. Cambridge University press, Cambridge.*
- Bruijnzeel, L. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing to soil of the trees. *Agriculture Ecosystems and Environmental*. 104 pp.
- Catalá, R., J. Bosque y W. Plata. 2008. Análisis de posibles errores en la base de datos de Corine Land Cover (1990-2000) en la comunidad de Madrid. *Estudios Geográficos* 69 (264): 81-104.
- Condesan. 2012. Ecosistemas alto andinos, cuencas y regulación hídrica. Área de cuencas andinas. Condesan, 2 pp.
- Corpocesar. 2011. Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos en la cuenca media y baja del río Cesar. Valledupar. Universidad del Atlántico, Corpocesar Barranquilla, Colombia. 23 pp.
- Corredor, L., E. Cárdenas y J. Ordoñez. 2011. Aplicación de la metodología Corine Land Cover en la determinación de los cambios de cobertura en el parque natural los Flamencos. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Universidad Militar Nueva Granada* 21 (2): 153-167.
- Cortez-Duque, J y C. Sarmiento. 2013. Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana. Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de Páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., 252 pp.
- Díaz-Granados, M. A., J. Navarret y T. Suarez. 2005. Páramos, hidrosistemas sensibles. *Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes* 22: 64-75.
- Di Gregorio, A. 2005. Sistemas de Clasificación de la cobertura de la tierra. Conceptos de clasificación y manual para el usuario. FAO, Roma. 226 pp.
- EOT Oicatá. 1999. Esquema de Ordenamiento Territorial, Análisis y síntesis territorial. Oicatá. 64 pp.
- Feranec, L., G. Hazeu., S. Christensen y G. Jaffran. 2007. Corine Land Cover change detection in Europe (Case studies of Netherlands and Slovakia). *Science Direct* 24: 234-247.
- Foro Nacional Ambiental. 2012. La regulación ambiental y social de la minería en Colombia, comentarios al proyecto de ley de reforma al código de minas. Bogotá D.C. 16 pp.
- Ideam, IGAC y Cormagdalena. 2008. Mapa de Coberturas de la Tierra, cuenca Magdalena - Cauca, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena). Bogotá D.C., Colombia. 200 pp.
- Ideam. 2010. Leyenda Nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover para Colombia, Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia. 72 pp.
- Ideam, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Sinchi, UAESPNN e Igac. 2011. Mapa nacional de coberturas de la tierra a escala 1:100.000, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, Base de Datos en formato Geodatabase, Convenio Especial de Cooperación Ideam. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Sinchi, UAESPNN, Igac. Bogotá D.C. 219 pp.

- Igac. 2008. Mapa de coberturas de la tierra cuenca Magdalena - Cauca metodología Corine Land Cover para Colombia escala 1:100.000. ONF Internacional. 24 pp.
- Igac. 2010. Guía explicativa de la temática de cobertura y uso del suelo. Igac. Bogotá D.C., Colombia. 5 pp.
- Igac. 2012. Estudio semidetallado de suelos en las áreas planas de 14 municipios de la Sabana de Bogotá y en un municipio del valle del río Magdalena, departamento de Cundinamarca. Igac. Bogotá D.C. 47 pp.
- Igac. 2013. Descripción y corrección de productos Land Sat 8 LDCM (Land Sat 8 LDCM), (Land Sat Community Mission) Versión 1.0. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.C., Colombia. 46 pp.
- Latorre, J. y L. Corredor. 2012. Monitoreo satelital de las coberturas de la Tierra para la caracterización de indicadores de estado y precisión en los Parques Nacionales Naturales de Colombia (Línea base 2000-2002). 10 pp.
- López, A. 2010. Estimación de conflictos de uso de la tierra por dinámica de cultivos de palma africana usando sensores remotos, caso departamento del Cesar. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín, Colombia. 79 pp.
- Mas, J. y T. Fernández. 2003. Una evaluación cuantitativa de los errores en el monitoreo de cambios de cobertura por comparación de mapas. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM* 51: 73-87.
- MinAmbiente y Parques Nacionales Naturales. Sin fecha. Adopción de la metodología Corine Land Cover para la Caracterización de coberturas de la tierra a escala 1:100 000 en las áreas de Sistemas de Parques Nacionales Naturales de Colombia. 20 pp.
- MinAmbiente. 2014. Guía temática para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS, Anexo A, Diagnóstico. Bogotá D.C., Colombia. 112 pp.
- Mojica, L. y J. Mariño. 2013. Estado de la exploración y posibilidades de gas asociado al carbón (GAC), en Boyacá Colombia. *Boletín de Geología* 35 (2): 10.
- Morales, J. y J. Estévez. 2006. ¿El páramo, un ecosistema en vía de extinción? *Revista Luna Azul* 22: 39-51.
- Morales, M., J. Otero, T. van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodriguez, J. Betancourth, E. Olaya, E. Posada y L. Cadena. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 208 pp.
- Ortiz, L y A. Reyes. 2009. Páramos en Colombia. Un ecosistema vulnerable. Observatorio grupo de estudios en economía política y medio ambiente, Universidad Sergio Arboleda. Bogotá D.C., Colombia. 9 pp.
- Pontius, J. R. y C. Lippit. 2006. Can error explain map differences over time? *Cartography and Geographic Information Science* 33 (2): 159-171.
- Procuraduría General de la Nación. 2008. Situación de páramos en Colombia, frente a la actividad antrópica y el cambio climático, Informe preventivo. Procuraduría general de la nación, Procuraduría delegada para asuntos ambientales y agrarios. Bogotá D.C., Colombia. 112 pp.
- Rebollo, M. 2013. Estudio multitemporal para la determinación de cambios en el uso del suelo en el complejo de páramos Tota-Bijagual-Mamapacha. Ingeniería forestal, profesional de proyectos. Bogotá D.C., Colombia. 20 pp.
- Sarmiento, C., C. Cadena, M. Sarmiento, J. Zapata y O. León. 2013. Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia, Actualización de la cartográfica de los complejos de páramos a escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 46 pp.
- Tobón, C. 2009. Los bosques andinos y el agua. Serie de investigación y sistematización número 4. Programa regional Ecobona- Intercoperation, Condesan, Quito. 922 pp.
- USAID COLOMBIA. 2012. Informe final actividad 4.1 A) “Definición del estado de conservación de los ecosistemas para recategorización y declaratoria de las áreas protegidas en el ámbito regional (áreas seleccionadas por la UAESPNN)”. B) “Identificación de vacíos y definición de prioridades de conservación”, Actividad 4.1. C) “Documento de categorías de áreas protegidas, programa de política pública de Colombia (PPP). 189 pp.
- Valencia, G. y J. Anaya. 2009. Implementación de la metodología Corine Land Cover con imágenes Ikonos. *Revista de Ingeniería Universidad de Medellín* 8 (15): 39-52.
- Vargas, O. 2013. Distribución de los páramos Andinos. Pp: 39-57. En: Cortez-Duque, J., Sarmiento, O. Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña Colombiana: Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de los Páramos. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.

Karen Victoria Suárez-Parra
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Grupo de Investigación Gipso
vickoaf@gmail.com

Germán Eduardo Cély-Reyes
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Facultad Ciencias Agropecuarias,
Grupo de Investigación Gipso
german.cely@uptc.edu.co

Fabio Emilio Forero-Ulloa
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Facultad Ciencias Agropecuarias,
Grupo de Investigación Gipso
fabio.forero@uptc.edu.co

Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia.

Cítese como: Suárez-Parra, K. V., G. E. Cély-Reyes y F. E. Forero-Ulloa. 2016. Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 1-15. DOI: 10.21068/C2016v17r01a01

Recibido: 19 de agosto de 2015

Aprobado: 5 de agosto de 2016

Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela

Methods of participative monitoring of ecological restoration by primary school students in cacao plantations in Mérida, Venezuela

Marina Mazón, Dionys Sánchez, Francisco A. Díaz y Juan C. Gaviria

Resumen

La restauración ecológica asociada a fincas de cacao se presenta como una oportunidad para compaginar la agricultura y la conservación de la biodiversidad, pero un buen proyecto de restauración debe llevar incluido un programa de monitoreo. Involucrar a la comunidad en dichos programas permite la concienciación de la sociedad hacia los problemas ambientales y su participación activa en la resolución de los mismos, y puede propiciar la continuidad a largo plazo del monitoreo. En el marco de un proyecto de restauración ecológica en fincas de cacao del estado Mérida (Venezuela) para aumentar la biodiversidad de la finca, se realizó una experiencia piloto con un grupo de estudiantes entre nueve y 12 años para evaluar los cambios en la biodiversidad del ecosistema, aplicable en un programa de monitoreo de la restauración ecológica. Se escogieron ocho especies de himenópteros parasitoides de fácil reconocimiento como grupo indicador. Los estudiantes participaron en el montaje de las trampas para la captura de insectos, en la recolección del material y en la identificación de los indicadores. La experiencia generada en este proyecto permitió aportar recomendaciones de cara a la realización de un protocolo de monitoreo de la restauración ecológica con participación de escuelas rurales de educación primaria.

Palabras clave. Agroecosistema. Biodiversidad. Educación primaria. Himenópteros parasitoides. Sur del Lago de Maracaibo.

Abstract

The ecological restoration of cacao plantations represents a chance for combining agriculture with biodiversity conservation. However, the success of a restoration project must be evaluated by a monitoring program. Involving the community in these programs promotes the environmental awareness of society and its active participation in the resolution of environmental problems, and it might promote the long-term monitoring. As a part of an ecological restoration project in cacao farms of Mérida state (Venezuela) aimed to increase the biodiversity, an experimental activity with students aged 9-12 was done to evaluate the changes in biodiversity that may be incorporated to a monitoring program of ecological restoration. Eight species of easily recognizable parasitoid Hymenoptera were selected as indicator group. The students participated on traps assembly, on collecting material and on identification of indicator species. The experience obtained from this project gave some advices for the implementation of a monitoring protocol of ecological restoration with participation of rural primary schools.

Key words. Agroecosystem. Biodiversity. Parasitoid Hymenoptera. Primary school. South of Maracaibo Lake.

Introducción

La deforestación acaba con casi 300.000 ha de bosque nativo cada año en Venezuela (Lozada 2009). Aunque la mayor parte de esta deforestación viene de las grandes empresas (Butler y Laurence 2008), hay un avance silencioso pero crítico que poco a poco consume bosques y selvas: la transformación de áreas boscosas para la agricultura o la ganadería.

El cacao ha sido considerado tradicionalmente como un cultivo ecológico, gracias a la presencia de un estrato de árboles de sombra que aporta una mayor diversidad a la finca (Rice y Greenberg 2000). Sin embargo, hay una tendencia de carácter mundial hacia la simplificación de estos agroecosistemas, e incluso a la sustitución de las variedades criollas de cacao, de mayor calidad, por variedades forasteras tolerantes al sol (Ruf 2011).

La restauración ecológica se presenta como una herramienta oportuna para aumentar la diversidad, tanto florística como faunística, en este tipo de fincas, en un esfuerzo por compaginar el desarrollo agrícola de la región con la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, es fundamental evaluar periódicamente el éxito de la restauración ecológica, de modo que puedan corregirse errores potenciales mediante el manejo adaptativo (Palmer *et al.* 2007). La planificación de estrategias de monitoreo a corto y largo plazo debe ser parte de los proyectos de restauración ecológica, donde se mida la evolución de variables ambientales a lo largo del tiempo. No obstante, pocos proyectos de restauración incluyen protocolos adecuados de monitoreo, en muchos casos por la limitación de los presupuestos (Bernhardt *et al.* 2007). Involucrar a la comunidad en estos protocolos permite estimular su interés en la conservación ambiental (Harvey *et al.* 2003), e incluso puede ser un primer paso para garantizar el monitoreo a largo plazo (Brazeiro *et al.* 2014).

Evans y Guariguata (2008) definen el monitoreo participativo como aquellas actividades de monitoreo “que suponen la participación de personas locales que no cuentan con capacitación profesional especializada y que tienen distinto grado de conocimiento, experiencia, roles sociales e intereses”.

Esta metodología de inclusión comunitaria ha sido aplicada con distintas finalidades, como el monitoreo de la biodiversidad (Harvey *et al.* 2003, Mejía-Correa 2014) o el manejo forestal (véase una recopilación de experiencias en Evans y Guariguata 2008), lo que permite a las comunidades locales gestionar sus recursos naturales (Asare y Asare 2008, Druschke y Hychka 2015). El monitoreo participativo de la recuperación de los ecosistemas ha sido aplicado en varios proyectos, en especial en proyectos asociados a recuperación de humedales (Kadoya y Washitani 2007, Perdomo 2010, Brazeiro *et al.* 2014). Sin embargo, y a pesar de su potencial didáctico, los niños y adolescentes rara vez han sido incluidos en este tipo de monitoreo (Calle *et al.* 2008).

Como parte de un proyecto para el desarrollo sustentable del cacao en Venezuela, se inició en 2009 un proceso de restauración ecológica asociada a cultivos de cacao (Gutiérrez *et al.* 2011). El objetivo de dicho proyecto era aumentar la biodiversidad de la finca sin sacrificar la producción de cacao, para lo cual se diseñó un plan consensuado con los actores involucrados (obreros, administradores, gestores e investigadores), donde la estrategia a seguir era crear una red de micro-corredores en los drenajes naturales de la finca, de forma que conectaran los relictos de bosque húmedo tropical que quedaban intactos dentro de la plantación. Como parte de la vertiente educativa del proyecto, se diseñó un programa experimental de inclusión de la comunidad en las actividades de monitoreo de la restauración. Se consideró involucrar escuelas de educación primaria como una estrategia para crear un primer contacto con la comunidad, ya que los niños y jóvenes muestran un mayor interés por aprender y participar, y en ellos está la decisión de conservar el medio ambiente en el futuro. Se estableció un programa piloto de monitoreo de insectos indicadores que permitiera a los estudiantes establecer una conexión entre los componentes florístico y faunístico del ecosistema. Los objetivos de esta experiencia fueron: 1) evaluar la capacidad de estudiantes de primaria en la obtención de datos científicos aplicables en el monitoreo de la restauración ecológica, 2) involucrar a la comunidad en la problemática ambiental de la región y 3)

proporcionar herramientas educativas para la incursión de las escuelas en la investigación científica.

En el presente trabajo se presenta la metodología empleada en este proyecto piloto para involucrar a las escuelas en los monitoreos de la restauración ecológica, así como algunas recomendaciones que surgen de esta experiencia.

Metodología

Área de estudio

El estudio se realizó en la región del Sur del Lago de Maracaibo, concretamente en dos fincas de cacao contiguas situadas en el sector Río Frío, municipio Caracciolo Parra y Olmedo, estado Mérida (Venezuela), en las coordenadas UTM 246.000-982.250 y 243.000-982.250 (Figura 1). Ambas fincas difieren en el tipo de manejo, el cual está asociado a la forma en que se estableció cada plantación: la finca El Pedregal, de 120 ha, es un cultivo agroforestal de cacao asociado a árboles plantados, por lo que lleva asociada una baja diversidad (Figura 2A). Por otra parte, la finca San Juan, de 60 ha, es un cultivo agroforestal de cacao asociado a árboles nativos, donde se mantuvo parte del bosque secundario y por tanto cuenta con una mayor diversidad florística (Figura 2B). La finca El Pedregal es la que fue

sometida al proceso de restauración ecológica (Figura 3), mientras que la finca San Juan, la cual podría ser incluida dentro de la categoría de sistema agroforestal complejo (Ruf 2011) o de cabruca (Cassano *et al.* 2009), se consideró como el ecosistema de referencia al cual aspirar. Para un mayor detalle de la vegetación asociada a cada finca, véase Barrios *et al.* (2012).

Selección de los grupos indicadores a monitorear

Para realizar el seguimiento del avance de la restauración ecológica se escogió el grupo de los Hymenoptera parasitoides, ya que al situarse en el tercer o incluso cuarto nivel en la cadena trófica, son especialmente sensibles a cambios en el ecosistema (LaSalle y Gauld 1993) y pueden representar la diversidad de otros taxones (Anderson *et al.* 2011).

Se realizó un estudio previo para conocer la diversidad de dicho grupo en las fincas de cacao. Se llevaron a cabo cuatro muestreos entre enero y julio de 2009, para lo cual se colocó una trampa Malaise tipo Townes (1972) (Figura 4) en cada finca. Del material colectado, se separaron siete familias de Hymenoptera parasitoides: Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae, Eucharitidae, Evaniidae, Scelionidae y Rhopalosomatidae, los cuales fueron identificados hasta género o especie.



Figura 1. Ubicación del área de estudio.



Figura 2. Fincas de cacao donde se realizó el estudio. A) Finca El Pedregal, B) finca San Juan.



Figura 3. Proceso de restauración llevado a cabo en la finca El Pedregal: regeneración a los tres meses (A) y a los 15 meses (B), tras la supresión del desbroce manual y químico.

Se seleccionaron 8 especies (Tabla 1, Anexo 1) para su uso en la experiencia piloto de monitoreo participativo, siguiendo los siguientes criterios: a) que estuvieran presentes con distinta abundancia en ambas fincas, b) que fueran fácilmente reconocibles por no especialistas en taxonomía de Hymenoptera y c) que fueran identificables a simple vista, sin necesidad de una lupa estereoscópica. Para cada especie se confeccionó una ficha (Anexo 2) donde se incluyó el nombre científico, una foto, una breve descripción de los principales caracteres identificativos (Tabla 1) y algunos datos de la biología de la familia.

Metodología de trabajo para el monitoreo participativo

La experiencia se llevó a cabo con escuelas rurales de primaria próximas a las fincas de cacao, en dos

años consecutivos: 2010 y 2011. En el primer año, se implicaron tres unidades educativas básicas (U.E.B.): Río Frío, Tesoro Arriba y Fundo San Benito. En el segundo año, se trabajó con las U.E.B. Caño de la Yuca, El Silencio y Las Delicias. Se seleccionaron estas escuelas precisamente por su proximidad y por formar parte de un contexto agrícola con una larga tradición de cacaocultura, de modo que estuvieran familiarizados con el tipo de agroecosistema con el que se iba a trabajar. Para la participación de los estudiantes en el monitoreo de la restauración se diseñó un programa con un componente teórico y uno práctico; el programa fue el mismo para los dos años del estudio. En el componente teórico, se dieron los conceptos básicos sobre los ecosistemas, la biodiversidad y la restauración ecológica como una herramienta para recuperar un ecosistema dañado. También se explicaron las consecuencias

de la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad. Por último, el componente teórico incluyó un apartado sobre los insectos, su papel en el ecosistema y la metodología que se emplea para su estudio. Este componente fue impartido en primera sesión, y participaron todos los docentes y alumnos de las tres escuelas piloto.

Para el componente práctico, los docentes seleccionaron cinco estudiantes entre nueve y 12 años de edad por escuela, quienes se desplazaron a las fincas. En este componente se incluyó tanto la metodología para la captura, montaje y conservación de insectos como la correspondiente al proceso de monitoreo.

Captura, montaje y conservación de insectos.

Los estudiantes aprendieron el uso de dos tipos de métodos de captura: la captura directa mediante manga entomológica y la captura indirecta mediante una trampa de intercepción, en este caso la trampa Malaise. En una jornada de campo, los estudiantes pusieron en práctica los dos tipos de metodologías. El material que colectaron con la manga entomológica se observó directamente y a continuación se liberó. Por otra parte, las trampas Malaise se montaron y se dejaron por un periodo de dos semanas, durante el cual los insectos que fueron capturados por la trampa estuvieron conservados en un frasco con alcohol al 70%. Transcurrido dicho periodo, el material capturado fue observado y seleccionado en una segunda jornada de campo, siguiendo la metodología empleada para el monitoreo que se explica más adelante. En la misma jornada, parte del



Figura 4. Trampa Malaise empleada para la captura de Hymenoptera parasitoides.

material colectado se empleó para que los estudiantes aprendieran las técnicas de montaje de insectos con alfileres entomológicos, tanto el montaje directo (atravesados por el alfiler) como indirecto (pegados sobre un triángulo de cartulina). Finalmente, se les dio instrucciones para que pudieran elaborar una sencilla caja entomológica a partir de cajas de cartón usadas.

Tabla 1. Especies de Hymenoptera parasitoides utilizados como indicadores de diversidad, con una breve descripción de los caracteres identificativos.

Familia	Especie	Caracteres identificativos
Ichneumonidae	<i>Eiphosoma</i> sp.	Abdomen muy largo y delgado, hembra con ovipositor largo, coloración negra y amarilla.
Ichneumonidae	<i>Delopia</i> sp.	Abdomen largo y delgado, hembra con ovipositor corto, coloración roja y negra.
Chalcididae	<i>Conura</i> sp.	Patas traseras con el fémur hinchado y espinado, coloración amarilla.
Rhopalosomatidae	<i>Olixon</i> sp.	Hembra con alas muy reducidas, coloración amarilla.
Scelionidae	<i>Macroteleia</i> sp.	Abdomen muy largo y recto, aproximadamente de la misma anchura que el tórax, coloración negra.
Braconidae	Subfamilia Agathidinae	Alas oscurecidas a franjas, hembra con ovipositor muy largo, coloración roja y negra.
Evaniidae	<i>Evaniella</i> sp.	Peciolo inserto en la parte alta del tórax, antenas con franja blanca, coloración roja y negra.
Eucharitidae	<i>Kapala</i> sp.	Machos con antenas palmeadas, peciolo largo y delgado, coloración negra.

Monitoreo participativo de la restauración ecológica usando himenópteros parasitoides como indicadores. Para realizar el monitoreo se muestrearon las dos fincas de cacao mencionadas anteriormente: El Pedregal (agro-ecosistema en proceso de restauración) y San Juan (agroecosistema de referencia). Mediante el proceso de restauración ecológica se busca alcanzar unas condiciones de diversidad comparables al agroecosistema de referencia.

En primer lugar, los estudiantes conocieron las dos fincas, y se les pidió que describieran las diferencias que encontraban entre ellas. Basándose en dichas diferencias, se estableció una hipótesis de investigación: donde hay una mayor diversidad de plantas también habrá una mayor diversidad de insectos. A continuación, se colocaron las trampas Malaise, una en cada finca. Pasadas dos semanas, se recogieron las muestras colectadas por cada trampa. Los estudiantes y los docentes se dividieron en dos grupos y a cada uno se le entregó la muestra correspondiente a una de las trampas, así como una tabla de datos que debían completar (Tabla 2) y las fichas de las especies indicadoras. Cada grupo debía de identificar a simple vista en la muestra, depositada en una bandeja plástica, las distintas especies indicadoras que se mostraban en las fichas explicativas (Figura 5). Para ayudarles a reconocerlas, también se aportaron algunos ejemplares de dichas especies ya montados. Una vez observadas las dos muestras e identificadas las especies, los resultados de los dos grupos se pusieron en común y se discutieron en relación a la hipótesis de partida.



Figura 5. Empleo de las fichas explicativas para el reconocimiento, por parte de los estudiantes, de las especies indicadoras.

Resultados y discusión

En total, seis docentes y 30 niños participaron en las actividades de monitoreo. En la experiencia, percibieron las diferencias entre las dos fincas en cuanto a diversidad florística, señalando al ecosistema de referencia como el de mayor diversidad, además de identificar diferencias de carácter microclimático, como un mayor “frescor” en la finca de mayor diversidad. Así mismo, aprendieron varias técnicas de colecta y montaje de insectos y su preservación en cajas entomológicas. Como parte de la experiencia, fueron capaces de reconocer las especies indicadoras en cada una de las muestras y registrar la abundancia de cada especie, generando una información con rigor científico aplicable en un proceso de monitoreo.

Tabla 2. Modelo de formulario entregado a los estudiantes participantes en el monitoreo.

Fecha de instalación de la trampa:	
Fecha de recogida de la trampa:	
Finca:	
Especie encontrada	Nº ejemplares

Los participantes del proyecto mostraron un gran interés y disposición para el desarrollo de las actividades propuestas. En concordancia con lo expuesto por Calle *et al.* (2015), la aplicación del método científico por parte de estudiantes, en este caso de primaria, no solo es perfectamente viable, sino que además reduce la brecha entre ciencia y comunidad que en muchos casos separa ambas dimensiones. Además, les estimula la creatividad y la iniciativa para plantear sus propios proyectos de carácter científico, tal y como lo demuestra la creación del Centro de Ciencias que tuvo lugar en una de las U.E.B. como resultado de estas actividades.

A través de esta experiencia, tanto docentes como escolares pudieron observar y comprender la conexión entre la diversidad de plantas y la diversidad de insectos, y cómo ambas variables se correlacionan de forma positiva, ya que observaron una mayor abundancia y riqueza de las especies indicadoras en la finca San Juan con respecto a la finca El Pedregal en los dos años de proyecto.

La inclusión de las comunidades en los proyectos de restauración ecológica puede darse en cuatro fases: priorización del área a restaurar, implementación de las actividades de restauración, monitoreo y el apoyo de la restauración a largo plazo (Druschke y Hychka 2015). Aunque cualquiera de las cuatro fases puede ser crucial, la fase de monitoreo suele quedar fuera de los proyectos por falta de tiempo y recursos, por lo que la participación voluntaria de las comunidades locales en esta fase puede aportar datos consistentes y periódicos para el seguimiento, y de esa forma garantizar su continuidad (Evans y Guariguata 2008). Sin embargo, no solo el proyecto de restauración sale beneficiado de la participación de las comunidades: mediante estas experiencias, las comunidades locales adquieren herramientas para indagar sobre su entorno, para establecer relaciones causa-efecto, y para adoptar medidas de mitigación ante problemas ambientales reales (Calle *et al.* 2015). En el caso de involucrar a la comunidad estudiantil, se proporciona al docente herramientas para la aplicación práctica y realista de la educación ambiental, una materia que en muchos casos es tratada únicamente de manera teórica por la falta de capacitación en problemas ambientales reales (Broada y Escalona 2005).

La mayor parte de los protocolos de monitoreo de la restauración ecológica se centran en variables florísticas (Ruiz-Jaen y Aide 2005), pero una mejora en la estructuración de las comunidades vegetales no necesariamente lleva implícito una restauración de las funciones ecosistémicas. La incorporación de otras variables, en este caso insectos parasitoides, proporciona otras herramientas para predecir el éxito de la restauración en un largo plazo (Herrick *et al.* 2006), y desde el punto de vista didáctico, aporta a los niños una visión más holística del ecosistema, donde los distintos componentes del mismo están interrelacionados.

Debe aclararse que esta experiencia ha servido como prueba piloto para estudiar la viabilidad de la participación de escuelas rurales en tareas de evaluación de biodiversidad, con la intención de aplicar esta metodología en un programa comunitario de monitoreo en el proyecto de restauración ecológica implementado en la finca El Pedregal. El programa de monitoreo contemplaba duplicar el número de trampas Malaise y de indicadores y establecer una periodicidad anual en los muestreos, los cuales se prolongarían por seis semanas. Sin embargo, la venta de la finca y posterior abandono imposibilitaron el paso de la prueba piloto a la práctica cuantificable.

Este trabajo representa una primera prueba piloto de monitoreo participativo de los cambios de diversidad, aplicable a programas de monitoreo de restauración ecológica en Venezuela. En esta experiencia, al incorporar a las escuelas, además de crear el vínculo con la comunidad, se aborda la educación ambiental desde una perspectiva más participativa, generándose herramientas para que los docentes no solo enseñen la teoría sino que involucren de forma activa a los estudiantes en la resolución de conflictos ambientales, lo cual constituye el gran reto al que se enfrenta la educación ambiental en nuestro tiempo (Strife 2010).

Recomendaciones

De acuerdo a la experiencia obtenida, a continuación se exponen varios aspectos que deben ser considerados para poder garantizar el éxito de la inclusión de la comunidad estudiantil en los monitoreos de la restauración ecológica:

1. La actividad debe contar con una parte teórica y una práctica. La parte teórica es fundamental (Harvey *et al.* 2003), ya que es donde se afianzan los conceptos que desarrollarán en la práctica. El investigador debe asegurarse que en la fase de aplicación de la práctica se enfatizan dichos conceptos y comprobar que los estudiantes los han asimilado.
2. Siempre que sea posible, es preferible trabajar con las comunidades más aisladas de los núcleos urbanos y de las principales vialidades, que por lo general se encuentran en zonas eminentemente agrícolas (escuelas rurales o indígenas), ya que se ha percibido que son más receptivas y muestran mayor interés y disposición para la realización de actividades.
3. En la selección de los grupos indicadores debe considerarse que deben poder verse a simple vista. Para que los estudiantes puedan reconocerlos es conveniente que se aporten no solo las fotos sino además los especímenes en sí mismos.
4. Es esencial que los estudiantes comprendan las relaciones entre la diversidad florística y la faunística, y que asimilen que cualquier acción sobre uno de los componentes va a influir sobre el otro.

Agradecimientos

Queremos agradecer muy sinceramente a todo el personal de las fincas El Pedregal y San Juan, en especial a A. Santiesteban, A. Gualdrón y G. Delourme, por facilitarnos su ayuda incondicional para el desarrollo de esta actividad, así como a los docentes y estudiantes de las U.E.B. Río Frío, Tesoro Arriba, Fundo San Benito, Caño de la Yuca, El Silencio y Las Delicias, por participar de forma entusiasta en el proyecto.

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto “CAMBIOS: Cacaocultura en Ambientes Biodiversos para la Sustentabilidad” mediante los fondos LOCTI aportados por Socaoven, así como por la Fondation Valrhona pour le Goût.

Bibliografía

Anderson, A., S. McCormack, A. Helden, H. Sheridan, A. Kinsella y G. Purvis. 2011. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in

agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology* 48: 382-390.

Asare, R. y R. A. Asare. 2008. A participatory approach for tree diversification in cocoa farms: Ghanaian farmers' experience. STCP Working Paper Series 9. International Institute of Tropical Agriculture, Accra, Ghana. 29 pp.

Barrios, K., M. Mazón, M. M. Chacón, L. D. Otero y J. Gaviria. 2012. Comunidad de lepidópteros asociados a *Theobroma cacao* L. en dos agroecosistemas con diferente manejo de sombra (Mérida, Venezuela). *Ecotrópicos* 25: 49-60.

Bernhardt, E. S., E. B. Sudduth, M. A. Palmer, J. D. Allan, J. L. Meyer, G. Alexander, J. Follstad-Shah, B. Hassett, R. Jenkinson, R. Lave, J. Rumps y L. Pagano. 2007. Restoring rivers one reach at a time: Results from a survey of US river restoration practitioners. *Restoration Ecology* 15: 482-493.

Brazeiro, A., I. Berro, C. Toranza y C. Faccio. 2014. Hacia la conservación de los humedales de Villa Soriano: lecciones aprendidas en un proceso participativo. Pp: 257-277. En: Fernández, L., A. Volpedo y M. Salgot (Eds.). Evaluación ambiental integral de ecosistemas degradados de Iberoamérica: experiencias positivas y buenas prácticas. CYTED, Barcelona.

Broada, D. y J. Escalona. 2005. Enseñanza de la educación ambiental en el ámbito mundial. *Artículos Arbitrados* 9 (30): 317-322.

Butler, R. y W. Laurance. 2008. New strategies for conserving tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 469-472.

Calle, Z., M. Carvajal y A. M. Giraldo. 2015. Monitoreo participativo e indicadores socioeconómicos de la restauración ecológica. Pp: 67-73. En: Aguilar-Garavito, M. y W. Ramírez (Eds.). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia.

Calle, Z., E. Giraldo y L. Piedrahita. 2008. Diálogo de saberes para la restauración ecológica de bosques: el papel de los niños y jóvenes investigadores. *Revista Estudios Sociales Comparativos* 2: 68-85.

Cassano, C. R., G. Schroth, D. Faria, J. H. C. Delabie y L. Bede. 2009. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of Southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18: 577-603.

Druschke, C. G. y K. C. Hychka. 2015. Manager perspectives on communication and public engagement in ecological restoration project success. *Ecology and Society* 20 (1): 58.

Evans, K. y M. R. Guariguata. 2008. Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de

- herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Bogor, Indonesia. 50 pp.
- Gutiérrez, N., J. Gaviria, M. Luján, M. Mazón, G. Bustos y G. Delourme. 2011. Microcorredores como estrategia de restauración y conservación de la diversidad biológica en cultivos permanentes. Pp. 92. *En: Book of abstracts of 4th World Conference on Ecological Restoration*. Mérida, México.
- Harvey, C. A., J. González y V. Sánchez. 2003. ¿Cómo involucrar a la población local en el monitoreo de la biodiversidad? Ideas de Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10: 18-23.
- Herrick, J. E., G. E. Schuman y A. Rango. 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal of Nature Conservation* 14: 161-171.
- Kadoya, T. e I. Washitani. 2007. An adaptive management scheme for wetland restoration incorporating participatory monitoring into scientific predictions using dragonflies as an indicator taxon. *Global Environmental Research* 11: 179-185.
- LaSalle, J. y I. D. Gauld. 1993. Hymenoptera and Biodiversity. The Natural History Museum. London. 348 pp.
- Lozada, J. 2009. Deforestación en Venezuela arriesga el desarrollo sustentable. *Ecodiseño y Sostenibilidad* 1: 163-169.
- Mejía-Correa, S. 2014. Monitoreo participativo de mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional Natural Munchique, Colombia. *Mesoamericana* 18 (1): 39-53.
- Palmer, M., J. D. Allan, J. Meyer y E. S. Bernhardt. 2007. River restoration in the twenty-first century: data and experimental future efforts. *Restoration Ecology* 15: 472-481.
- Perdomo, M. L. 2010. Diseño participativo de un modelo de seguimiento, monitoreo y control social a los humedales urbanos de Bogotá, D. C. Estudio de caso humedal Tibanica. Tesis para optar al título de Magister. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Estudios Ambientales, Bogotá D. C., 97 pp.
- Rice, R. y R. Greenberg. 2000. Cacao cultivation of biological diversity. *Ambio* 29: 167-173.
- Ruf, F. O. 2011. The myth of complex cocoa agroforest: the case of Ghana. *Human Ecology* 39: 373-388.
- Ruiz-Jaen, M. C. y T. M. Aide. 2005. Restoration success: How is it being measured? *Restoration Ecology* 13: 569-577.
- Strife, S. 2010. Reflecting on environmental education: where is our place in the green movement? *The Journal of Environmental Education* 41: 179-191.
- Townes, H. 1972. A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 18: 239-247.

Anexo 1. Especies de Hymenoptera utilizadas para el monitoreo: a) *Eiphosoma* sp; b) *Delopia* sp; c) *Conura* sp; d) *Olixon* sp; e) *Evaniella* sp; f) *Kapala* sp.



Anexo 2. Ejemplo de ficha de una de las especies indicadoras.



Familia Rhopalosomatidae - *Olixon*

Ataca grillos.

Es una especie poco común en las colecciones entomológicas.

No puede volar con esas alas tan pequeñas; busca a su hospedero caminando.

No necesita lupa.

Marina Mazón
Universidad Nacional de Loja,
Programa de Investigación en Biodiversidad y Servicios
Ecosistémicos
Loja, Ecuador.
Universidad de Alicante,
Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales
/ Instituto de Investigación de Biodiversidad CIBIO (Centro
Iberoamericano de Biodiversidad).
Alicante, España.
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias,
Instituto Jardín Botánico de Mérida
Mérida, Venezuela.
marinamazonmor@gmail.com

Dionys Sánchez
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias,
Instituto Jardín Botánico de Mérida
Mérida, Venezuela.
dionysanchez1977@gmail.com

Francisco A. Díaz
Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado",
Departamento de Ciencias Biológicas,
Decanato de Agronomía
Barquisimeto, Venezuela.
dbalcides@gmail.com

Juan C. Gaviria
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias,
Instituto Jardín Botánico de Mérida
Mérida, Venezuela.
University Munich
Center of Geobiology and Biodiversity Research
at the Ludwig-Maximilians
München, Alemania.
jugaviria17@yahoo.com.ar

Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela.

Cítese como: Mazón, M., D. Sánchez, F. A. Díaz y J. C. Gaviria. 2016. Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela. *Biota Colombiana* 17 (1): 16-25. DOI: 10.21068/C2016v17r01a02

Recibido: 8 de septiembre de 2014

Aprobado: 6 de junio de 2016

Contribución proteica de animales silvestres y domésticos a los menús de los contextos rurales, peri-urbanos y urbanos de varias regiones de Colombia

Protein contribution of wild and domestic animals in rural, peri-urban and urban diets in different regions of Colombia

Liliana Vanegas, Nathalie van Vliet, Daniel Cruz y François Sandrin

Resumen

El presente estudio busca generar información acerca de la importancia del consumo de carne de monte con respecto a otras fuentes de proteína animal silvestre (pescado), doméstica o industrial, en cuatro regiones de Colombia, desde lo rural hacia lo urbano. Para llevar a cabo este estudio se analizaron los datos del consumo de proteínas animales de 1808 estudiantes en 23 colegios rurales, peri-urbanos y urbanos. En las regiones urbanas y peri-urbanas, las proteínas animales más consumidas son de origen doméstico o industrial (pollo industrial, huevo industrial y carne de res), mientras que en las regiones rurales el pescado ocupa el primer lugar. La carne de monte fue consumida por el 8 % de los niños en zonas rurales, el 3 % de los niños en zonas peri-urbanas y el 2 % de los niños en zonas urbanas. Grandes diferencias regionales fueron observadas en la región Pacífica, donde la carne de monte fue la más consumida. Este estudio demuestra que la transición nutricional de lo rural a lo urbano, se caracteriza por la sustitución del consumo de proteínas silvestres (pescado y carne de monte), hacia el consumo de proteínas domésticas e industriales, acompañado a su vez por una pérdida considerable en la diversidad de sus dietas.

Palabras clave. Carne de monte. Gradiente de urbanismo. Nutrición. Proteínas silvestres. Seguridad alimentaria.

Abstract

The present study aims to generate information about the importance of eating bushmeat over other sources of animal protein - wild (fish), domestic or industrial- in four regions of Colombia, from the rural to the urban. The data of animal protein consumption of 1808 students in 23 rural, urban and peri-urban schools were analyzed. In urban and peri-urban areas, the most consumed animal proteins result from domestic or industrial (industrial chicken industrial egg and beef) origin, while in rural areas the fish ranks first. Bushmeat was consumed by 8 % of children in rural areas, 3 % of children in peri-urban areas and 2 % of children in urban areas. Large regional differences were observed in the Pacific region where bushmeat was most consumed. Our study shows that nutritional transition from rural to urban is characterized by the replacement of the wild protein consumption (fish and bushmeat), by domestic and industrial protein consumption, together with considerable loss of dietary diversity.

Key words: Bushmeat. Food security. Nutrition. Urbanism gradient. Wild proteins.

Introducción

Millones de personas alrededor del mundo dependen de los alimentos provenientes de los bosques como fuente de nutrición y aporte para su seguridad alimentaria (FAO 2013). Se estima que en 62 países el consumo de proteínas silvestres (carne de monte y pescado) por parte de las comunidades rurales, representa al menos el 20 % del total de la proteína animal consumida (FAO 2011). Entre cinco y ocho millones de personas en Suramérica consumen regularmente carne de monte como fuente de proteína, constituyendo hasta el 37 % del total de la proteína animal de sus dietas (Rushton *et al.* 2005, Ferrer *et al.* 2010). Diferentes estudios del consumo proteico rural “demuestran la importancia de la carne de monte en la alimentación de las comunidades y sus medios de vida, siendo la cacería y la pesca las fuentes más frecuentes de proteína en sus dietas” y a su vez uno de los productos más representativos de sus dinámicas económicas locales (Milner-Gulland *et al.* 2003, citado en Restrepo 2012). Igualmente, la carne de monte no sólo contribuye directamente como recurso alimenticio, sino que también genera ingresos y favorece el bienestar físico, espiritual y cultural de las comunidades (Carpineti y Fa 2012).

En las últimas décadas, los efectos de la globalización y la urbanización en zonas de bosques tropicales han influido directamente en el suministro de alimentos, modificando los hábitos alimenticios y estilos de vida de las poblaciones ancestrales del mundo (Bermudez y Tucker 2003). Sin embargo, hay aún poco conocimiento sobre el impacto de la urbanización sobre el consumo de carne de monte. En África Central, Chardonnet (1995) reportó que las poblaciones urbanas de Gabón, República Democrática de Congo y República de África Central, consumen en promedio 4,7 kg/persona/año de carne de monte. Aunque estos datos requieren actualización, los autores demuestran que las ciudades siguen contribuyendo de forma significativa a la demanda global de carne de monte a medida que la población se urbaniza. En Madagascar, Jenkins *et al.* (2011) encontraron que las frecuencias de consumo de pescado y carne de monte eran significativamente más altas en medios urbanos que en medios rurales, en donde la mayoría de los niños no consumen ninguna

fFuente de proteína. Al contrario, en América Latina, Rushton *et al.* (2005) sugieren que el consumo de carne de monte tiende a desaparecer con el proceso de urbanización y la disponibilidad de fuentes de proteínas alternativas. van Vliet *et al.* (2015) demostraron que en la zona tri-fronteriza amazónica, el pollo industrial y los alimentos procesados están reemplazando el uso de la carne de monte y el pescado. En el Amazonas brasileño, Silva y Begossi (2009), también reportan un consumo más bajo de proteínas de origen silvestre (carne de monte y pescado) en zonas urbanas, en comparación con las zonas rurales. Sin embargo, un estudio a escala regional en la Amazonia brasileña demuestra que la urbanización podría ser una amenaza para la biodiversidad, si las ciudades crecientes perpetúan una demanda de carne de monte para su alimentación (Parry *et al.* 2015).

Es en este contexto de transiciones nutricionales relacionadas de diferentes formas con el gradiente rural-urbano, que tiene lugar el objetivo de este estudio: evidenciar el consumo de carne de monte en el gradiente rural, peri-urbano y urbano, en comparación con otras fuentes de proteínas animales silvestres (pescado), domésticas o industriales, a partir de encuestas realizadas en escuelas de cuatro regiones biogeográficas de Colombia (Orinoquia, Pacífica, Caribe y Amazónica), partiendo de las siguientes preguntas: 1) ¿cuál es la importancia relativa del consumo de carne de monte *versus* otras fuentes de proteínas en las mayores regiones boscosas del país?; 2) ¿existen diferencias significativas en la ocurrencia del consumo de carne de monte entre zonas rurales, peri-urbanas y urbanas? y 3) ¿existen diferencias en la diversidad de dietas entre las zonas rurales, peri-urbanas y urbanas?

Material y métodos

En Suramérica, Colombia es uno de los países con procesos de urbanización más rápidos, con una tasa de urbanización de 1,66 % entre 2000-2015 (CIA 2015). Al mismo tiempo, el país está listado dentro de los países mega-diversos, con casi un 10 % de la biodiversidad del planeta (Carrizosa-Umaña 2014).

En Colombia el 53 % del territorio continental sigue cubierto por bosques naturales (Ideam *et al.* 2007). La biodiversidad de Colombia no solo es importante para la preservación de especies únicas, sino también para garantizar las condiciones básicas para mejorar el bienestar humano, la equidad social y el desarrollo económico. En este contexto, aún es insuficiente la documentación respecto a la importancia que sigue teniendo la carne de monte en las dietas desde lo rural hacia lo urbano. Por lo anterior se eligió realizar el muestreo en distintas regiones biogeográficas de Colombia, para cubrir las diversas condiciones climatológicas, hidrológicas, edafológicas, biológicas y antrópicas particulares, que las constituyen en macro-unidades ecológicas o ecorregiones (FAO 2002). Este estudio cubrió cuatro de las seis regiones biogeográficas, dos de las tres macro unidades ecológicas (bosque tropical seco y bosque tropical húmedo) y cinco sistemas ambientales territoriales dentro de los 19 descritos en Colombia por FAO (2002) y Carrizosa-Umaña (2014).

La metodología se basó en encuestas llevadas a cabo en colegios, utilizando el método “Recordatorio 24 horas”, en donde el entrevistado documenta lo consumido (en este caso el consumo proteico), en las 24 horas anteriores a la encuesta. Este método es particularmente adecuado para las evaluaciones rápidas y puede realizarse simultáneamente a numerosos usuarios; requiere menos recursos financieros y humanos que las entrevistas en los hogares y tiene el potencial de ser utilizado para monitorear el consumo a lo largo del tiempo (van Vliet *et al.* 2012, van Vliet *et al.* 2014, citado en van Vliet *et al.* 2015). El estudio se llevó a cabo en 12 sitios (Tabla 1), elegidos teniendo en cuenta la existencia de colegios urbanos, peri-urbanos y rurales que tuvieran cursos de sexto a undécimo grado.

Para la definición de la tipología de los colegios, se utilizó el Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media (Sineb) que permite consultar en línea la información de los establecimientos educativos del país, tanto del sector oficial como del sector no oficial. Inicialmente se siguió la clasificación del Ministerio de Educación

Nacional que define los colegios urbanos como aquellas instituciones o centros educativos que se encuentran ubicados en los límites urbanos definidos en el plan de ordenamiento territorial de la región, y a los colegios rurales como las instituciones educativas que se encuentran ubicadas fuera de los límites urbanos definidos en el plan de ordenamiento territorial (http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-163151_archivo_doc2.doc). Para la definición de los colegios peri-urbanos se eligieron zonas de transición, en donde sus habitantes poseen medios de vida que combinan características urbanas y rurales, regiones con una dinámica en las que coexisten características y usos del suelo tanto urbanos como rurales, generalmente con una estrecha relación a un núcleo urbano cercano (Ferraro y Zulaica 2011).

Para realizar las encuestas en colegios urbanos se eligieron ciudades con más de 15.000 habitantes, mientras que para realizar las encuestas en los colegios rurales se eligieron sitios de estudios con menos de 4.000 habitantes. Para los colegios peri-urbanos se buscaron los barrios intermedios entre el gradiente rural y urbano (Figura 1). Los sitios de estudio elegidos fueron Inírida (17.866 hab.) y el resguardo El Paujil en la región de la Orinoquia; Fundación (49.856 hab.), Aracataca (35.520 hab.) y Santa Rosa de Lima en la región Caribe; Leticia (23.811 hab.), cabecera municipal de Puerto Nariño (2.025 hab.) y los kilómetros 11 y 18, comunidades de Macedonia, Nazareth y San Francisco de Loretoyacu en la región amazónica; Quibdó (100.113 hab.) y Tutunendo en la región pacífica (FAO 2002, Dane 2007).

Los datos utilizados en este estudio fueron colectados durante los años 2012 a 2014. Se entrevistaron 1.808 estudiantes de 23 colegios en 12 sitios de estudio (Tabla 1). La participación por parte de los estudiantes fue voluntaria y no remunerada; los estudiantes menores de edad proporcionaron una autorización del director del colegio para participar en la encuesta. La mayoría de los estudiantes (97 %) que diligenciaron los cuestionarios contaban con edades entre los 9 y los 19 años; este intervalo de edades fue establecido con el propósito de garantizar que los estudiantes comprendieran la totalidad de las preguntas.

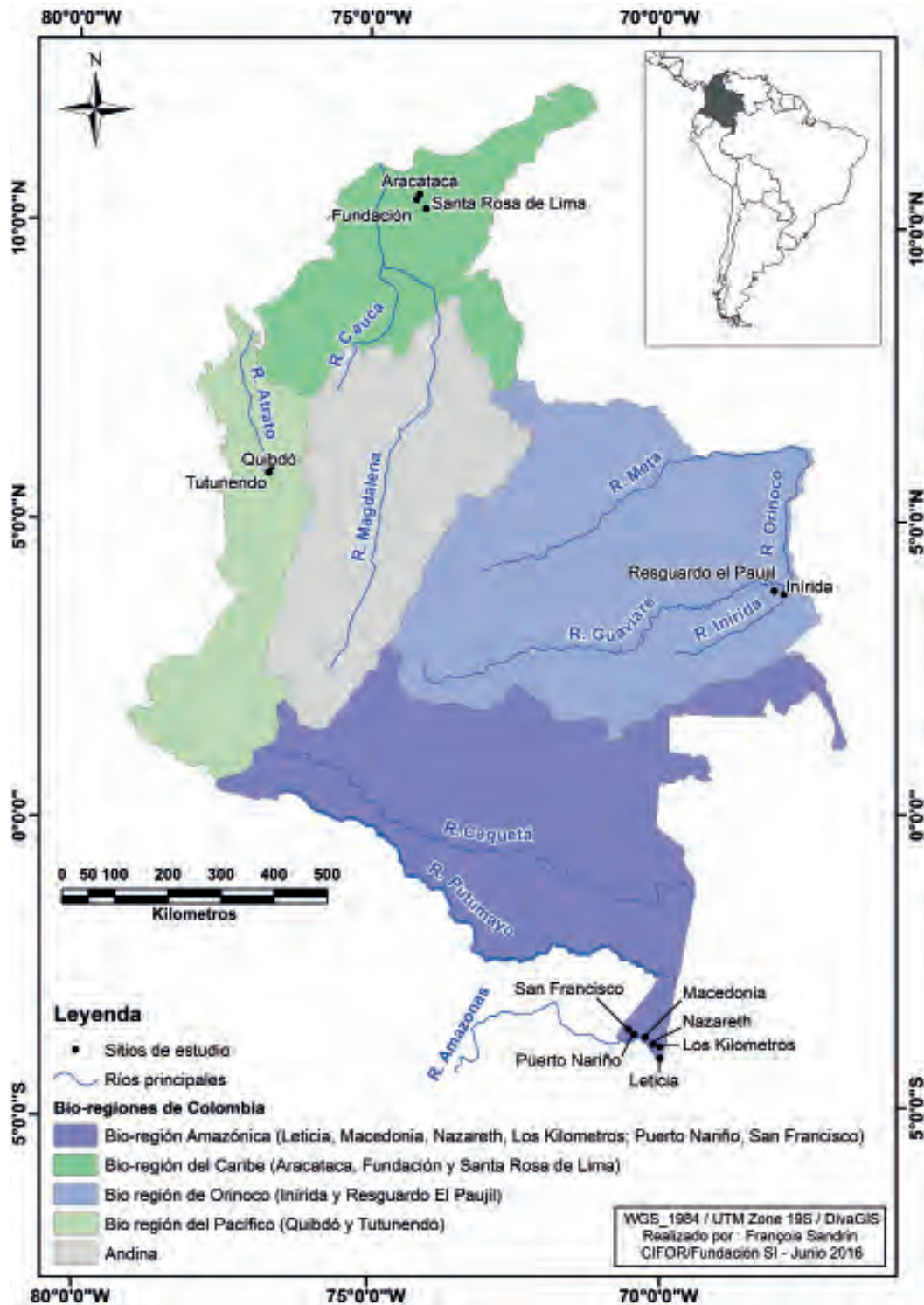


Figura 1. Sitios de estudio donde se realizaron las encuestas de consumo de proteínas y sus regiones biogeográficas.

Tabla 1. Colegios y número de estudiantes encuestados en cada sitio visitado.

Departamento	Sitio de estudio	Nombre del colegio	Tipo de colegio	Número de estudiantes encuestados
Amazonas	Cabecera municipal de Puerto Nariño	Ineagro	Rural	141
	Leticia, comunidad de Macedonia	Francisco de Orellana	Rural	83
	Puerto Nariño, comunidad de Ticoya	Internado San Francisco de Loretoyaco	Rural	58
	Leticia, comunidad de Nazareth	María Auxiliadora	Rural	4
	Puerto Nariño, comunidad de San Francisco	San Francisco de Loretoyacu	Rural	31
	Los Kilómetros (Km 6)	Francisco José de Caldas	Peri-urbano	55
	Los Kilómetros (Km 11)	Virgen de Las Mercedes	Peri-urbano	47
	Los Kilómetros (Km 18)	Rafael García Herreros	Peri-urbano	20
	Leticia	Inem Jose Eustasio Rivera	Urbano	116
	Leticia	Naval	Urbano	58
	Leticia	Normal Superior – Sede A	Urbano	80
	Leticia	Sagrado Corazón de Jesús	Urbano	121
	Leticia	Francisco del Rosario Vela González	Urbano	187
Chocó	Tutunendo	IE Agropecuario Cristo Rey	Rural	67
	Quibdó	IE Antonio Ricaurte	Peri-urbano	89
	Quibdó	IENS Manuel Cañizales	Urbano	112
	Quibdó	IE Pedro Grau y Arola	Peri-urbano	49
Guainía	Inírida	Instituto Integrado Custodio García Rovira	Urbano	78
	Inírida	IED Los Libertadores	Peri-urbano	42
	Resguardo El Paujil	IE Francisco de Miranda	Rural	82
Magdalena	Fundación	IED Francisco de Paula Santander	Urbano	183
	Santa Rosa de Lima	IEDA Sierra Nevada de Santa Marta	Rural	58
	Aracataca	IE Elvia Vizcano de Todaro	Peri-urbano	47

La metodología se dividió en dos etapas: una primera etapa en la que mediante una actividad lúdica, se realizó el reconocimiento de los tipos de proteínas silvestres y domésticas usadas en la alimentación de cada sitio de estudio, con el objetivo de introducir el tema del consumo de carne de monte y demás proteínas. Una segunda etapa, en la que se aplicaron las encuestas a los grupos de estudiantes y se leyeron y explicaron todas y cada una de las preguntas. Adicionalmente, para garantizar la veracidad de los datos, los estudiantes respondieron el cuestionario individualmente y en silencio, el grupo de estudiantes encuestados tuvo durante toda la encuesta el acompañamiento de un docente del colegio (Anexo 2).

La primera parte de las encuestas indagó acerca de la información general del estudiante y de su familia (edad del niño encuestado, género, etnia, religión, número de adultos y niños en su hogar, profesión de sus padres y tipo de electrodomésticos y enseres en el hogar). La segunda parte del cuestionario indagó sobre las proteínas de origen animal que el estudiante había consumido durante las últimas 24 horas. De acuerdo al énfasis del estudio, se profundizó en el consumo de carne de monte y pescado. De este modo, cuando el estudiante respondió que había consumido carne de monte o pescado, se registró el nombre de la especie.

Para el procesamiento de los datos colectados, se determinaron las frecuencias de consumo de todas las proteínas en comparación con las proteínas silvestres, y además se cuantificaron las especies de carne de monte consumidas en cada sitio de estudio. Para analizar la relación entre el consumo de carne de monte (Si o No) y el gradiente de urbanización (rural, peri-urbano y urbano), se evaluó la significancia con la prueba estadística de χ^2 , para confirmar la diferencia significativa entre las variables dependientes: consumo o no de carne de monte. Posteriormente, se comparó la diversidad de la dieta proteica en función del consumo en colegios rurales, peri-urbanos y urbanos. Para analizar la diversidad del consumo proteico, se utilizó el índice de Shannon y se corroboró con el índice de dominancia Simpson. Para el caso de la carne de monte, cada especie se consideró como una fuente distinta de proteína.

Respecto al índice de Shannon, utilizado para calcular la diversidad de la dieta: $H = -\sum P_i \ln(P_i)$; H es el índice de la diversidad y P_i es la proporción reportada de la proteína i . Por su parte, el índice de dominancia Simpson permite analizar la posible dominancia de alguna(s) de las proteína(s) en el consumo general, este índice toma en cuenta la representatividad de las proteínas con mayor valor de importancia, así: $\lambda = \frac{1}{\sum P_i^2}$, donde P_i = es la abundancia proporcional de la proteína i , es decir, el número de veces que se consumió la proteína i dividido entre el número de todos los reportes de consumo. Todas las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con la ayuda del software libre @PAST (Hammer *et al.* 2001).

Resultados

Consumo de carne de monte en comparación con los demás tipos de proteínas en los sitios de estudio

El análisis descriptivo general de las frecuencias de consumo demuestra que las proteínas más consumidas en los sitios muestreados fueron en orden descendente: el pollo industrial (22 %), el pescado (17 %), el huevo industrial (16 %), la carne de res (13 %), los embutidos (6 %), la gallina criolla (5 %), la carne de monte (5 %), los enlatados (4 %), el cerdo (3 %), el pato de cría (1,4 %), el chivo (1,5 %), el cordero (0,4 %) y el conejo de cría (0,3 %). Entre las 1.808 encuestas realizadas, en 157 ocasiones (5 %) los estudiantes encuestados declararon no haber comido proteína de origen animal el día anterior (Figura 2).

Los sitios de estudio en los que se halló el mayor consumo de carne de monte, fueron los sitios pertenecientes a las biorregión del Pacífico. A nivel global las especies más utilizadas como carne de monte fueron en orden decreciente: boruga (*Cuniculus paca*), guaras (*Dasyprocta punctata*, *Dasyprocta fuliginosa*), venados (*Mazama americana* y *Odocoileus virginianus*), danta (*Tapirus terrestris*), armadillos (*Dasyprocta spp*, *Cabassous unicinctus*, *Priodontes maximus*), tortugas (*Podocnemis spp*, *Chelonoidis spp*, *Trachemys sp.*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Rhinoclemys nasuta*, *Kinosternon dunnii*), marrano de monte de labio blanco (*Tayassu pecari*), caimán

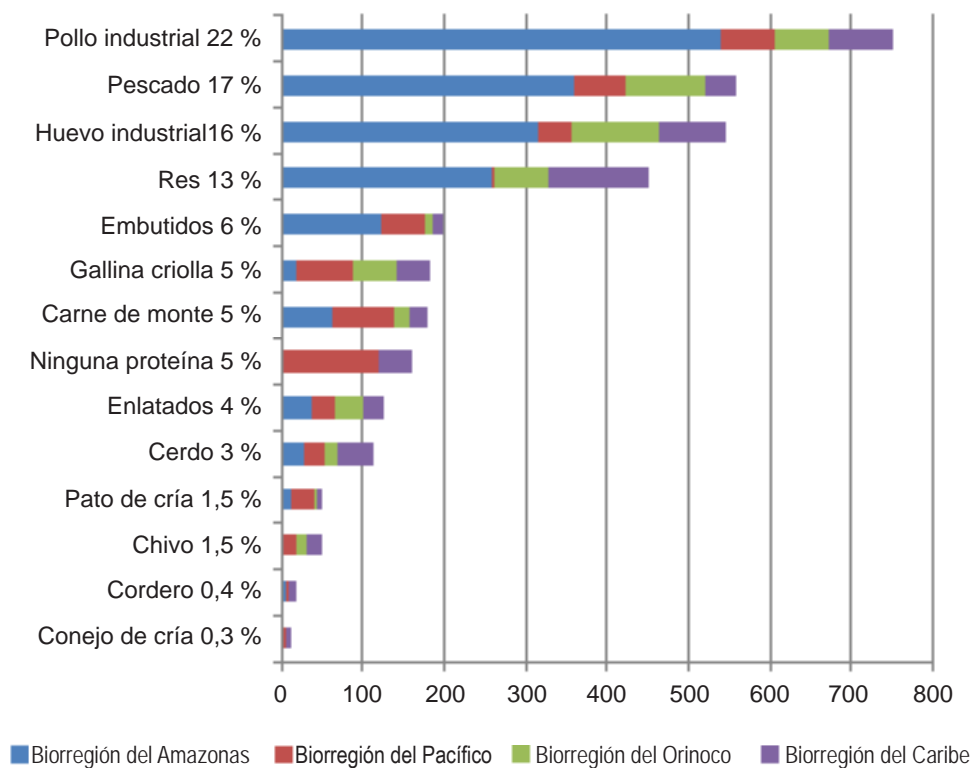


Figura 2. Descripción de la frecuencia del consumo nacional de proteínas de origen animal.

(*Crocodylus* sp., *Paleosuchus* spp) y conejo (*Sylvilagus* sp., y *Oryctolagus* sp.) (Figura 3) (Anexo 1).

De acuerdo a estos resultados, en los sitios de estudio de la biorregión Pacífica (Quibdó y Tutunendo), la principal fuente de proteína animal es la carne de monte (12 %). Otras proteínas reportadas en la región fueron el pollo industrial (11 %), la gallina criolla (11 %), el pescado (10 %), los embutidos (9 %), el huevo industrial (7 %), el pato de cría (5 %), los enlatados (5 %) y el cerdo (4 %). Las especies de carne de monte más consumidas fueron la boruga (*Cuniculus paca*) (32%), la guara (*Dasyprocta punctata*) (13%), los venados (*Mazama americana* y *Odocoileus virginianus*) (6 %), los armadillos (*Dasyprocta* spp, *Cabassous centralis*) (7 %), el marrano de monte de labio blanco (*Tayassu pecari*) (7 %), la perdiz (*Crypturellus* sp., *Tinamus* sp.) (3 %), el cusumbo (*Nasua narica*) (3 %) y los ratones de monte (*Proechimys semispinosus*, *Scolomys* sp.) (3 %). En total 120 estudiantes encuestados (20 %) reportaron no

haber comido ninguna proteína animal el día anterior (Figura 4) (Anexo 1).

Para los sitios de estudio de Aracataca, Fundación y Santa Rosa de Lima en la región Caribe las proteínas más consumidas fueron la carne de res (24 %), huevo industrial (15 %), pollo industrial (12 %), cerdo (8 %), gallina criolla (8 %), pescado (7 %), carne de monte (4 %), enlatados (4 %) y chivo (4 %). Las especies de carne de monte más consumidas fueron: boruga (*Cuniculus paca*) (22 %), conejos (*Sylvilagus* sp. y *Oryctolagus* sp.) (14 %) y armadillos (*Dasyprocta* spp, *Cabassous centralis*) (7 %). El 57 % de los niños que consumieron carne de monte no conocían el nombre de la especie. En 72 ocasiones (7 %) los estudiantes encuestados reportaron no haber comido ninguna proteína de tipo animal el día anterior (Anexo 1).

Para la región de la Orinoquia, en los sitios de estudio de Inírida y El Resguardo El Paujil las proteínas más consumidas fueron: huevo industrial (22 %), pescado (20 %), res (14 %), pollo industrial (14 %), gallina

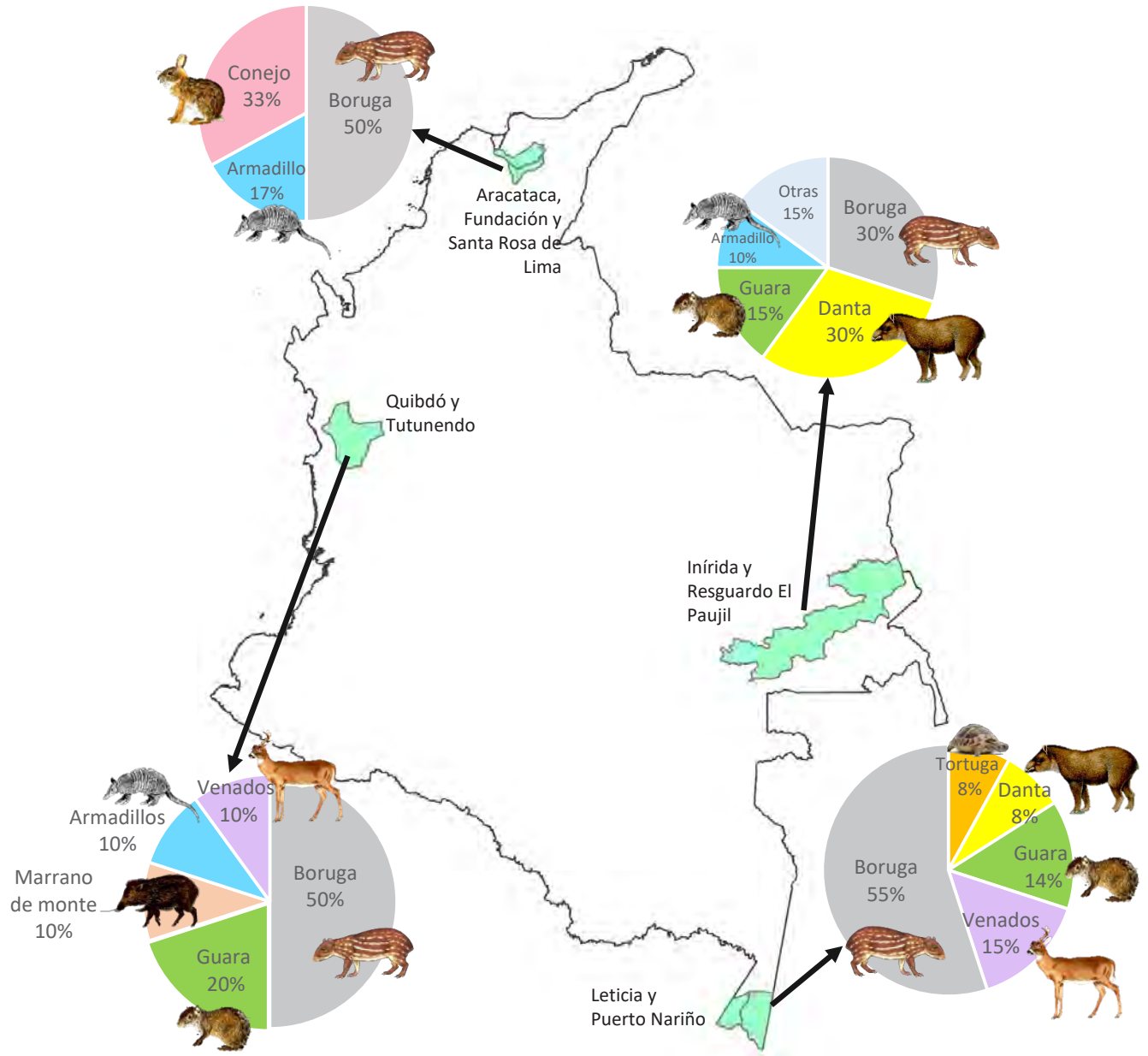


Figura 4. Especies de carne de monte más consumidas en los sitios de estudio visitados de las cuatro regiones geográficas de Colombia

criolla (11 %), enlatados (7 %), carne de monte (4 %), cerdo (3 %), chivo (2 %). Las especies de carne de monte más consumidas fueron: danta (*Tapirus terrestris*) (27 %), boruga (*Cuniculus paca*) (27 %), guara (*Dasyprocta fuliginosa*) (14 %), armadillos (*Dasyprocta* sp., *Cabassous unicinctus*, *Priodontes maximus*) (5 %), venados (*Mazama* sp., *Odocoileus virginianus*) (5 %), marrano de monte sin collar (*Tayassu pecari*) (5 %) y chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (4 %). En esta región no hubo registros de estudiantes sin consumo de proteína animal el día anterior (Anexo 1).

En la región Amazónica las proteínas más consumidas fueron pollo industrial (28 %), pescado (25 %), huevo industrial (21 %), carne de res (10 %), embutidos (5 %), carne de monte (3 %) y enlatados (2 %). Las especies de carne de monte más consumidas fueron: boruga (*Cuniculus paca*) (49 %), venados (*Mazama americana*, *Mazama gouazoubira*) (14 %), guara (*Dasyprocta fuliginosa*) (12 %), danta (*Tapirus terrestris*) (7 %), tortugas (*Chelus fimbriatus*, *Podocnemis* sp., *Chelonoidis denticulata*) (7 %), armadillos (*Dasyprocta* sp., *Priodontes maximus*) (4 %), caimán (*Crocodylus* sp., *Paleosuchus* spp, *Melanosuchus niger*) (3 %), marrano de monte sin collar (*Tayassu pecari*) (2 %), marrano de monte de collar (*Tayassu tajacu*) (2 %). En esta región solo un encuestado declaró no haber comido proteínas de origen animal el día anterior (Figura 4) (Anexo 1).

Comparación de los patrones del consumo proteico entre colegios rurales, peri-urbanos y urbanos

Los resultados muestran que existen diferencias significativas en los patrones de consumos de proteínas animales entre colegios rurales, peri-urbanos y urbanos ($\chi^2 = 60,192$; p (no assoc.): $8,4996E-14$). Existe un mayor consumo de carne de monte y pescado en los colegios rurales, siendo el pescado la proteína más consumida (30 %). Los colegios rurales tuvieron también el mayor consumo de carne de monte (8 %), significativamente alto en relación al consumo de carne de monte en los colegios peri-urbanos (3 %) y colegios urbanos (2 %). El consumo de proteínas industriales fue más alto

en los colegios peri-urbanos y urbanos que en los colegios rurales. En los colegios peri-urbanos el pollo industrial (22 %) y huevo industrial (19 %), fueron las proteínas más consumidas. De manera similar, las proteínas más consumidas en colegios urbanos fueron el pollo industrial (27 %) y el huevo industrial (21 %), ubicándose como las dos proteínas más consumidas tanto en los colegios peri-urbanos como urbanos (Figuras 5).

Diversidad del consumo proteico de los colegios rurales, peri-urbanos y urbanos

Los índices de diversidad del consumo de proteínas respecto al gradiente rural-urbano permiten señalar que los colegios con un consumo proteico más diversificado, fueron los colegios rurales con un valor de H: 2,195, según el índice de Shannon. Seguido del consumo en colegios peri-urbanos con un índice de diversidad de Shannon de 2,155 y finalmente el consumo proteico menos diverso fue el de los colegios urbanos con un índice de diversidad de Shannon de 2,015 (Tabla 2).

En cuanto al índice de dominancia de Simpson, la muestra de los colegios urbanos presentó la mayor dominancia con un valor de D: 0,1607, seguida por la muestra de los colegios rurales con un valor de D: 0,174. Finalmente, la muestra con la menor dominancia fue la de los colegios peri-urbanos con un valor de D: 0,1478 (Figura 6).

Discusión

El método del recordatorio de 24 horas es un método eficaz para recopilar información, que permite la toma simultánea de datos, facilitando el trabajo con grupos. Además, por ser un método estandarizado, permite comparaciones entre diferentes estudios de caso. Sin embargo, la fiabilidad de los datos dependerá de la calidad de información que los estudiantes entrevistados proveyeron para el estudio.

En cuanto a los resultados obtenidos en este estudio, la primera evidencia fue la vigencia del consumo de carne de monte en las cuatro regiones biogeográficas de Colombia en donde se realizaron las encuestas,

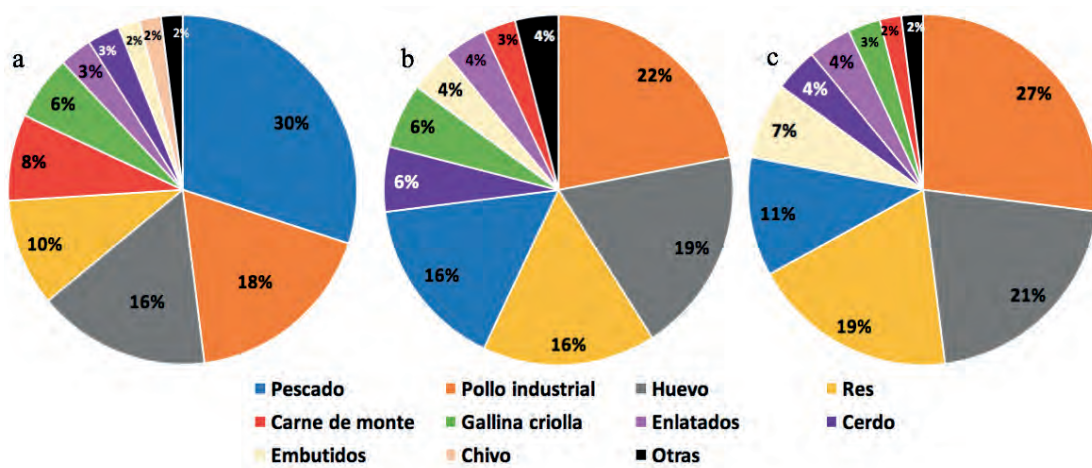


Figura 5. a) Consumo de proteínas de los colegios rurales. b) Consumo de proteínas de los colegios peri-urbanos. c) Consumo de proteínas de los colegios urbanos.

Tabla 2. Valores de los índices de diversidad de Shannon y de dominancia de Simpson en el consumo proteico de colegios rurales, periurbanos y urbanos.

Índice	Consumo rural	Intervalos de confianza (95 %)		Consumo Peri-urbano	Intervalos de confianza (95 %)		Consumo Urbano	Intervalos de confianza (95 %)	
		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Diversidad de Shannon	2,195	2,131	2,262	2,155	2,083	2,234	2,015	1,983	2,064
Dominancia de Simpson	0,1607	0,1483	0,1741	0,1478	0,1358	0,1615	0,1719	0,1642	0,1791

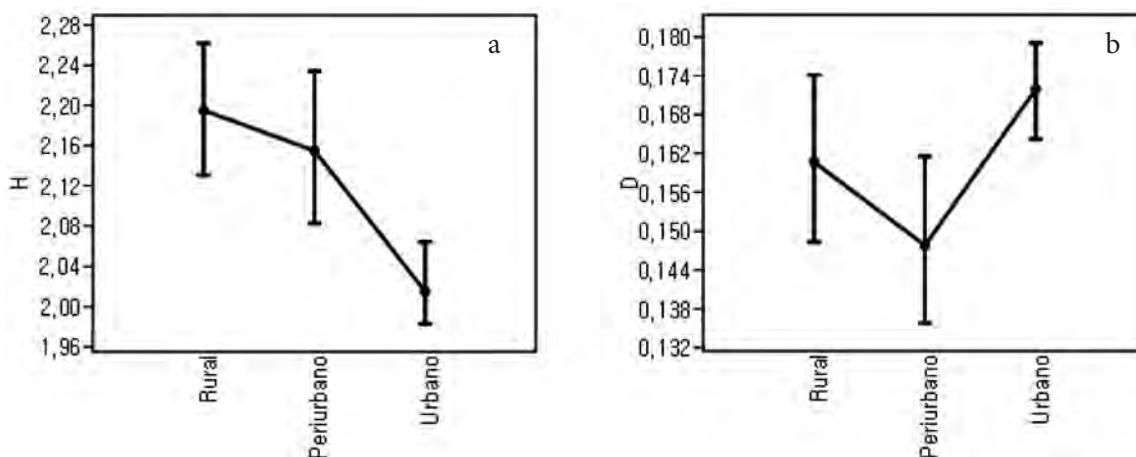


Figura 6. Representación gráfica de: a) índice de diversidad de Shannon y b) índice de dominancia de Simpson, para los colegios rurales, peri-urbanos y urbanos de los sitios de estudio.

lo cual concuerda con lo documentado por van Vliet *et al.* (2016), quienes documentan la importante actividad de las cadenas de mercado de carne de monte en cinco regiones biogeográficas de Colombia.

Respecto a una transición alimentaria en relación con el gradiente de urbanización, los resultados muestran una disminución en el consumo de proteínas silvestres (carne de monte y pescado) en los estudiantes de los colegios peri-urbanos y urbanos en comparación con los estudiantes de colegios rurales. Los estudiantes de colegios rurales declararon basar su alimentación principalmente en el pescado, mientras que los estudiantes de los colegios peri-urbanos y urbanos declararon basar su alimentación en pollo y huevo industriales. Este resultado, en donde el consumo de proteínas silvestres disminuye directamente en relación al mayor grado de urbanización, evidencia una transición alimentaria de lo rural a lo urbano.

En las regiones rurales la dependencia de la carne de monte es mayor por diferentes razones. Por una parte, la carne de monte es una proteína disponible y de fácil adquisición (Restrepo 2012), por otra parte, en general los contextos rurales no cuentan con una oferta de proteínas industriales especialmente fuerte, además el poder adquisitivo es menor respecto a los contextos urbanos (Gómez 2003). Sin embargo, es necesario aclarar que en algunos contextos la transición alimentaria puede depender de diversas variables, más allá del gradiente de urbanización. En algunos contextos, la pertenencia a grupos étnicos, la distancia a los mercados, las fuertes medidas de prohibición de consumo de proteínas silvestre, la presencia de bosques o la oferta y disponibilidad de opciones proteicas industriales, pueden permear el consumo más allá del gradiente de urbanización.

Al analizar globalmente los resultados obtenidos en este estudio, la proteína más consumida fue el pollo industrial. Esto puede deberse a su bajo costo y fácil adquisición como lo muestran East *et al.* (2005) en su estudio de caso en Guinea Ecuatorial y van Vliet *et al.* (2015) en la región de la trifrontera Amazónica. Entre los sitios de estudio de las cuatro regiones biogeográficas, llaman la atención los datos obtenidos en los sitios de estudio de la biorregión pacífica en

donde la mayoría de los reportes (120) indicaron el no consumo de proteína animal, así mismo en esta región, la proteína más consumida fue la carne de monte (76 reportes). Estos resultados, pueden deberse a la importancia de la caza y la pesca como actividades de subsistencia, especialmente por parte de las comunidades afrodescendientes e indígenas de la región, en donde el pescado y la carne de monte aportan entre el 60 % y 70 % de la proteína animal consumida regularmente (Cuesta-Ríos *et al.* 2006). Teniendo en cuenta que la mayoría de los estudiantes entrevistados no consumieron proteína animal el día anterior y que la proteína más consumida fue la carne de monte, se hace evidente la importancia de la carne de monte en la seguridad alimentaria de las regiones más vulnerables (Rivas-Abadía *et al.* 2010).

En cuanto a la diversidad de las dietas, de acuerdo al índice de Shannon, los consumidores de los colegios rurales tienen el consumo proteico más diverso. Esto puede deberse a la oferta de recursos provenientes del bosque como diferentes especies de carne de monte, pescado y al consumo ocasional de otras proteínas a las que en ocasiones pueden acceder, complementando la variedad de su consumo proteico. El análisis de diversidad, también muestra una relación inversamente proporcional en relación al grado de urbanismo. De este modo, los estudiantes encuestados que pertenecían a colegios urbanos contaban con dietas poco diversificadas a nivel proteico y con un fuerte consumo de pollo y huevo industrial, lo que se corrobora con el índice de dominancia de Simpson, que muestra una mayor dominancia en las dietas de colegios urbanos, debido posiblemente a los altos consumos de huevo y pollo industrial que representan para este tipo de colegios el 48 % del consumo proteico total.

Al evidenciar la transición alimentaria que se está experimentando, en donde las proteínas silvestres disminuyen y las industriales aumentan, es necesario pensar en las posibles consecuencias de dicha transición. Barría y Amigo (2006) analizaron la transición alimentaria en Latinoamérica concluyendo que la migración hacia regiones más urbanizadas puede estar favoreciendo el exceso de peso de los niños, probablemente por la mayor disponibilidad

de alimentos no tradicionales, en general proteínas industrializadas, que pueden provocar aumento en la ingesta de grasas y aceites. Igualmente, Mispireta *et al.* (2007) evaluaron datos nutricionales durante 14 años, señalando la relación de la transición alimentaria respecto al gradiente de urbanización, llamando nuevamente la atención sobre las consecuencias en la salud y la calidad de vida de los ahora menores de edad en su futura vida adulta. De acuerdo a Cesani *et al.* (2007) la migración hacia las regiones más urbanizadas en busca de mejor calidad de vida, podría llegar a ser todo lo contrario, ya que los rápidos procesos de urbanización pueden conllevar al aumento de trastornos nutricionales nocivos y de enfermedades infecciosas (Haddad *et al.* 1999, Ruel 2000 y Gracey 2002 citado en Cesani *et al.* 2007). De acuerdo a Benítez-Hernández *et al.* (2014), quienes utilizaron el método del recordatorio de 24 horas, existen diferencias significativas en la alimentación de las comunidades rurales y las comunidades urbanas, llamando la atención sobre la alimentación actual de los niños de las regiones urbanas, quienes podrían desarrollar problemas de salud y nutrición al alcanzar la edad adulta. Del mismo modo, la tendencia al cambio de una alimentación basada en proteínas silvestres a una dieta con un fuerte componente de alimentos procesados e industriales, puede resultar inquietante si se tienen en cuenta las posibles consecuencias para la salud de los consumidores, como diabetes, hipertensión y obesidad (Russell-Jones *et al.* 1990, Garret y Ruel 1999, Galal 2002, Shetty 2002).

A nivel regional, en la Amazonia, a pesar de su vasta oferta de recursos naturales y de fauna silvestre, se ha documentado una marcada transición nutricional, caracterizada por el incremento de proteínas procesadas y por el aumento del consumo de hidratos de carbono complejos, azúcares y grasas saturadas (Gugelmin y Santos 2001, Coimbra *et al.* 2002, Tavares *et al.* 2003, Godoy *et al.* 2005 a,b, Benefice *et al.* 2007, Piperata 2007, Lourenço *et al.* 2008, Welch *et al.* 2009, Godoy *et al.* 2010, Silva y Padez 2010, Nardoto *et al.* 2011). En cuanto al consumo de proteínas procesadas, esto probablemente se explica por su disponibilidad y su bajo precio (Rushton *et al.* 2005, van Vliet *et al.* 2015). Reafirmando, que cuanto más avanza el proceso de urbanización, la transición

nutricional se asocia con una mayor prevalencia de obesidad (especialmente obesidad infantil), la diabetes y enfermedades coronarias (Drewnowski y Popkin 1997 y Gordon-Larsen *et al.* 2014).

Conclusión

Los resultados evidencian un cambio nutricional asociado al gradiente rural-urbano, en donde por un lado conforme las zonas se hacen más urbanas aumenta el consumo proteico de alimentos procesados como pollo y huevo industriales, con posibles consecuencias nocivas para la salud y del otro resalta la importancia de las fuentes de proteína silvestre para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. El presente estudio también muestra la necesidad de continuar con la colecta y sistematización de datos similares a los presentados aquí, con el propósito de contar con la información necesaria para analizar los posibles futuros efectos en la salud y el ambiente, derivados de esta transición alimentaria entre el gradiente rural-urbano. El uso de los recursos de fauna silvestre en la alimentación rural y urbana contribuye a mantener dietas más diversificadas y menos nocivas para la salud. Por lo anterior, es necesario procurar oportunidades de manejo sostenible de la fauna silvestre, para garantizar la sostenibilidad de su uso y su contribución en la seguridad alimentaria de las comunidades.

Agradecimientos

Expresamos nuestros agradecimientos a los niños y jóvenes que participaron en este estudio, a sus padres y a los profesores y directores de las escuelas que amablemente aceptaron participar en nuestra investigación. Este estudio fue financiado por USAID y UKAID a través de la Iniciativa de Investigación en carne de monte del CIFOR.

Bibliografía

- Barría, R. y H. Amigo. 2006. Transición nutricional: una revisión del perfil latinoamericano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 56 (1): 3-11.
- Benefice, E., R. Lopez, S. L. Monroy y S. Rodriguez. 2007. Fatness and overweight in women and children

- from riverine Amerindian communities of the Beni River (Bolivian Amazon). *American Journal of Human Biology* 19 (1): 61-73.
- Benítez-Hernández, Z. P., P. Hernández-Torres, M. D. Cabañas, M. L. Torre-Díaz, N. López-Ejeda, M. D. Marrodán y M. Cervantes-Borunda. 2014. Composición corporal, estado nutricional y alimentación en escolares Tarahumaras urbanos y rurales de Chihuahua, México. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* 34 (2): 71-79.
- Bermudez, O. I. y K. L. Tucker. 2003. Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cadernos de Saúde Pública* 19 (Suppl. 1): S87-S99.
- Carpineti, B. y J. Fa. 2012. El consumo de “Carne de Monte” en la Isla de Bioko. Una mirada desde la antropología ecológica. *Avá* 20: 57-72.
- Carrizosa-Umaña, J. 2014. Colombia Compleja. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 295 pp.
- Cesani, M. F., M. L. Zonta, L. Castro, M. F. Torres, L. M. Forte, A. B. Orden, F. A. Quintero, M. A. Luis, M. L. Sicre, G. T. Navone, M. I. Gamboa y E. E. Oyhenart. 2007. Estado nutricional y parasitosis intestinales en niños residentes en zonas urbana, peri-urbana y rural del partido de Brandsen (Buenos Aires, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica* 9: 105-121.
- Chardonnet, P. (Ed.). 1995. Faune sauvage Africaine: la ressource oubliée. International Game Foundation, CIRAD-EMVT, Luxembourg. 704 pp.
- CIA. 2015. The World Factbook. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2212.html>.
- Coimbra, C. E. A. Jr., N. M. Flowers, F. M. Salzano y R. V. Santos. 2002. The Xavante in transition: health, ecology and bioanthropology in Central Brazil. The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI. 376 pp.
- Cuesta-Ríos, E. Y., J. D. Valencia-Mazo y A. M. Jiménez-Ortega. 2006. Aprovechamiento de los vertebrados terrestres por una comunidad humana en bosques tropicales (Tutunendo, Chocó, Colombia). *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó* 26 (2): 37-43.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2007. Censo general 2005. En línea: <https://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-registros-vitales/censos/censo-2005>. Consultado en: 21 de julio de 2015.
- Drewnowski, A. y B. M. Popkin. 1997. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition Review* 55: 31-43.
- East, T., N. Kümpel, E. J. Milner-Gulland, J. M. Rowcliffe. 2005. Determinants of urban bushmeat consumption in Río Muni, Equatorial Guinea. *Biological Conservation* 126 (2): 206-215.
- FAO. 2002. Información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. Monografías de países, Vol. 5. Comisión Europea y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Santiago, Chile. 252 pp.
- FAO. 2011. Los bosques para una mejor nutrición y seguridad alimentaria. Documento FAO, Roma. 12 pp.
- FAO. 2013. En pro de la seguridad alimentaria y una mejor nutrición: la creciente contribución de los bosques y los árboles. Documento FAO, Roma. 16 pp.
- Ferrer, A., D. Lew, C. Vispo y F. Daza. 2010. Uso de la fauna silvestre y acuática por comunidades del bajo río Caura (Guayana venezolana). *Biota Colombiana* 14: 33-44.
- Ferraro, R. y L. Zulaica. 2011. Potencialidades y limitaciones ambientales en el área de interfase urbana-rural de la ciudad de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires, Argentina): una contribución al ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central* 2 (47): 1-19.
- Galal, O. M. 2002. The nutrition transition in Egypt: obesity, undernutrition and the food consumption context. *Public Health Nutrition* 5 (1A): 141-148.
- Garrett, J. L. y M. T. Ruel. 1999. Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some Insights from Mozambique. FCND discussion papers, Vol. 65, International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D. C. 54 pp.
- Godoy, R., E. Byron, V. Reyes-García, V. Vadez, W. R. Leonard, L. Apaza, T. Huanca, E. Pérez y D. Wilkie. 2005a. Income inequality and adult nutritional status: anthropometric evidence from a preindustrial society in the Bolivian Amazon. *Social Science y Medicine* 61: 907-919.
- Godoy, R., V. Reyes-García, V. Vadez, W. R. Leonard y T. Huanca. 2005b. Human capital, wealth, and nutrition in the Bolivian Amazon. *Economics y Human Biology* 3: 139-162.
- Godoy, R., C. Nyberg, D. T. Eisenberg, O. Magvanjav, E. Shinnar, W. R. Leonard, C. Grav-lee, V. Reyes-García, T. W. McDade, T. Huanca y S. Tanner. 2010. Short but catching up: statural growth among native Amazonian Bolivian children. *American Journal of Human Biology* 22 (3): 336-347.
- Gordon-Larsen, P., H. Wang y B. M. Popkin. 2014. Overweight dynamics in Chinese children and adults. *Obesity Reviews* 15: 37-48.
- Gómez Jiménez, A. 2003. Colombia: el contexto de la desigualdad y la pobreza rural en los noventa. *Cuadernos de Economía* 22 (38): 199-238. Consultado 18 de abril de

- 2016, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722003000100009&lng=en&tlng=es.
- Gracey, M. 2002. Child health in an urbanizing world. *Acta Pediátrica* 91: 1-8.
- Gugelmin, S. A. y R. V. Santos. 2001. Ecología humana e antropometría nutricional de adultos Xavante, Mato Grosso, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 17: 313-322.
- Haddad, L., M. Ruel y J. Garrett. 1999. Are urban poverty and undernutrition growing? some newly assembled evidence. *World Development* 27 (11): 1891-1904.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1). En línea: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Ideam, Igac IAvH, Invemar, Sinchi I. e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D. C. 276 pp. + 37 hojas cartográficas.
- Jenkins, R. K. B., A. Keane, A. R. Rakotoarivelo, V. Rakotomboavonjy, F. H. Randrianan-drianina, H. J. Razafimanahaka, S. R. Ralaarimalala y J. P. G. Jones. 2011. Analysis of Patterns of Bushmeat Consumption Reveals Extensive Exploitation of Protected Species in Eastern Madagascar. *PloS ONE* 6 (12): e27570.
- Lourenço, A. E. P., R. V. Santos, J. D. Y. Orellana y C. E. A. Jr. Coimbra. 2008. Nutrition transition in Amazonia: Obesity and socioeconomic change in the Surui Indians from Brazil. *American Journal of Human Biology* 20 (5): 564-571.
- Milner-Gulland, E. J., E. L. Bennett y SCB. 2003. Annual Meeting Wild Meat Group. 2003. Wild meat: the bigger picture. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 351-357.
- Mispireta, M. L., A. M. Rosas, J. E. Velasquez, A. G. Lescano y C. F. Lanata. 2007. Transición nutricional en el Perú, 1991 – 2005. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 24 (2): 129-135.
- Nardoto, G., R. Murrieta, L. Prates, C. Adams, M. Garavello, T. Schor, A. Moraes, F. Rinaldi, J. Gragnami, E. Moura, P. Duarte-Neto y L. Martinelli. 2011. Frozen chicken for wild fish: Nutrition transition in the Brazilian Amazon region determined by carbon and nitrogen stable isotope ratios in fingernails. *American Journal of Human Biology* 23 (5): 642-650.
- Parry, L., J. Barlow y H. Pereira. 2015. Wildlife Harvest and Consumption in Amazonia's Urbanized Wilderness. *Conservation Letters* 7 (6): 565-574.
- Piperata, B. A. 2007. Nutritional status of ribeirinhos in Brazil and the nutrition transition. *American Journal of Physical Anthropology* 133: 868-878.
- Restrepo, S. (Eds.). 2012. Carne de monte y seguridad alimentaria: Bases técnicas para una gestión integral en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 108 pp.
- Rivas-Abadía, X., S. C. Pazos, S. K. Castillo-Castillo y H. Pachón. 2010. Alimentos autóctonos de las comunidades indígenas y afrodescendientes de Colombia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60 (3): 212-219.
- Ruel, M. T. 2000. Urbanization in Latin America: Constrains and opportunities for child feeding and care. *Food & Nutrition Bulletin* 21: 12-24.
- Rushton, J., R. Viscarra, C. Viscarra, F. Basset, R. Baptista y D. Brown. 2005. How Important is Bushmeat Consumption in South America: Now and in the Future?. *Wildlife Policy Briefing* 11: 1-4.
- Russell-Jones, D. L., P. Hoskins, E. Kearney, R. Morris R, S. Katoaga, B. Slavin y J. R. Tur-tle. 1990. Rural/Urban Differences of Diabetes - Impaired Glucose Tolerance, Hypertension, Obesity, Glycosolated Haemoglobin, Nutritional Proteins, Fasting Cholesterol and Apolipoproteins in Fijian Melanesians over 40. *The Quarterly Journal of Medicine* 74 (273): 75-81.
- Shetty, P. 2002. Nutrition transition in India. *Public Health Nutrition* 5 (1A): 175-182.
- Silva, A. L. y A. Begossi. 2009. Biodiversity, food consumption and ecological niche dimension: a study case of the riverine populations from the Rio Negro, Amazonia, Brazil. *Environment, Development and Sustainability* 11: 489-507.
- Silva, H. y C. Padez. 2010. Body size and obesity patterns in Caboclo populations from Pará, Amazonia, Brazil. *Annals of Human Biology* 37: 217-229.
- Tavares, E. F., F. P. B. Vieira-Filho, A. A. Sanudo, S. G. Gimeno y L. J. Franco. 2003. Metabolic profile and cardiovascular risk patterns of and Indian tribe living in the Amazon Region of Brazil. *Human Biology* 75: 31-46.
- van Vliet, N., C. Nebesse, S. Gambalemoke, D. Akaibe y R. Nasi. 2012. The bushmeat market in Kisangani, Democratic Republic of Congo: implications for conservation and food security. *Oryx* 46 (2): 196-203.
- van Vliet, N., C. Nebesse y R. Nasi. 2014a. Bushmeat consumption among rural and urban children from Province Orientale, Democratic Republic of Congo. *Oryx* 49 (1): 165-174.
- van Vliet, N., M. Quiceno-Mesa, D. Cruz-Antia, L. Tellez, C. Martins, E. Haiden, M. Oliveira, C. Adams, C.

Morsello, L. Valencia, T. Bonilla, B. Yagüe, y R. Nasi. 2015. From fish and bushmeat to chicken nuggets: the nutrition transition in a continuum from rural to urban settings in the tri frontier Amazon region. *Ethnobiology and Conservation* 4: 1-12.





van Vliet, N., M. Quiceno, J. Moreno, D. Cruz, J. E. Fa, y R. Nasi. 2016. Is urban bushmeat trade in Colombia really insignificant? *Oryx*: 1-10.

Welch, J., A. Ferreira, R. Santos, S. Gugelmin, G. Werneck y C. Coimbra. 2009. Nutrition transition, socioeconomic differentiation, and gender among adult Xavante Indians, Brazilian Amazon. *Human Ecology* 37 (1): 13-26.

Anexo 1. Lista de las especies consumidas por estudiantes de colegios rurales, peri-urbanos y urbanos de algunas regiones geográficas de Colombia.

Nombre común	Posible especie
Boruga, guartinaja, guagua	<i>Cuniculus paca</i>
Guara, ñeque, guatín	<i>Dasyprocta punctata</i> <i>Dasyprocta fuliginosa</i>
Venado	<i>Mazama americana</i> <i>Mazama gouazoubira</i> <i>Odocoileus virginianus</i>
Tapir, danta	<i>Tapirus terrestris</i>
Armadillo, tatú	<i>Cabassous centralis</i> <i>Cabassous unicinctus</i> <i>Dasybus spp</i> <i>Priodontes maximus</i>
Conejo	<i>Sylvilagus sp.</i> <i>Oryctolagus sp.</i>
Marrano de monte	<i>Tayasu pecari</i> <i>Tayasu tajacu</i>
Chigüiro, capibara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>
Coati, cusumbo	<i>Nasua narica</i>
Ratón espinoso	<i>Proechimys semispinosus</i> <i>Scolomys sp.</i> <i>Hoplomys gymmurus</i>
Perdiz	<i>Crypturellus sp.</i> <i>Tinamus sp.</i>
Caimán	<i>Crocodylus sp.</i> <i>Paleosuchus spp</i> <i>Melanosuchus niger</i>
Tortuga	<i>Trachemys sp.</i> <i>Chelus fimbriatus</i> <i>Podocnemis spp</i> <i>Chelonoidis denticulata</i> <i>Eretmochelys imbricata</i> <i>Caretta caretta</i> <i>Chelonia mydas</i> <i>Dermodochelys coriacea</i> <i>Rhinoclemys nasuta</i> <i>Kinosternon dunni</i>

Anexo 2. Ejemplo de cuestionario utilizado en los sitios de estudio de la región biogeográfica de Chocó acerca del consumo proteico en las últimas 24 horas (los cuestionarios se adaptaron a los grupos humanos presentes en cada sitio de estudio).

 Consumo de alimentos y proteínas en Colombia 	
 	
Fecha:	
Ciudad/pueblo:	
Vereda/comunidad	
Departamento:	
Institución educativa:	
Rural <input type="checkbox"/>	Periurbano <input type="checkbox"/>
Urbano <input type="checkbox"/>	
¿Cuánto tiempo demoras desde tu casa hasta el colegio?	
¿Qué medio de transporte utilizas para llegar al colegio?	
Grado:	
Nombre y Apellido	
¿Cuántos años tienes?	
Nombre de tu papá	
Nombre de tu mamá	
¿De qué ciudad/comunidad/país viene tu papá ?	
¿De qué ciudad/comunidad/país viene tu mamá?	
¿A qué etnia perteneces?	
Afrodescendiente <input type="checkbox"/>	Embera <input type="checkbox"/>
Embera-chamí <input type="checkbox"/>	Zenú <input type="checkbox"/>
Embera-Katío <input type="checkbox"/>	Cañamomo <input type="checkbox"/>
Tule <input type="checkbox"/>	Waunan <input type="checkbox"/>
Otra Cuál?	
¿A qué se dedica tu papá?	
Cazador <input type="checkbox"/>	Artesano <input type="checkbox"/>
Pescador <input type="checkbox"/>	Comerciante <input type="checkbox"/>
Agricultor <input type="checkbox"/>	Obrero <input type="checkbox"/>
Cuidado de la casa <input type="checkbox"/>	Empresario <input type="checkbox"/>
Transportador <input type="checkbox"/>	Empleado público <input type="checkbox"/>
Pensionado <input type="checkbox"/>	
Desempleado <input type="checkbox"/>	
Profesor <input type="checkbox"/>	
Estudiante <input type="checkbox"/>	
Profesional <input type="checkbox"/>	
¿A qué se dedica tu mamá?	
Cazadora <input type="checkbox"/>	Artesana <input type="checkbox"/>
Pescadora <input type="checkbox"/>	Comerciante <input type="checkbox"/>
Agricultura <input type="checkbox"/>	Obrera <input type="checkbox"/>
Ama de casa <input type="checkbox"/>	Empresaria <input type="checkbox"/>
Transportadora <input type="checkbox"/>	Empleada pública <input type="checkbox"/>
Pensionada <input type="checkbox"/>	
Desempleada <input type="checkbox"/>	
Profesora <input type="checkbox"/>	
Estudiante <input type="checkbox"/>	
Profesional <input type="checkbox"/>	

Cont. Anexo 2. Ejemplo de cuestionario utilizado en los sitios de estudio de la región biogeográfica de Chocó acerca del consumo proteico en las últimas 24 horas (los cuestionarios se adaptaron a los grupos humanos presentes en cada sitio de estudio).

¿Cuántas familias viven en tu hogar?			
¿A qué religión pertenece tu familia?			
¿Cuántos de los siguientes elementos se encuentran en tu casa? (marca con una X)			
Televisor		Malla para pescar	
Equipo de sonido		Escopeta	
Nevera		Casa de madera	
Computador		Casa en material (concreto)	
Tablet		Techo de lámina de zinc	
Aire acondicionado		Techo de tejas	
Lavadora		Techo de hoja de palma	
Horno microondas		Tanque de almacenamiento de agua	
Calentador de agua		Baño	¿Cuántos?
Piscina		Letrina (hueco en el piso)	
Bicicleta		Fogón de leña	
Burro, mula, caballo		Fogón de gas	
Bote		Fogón eléctrico	
Canoa		Pozo	
Peque Peque/toco toco/motor fuera de borda		Moto	¿Cuántas?
Bote de aluminio		Carro	¿Cuántos?
Motosierra		Radio	
Sobre tu hogar:			
Casa <input type="checkbox"/>	Apartamento <input type="checkbox"/>	¿Cuántos cuartos? _____	
En Arriendo <input type="checkbox"/>	Propio <input type="checkbox"/>		
¿Cuántas comidas comiste ayer?			
Una <input type="checkbox"/>			
Dos <input type="checkbox"/>			
Tres <input type="checkbox"/>			
Mas de tres? <input type="checkbox"/>			
De los siguientes alimentos elige con una X los que comiste ayer:			
Cordero <input type="checkbox"/>	Chivo <input type="checkbox"/>	Huevo <input type="checkbox"/>	
Res <input type="checkbox"/>	Cerdo <input type="checkbox"/>	Embutidos <input type="checkbox"/>	
Conejo de cría <input type="checkbox"/>	Enlatados <input type="checkbox"/>	Gallina criolla <input type="checkbox"/>	
Pescado de río <input type="checkbox"/>	Pato de cría <input type="checkbox"/>	Pollo industrial <input type="checkbox"/>	
Pescado de mar <input type="checkbox"/>	Pescado de estanque <input type="checkbox"/>		
Carne de monte <input type="checkbox"/>	¿Qué tipo de carne de monte? _____		
No comí ningún tipo de carne <input type="checkbox"/>			

Liliana Vanegas

Fundación Science International (FundSI) / Center for International Forestry Research (CIFOR)
lilovan7@gmail.com

Nathalie van Vliet

Center for International Forestry Research (CIFOR)
vanvlietnathalie@yahoo.com

Daniel Cruz

Fundación Science International (FundSI)
danielcruzantia@gmail.com

François Sandrin

Fundación Science International (FundSI) / Center for International Forestry Research (CIFOR)
f.sandrin1990@gmail.com

Contribución proteica de animales silvestres y domésticos a los menús de los contextos rurales, peri-urbanos y urbanos de varias regiones de Colombia

Citación del artículo. Vanegas, L., N. van Vliet, D. Cruz y F. Sandrin. 2016. Contribución proteica de animales silvestres y domésticos a los menús de los contextos rurales, peri-urbanos y urbanos de varias regiones de Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 26-43. DOI: 10.21068/C2016v17r01a03

Recibido: 28 de octubre de 2015

Aprobado: 12 de julio de 2016

Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia

Alternative substances to control the African snail (*Achatina fulica*) in Valle del Cauca, Colombia

Mario F. Garcés-Restrepo, Angie Patiño-Montoya, Mónica Gómez-Díaz, Alan Giraldo y Wilmar Bolívar-García

Resumen

La presencia del caracol gigante africano *Achatina fulica* (Bowdich 1822) fue confirmada en Colombia en 2008. Debido a las implicaciones económicas y sanitarias que representa esta especie, así como las dificultades de su control y el alto costo que éste representa, se ha generado la necesidad de cuantificar la efectividad de los protocolos implementados para su control y el uso de sustancias alternativas de bajo costo. En la presente investigación se analizó la eficacia de la remoción manual y la remoción manual con aspersión de cal (óxido de calcio). Ambas técnicas presentaron eficacias similares, por lo cual se recomienda que la cal solo sea implementada para la disposición final de los individuos colectados, disminuyendo costos y repercusiones en la artropofauna. Adicionalmente, se evaluó la actividad molusquicida del hipoclorito de sodio comercial y el extracto vegetal de *Tabebuia rosea* y *Jatropha curcas*, comparándose con una sustancia molusquicida comercial (metaldehído). Las tres sustancias alternativas presentaron actividad molusquicida, con una eficacia menor a la sustancia comercial. La implementación del uso de los extractos de *T. rosea* y *J. curcas* en los programas de control del caracol africano podría ser relevante, debido a su bajo costo y la ausencia de efectos ambientales negativos.

Palabras clave. Control de especies. Hipoclorito de sodio. *Jatropha curcas*. Molusquicida. *Tabebuia rosea*.

Abstract

The presence of the giant African snail *Achatina fulica* (Bowdich 1822) was confirmed in Colombia in 2008. Due to economic and health implications of this species and the difficulties in controlling it, it is essential to establish the relevance of protocols and alternative inexpensive substances used to control the snail. In this research, the effectiveness of manual removal and manual removal with spray of calcium oxide was analyzed. Both techniques had similar efficiencies, so it is recommended that calcium oxide should be implemented only for the disposal of the collected individuals in order to reduce costs and decrease the impact on arthropofauna. In addition, we evaluated the molluscicide ability of commercial sodium hypochlorite, two plant extracts (*Tabebuia rosea* and *Jatropha curcas*), and commercial molluscicide (metaldehyde). We found that the three alternative substances were effective as molluscicides, but with lower effectiveness than the commercial substance. Implementation of the extracts of *T. rosea* and *J. curcas* is recommended because they have low cost, and do not present negative effects on the environment.

Key words. Control species. *Jatropha curcas*. Molluscicide. Sodium hypochlorite. *Tabebuia rosea*.

Introducción

El caracol gigante africano *Achatina fulica* (Bowdich 1822) en los últimos 200 años ha ampliado su área de distribución a través del trópico desde su región nativa en África, como consecuencia de procesos de introducción mediados por actividades humanas, ya que ha sido utilizado como fuente alternativa de comida, para fines cosméticos o como mascota (Raut y Barker 2002, Martínez-Escarbassiere *et al.* 2008). Esta especie se encuentra incluida entre las 100 especies invasoras más peligrosas a nivel mundial por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Lowe *et al.* 2000), debido a una combinación de factores relacionados con su historia natural, como una alta tasa reproductiva, capacidad fisiológica de resistir cambios climáticos, pocos depredadores naturales, amplio rango de uso de recursos alimentarios y una alta tasa de consumo de material vegetal (Fakrudin *et al.* 2004, Bhattacharyya *et al.* 2015). Además, esta especie es un vector para nemátodos parásitos entre los que se encuentran *Angiostrongylus cantonensis* (Alicata 1965, Morera 1973), *A. costaricensis* (Morera y Céspedes 1971) y *Caenorhabditis briggsae* (Constantino-Santos 2014), los cuales generan enfermedades en los humanos como la meningitis eosinofílica y la angiostrongiliasis abdominal (Neuhauss *et al.* 2007, Sabina-Molina *et al.* 2009, Maldonado *et al.* 2010).

A causa de las implicaciones económicas y sanitarias que genera la presencia del caracol gigante africano en un territorio, han sido implementadas diversas técnicas de control entre las que se encuentran la remoción manual (Raut y Baker 2002), el control biológico por parte de caracoles, artrópodos y algunos vertebrados (Peter *et al.* 2012, Bhattacharyya *et al.* 2015) y el uso de sustancias químicas tanto de origen natural, como comercial (Peterson 1957, Olson 1973, Takeuchi 1991, Griffiths *et al.* 1993, Simberloff y Stiling 1996), con el propósito de controlar el tamaño de sus poblaciones. Sin embargo, estas técnicas presentan grandes limitaciones y su implementación generalmente es costosa. Por ejemplo, los programas de erradicación manual en países como Brasil puede costar 50000 dólares al año para un municipio pequeño como Lauro de Freitas, Bahía (Albuquerque *et al.* 2008), mientras que en Estados Unidos puede

significar erogaciones estatales de entre 700000 a 1000000 dólares al año, solo en el estado de la Florida (Muniappan 1986, Smith y Fowler 2003). Por otra parte, muchas sustancias comerciales presentan baja mortalidad, debido a que no pueden ser esparcidas de una forma óptima o no afectan efectivamente algunos estados de desarrollo de esta especie (Albuquerque *et al.* 2008). Además, la implementación de algunos molusquicidas o la introducción de especies controladoras pueden afectar negativamente a otras especies o alterar algunos procesos ecológicos como la herbivoría y el flujo energético (Bhattacharyya *et al.* 2015).

En Colombia el caracol gigante africano se considera una especie exótica invasora (Figura 1), según la Resolución número 0848 del 2008 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MADS 2008). El primer reporte de invasión en el país corresponde al departamento del Amazonas, en agosto de 2010 por parte de ejemplares provenientes de Brasil. Posteriormente se registraron individuos durante el 2011 en los departamentos de Arauca, Boyacá, Caquetá, Casanare, Guainía, Huila, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vaupés.

Para el 2012 fue registrada en el departamento de Antioquia y Sucre (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012). Debido a la rápida dispersión de esta especie en el país y sus posibles consecuencias, el MAVDT



Figura 1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*) (Bowdich 1822). Ejemplar adulto 95 mm largo total concha (Cartago, Valle del Cauca). Foto: A. Giraldo.

estableció el “Plan nacional interinstitucional del sector ambiental, agropecuario, salud y defensa, para el manejo, prevención y control del caracol gigante africano (*A. fulica*)” y emitió la Resolución número 0654 del 7 de abril del 2011, en la que se planteaban las acciones a seguir y las entidades responsables de enfrentar esta problemática (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012, Giraldo *et al.* 2014).

Investigaciones anteriores han encontrado que esta especie es más frecuente y presenta mayores densidades en zonas pobres de los países en desarrollo donde los problemas de higiene son mayores (Takeda y Ozaki 1986, De Winter 1989), lo cual al parecer es un patrón que se repite en Colombia. Debido a la sinergia del alto coste existente para el control de esta especie y las bajas posibilidades económicas que presentan los pobladores de escasos recursos para hacer frente a este problema, esta investigación tuvo como objetivo evaluar y constatar la efectividad

molusquicida de sustancias económicas y de fácil obtención para controlar esta especie. Además, se evaluó el efecto del uso intensivo de cal (óxido de calcio) sobre *A. fulica*, método que tradicionalmente ha sido utilizado por las Corporaciones Autónomas Regionales para realizar el control de sus poblaciones (MAVDT 2011).

Material y métodos

Área de estudio

Las actividades de control y recolección de individuos desarrollaron en los municipios de Buenaventura (3°53'N-77°05'W), Bugalagrande (4°12'N-76°18'W), Cali (3°26'N-76°31'W), Cartago (4°44'N-75°54'W), Dagua (3°39'N-76°41'W), Jamundí (3°15'N-76°32'W), Palmira (3°31'N-76°81'W) y Tuluá (4°05'N-76°12'W), en el departamento del Valle del Cauca (Figura 2).

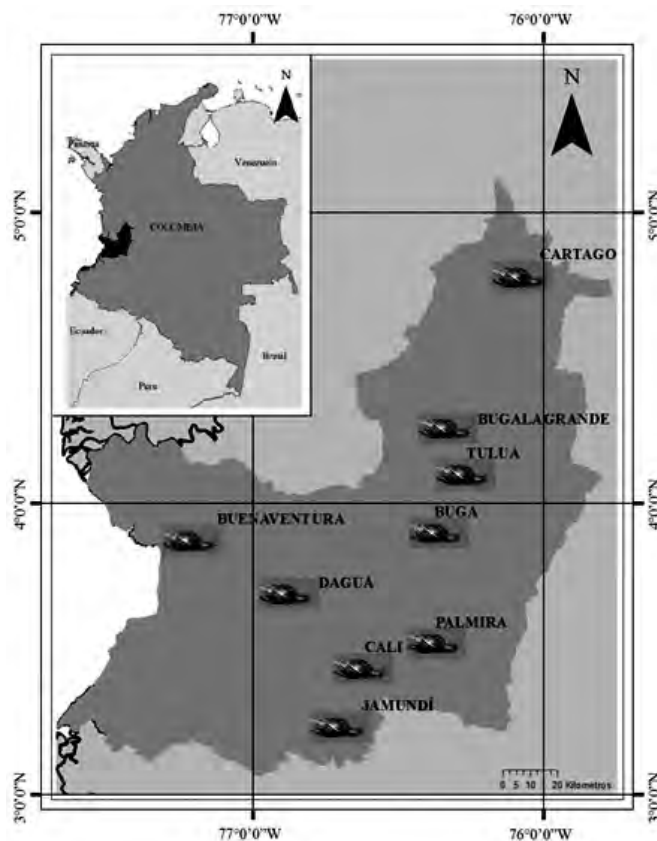


Figura 2. Localidades donde se realizaron actividades de control y recolección de individuos de caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia.

El municipio de Buenaventura está situado dentro de la región del Chocó Biogeográfico, con un promedio de 7 m s.n.m., presenta una vegetación de bosque muy lluvioso tropical, el promedio de precipitación anual es de 7650 mm al año, la humedad relativa promedio es del 89 % y la temperatura media anual se encuentra entre los 25 °C y los 28 °C (Rangel y Edgar 2003). El municipio de Dagua ubicado al occidente del departamento, tiene una temperatura media de 24 °C, una altitud de 1233 m s.n.m. y una precipitación media de 1159 mm anuales (Hoyos-Rengifo 2012). El resto de los municipios están ubicados en el valle geográfico del río Cauca, con una vegetación de bosque seco tropical dominante, los cuales presentan una topografía plana con una elevación promedio de 1000 m s.n.m., una precipitación anual de 900 mm y una temperatura media de 23,6 °C (Álvarez-López *et al.* 1984, Alberico *et al.* 2004).

Implementación de los tratamientos *in situ* y *ex situ*

Para evaluar el efecto del uso de cal como método de control, se establecieron aleatoriamente tres parcelas de 16 m² en cada uno de los municipios mencionados, donde previamente se había reportado la presencia de la especie y establecido su densidad (Giraldo *et al.* 2014). Los tratamientos definidos para este experimento *in situ* fueron: 1) remoción de individuos y huevos encontrados; 2) remoción de individuos y huevos encontrados, más aplicación de cal; 3) conteo, marcaje utilizando esmalte de uñas (Fenwick y Amin 1983) y liberación de individuos, como tratamiento control. Transcurrido un mes, cada una de las parcelas fue muestreada nuevamente y se evaluó la efectividad del tratamiento, a través de una comparación de la abundancia de caracoles gigantes africanos (Albuquerque *et al.* 2008).

Para los tratamientos *ex situ* se utilizaron caracoles recolectados en las zonas de muestreo y externos a las parcelas de estudio, los cuales se mantuvieron en periodo de aclimatación durante tres días y se alimentaron con lechuga común (*Lactuca sativa*) (Smith *et al.* 2013). Se probó el efecto molusquicida de dos extractos vegetales, extraídos usando el

protocolo de Liu *et al.* (1997): 1) semillas de *Jatropha curcas* (piñón) y 2) hojas *Tabebuia rosea* (guayacán rosado). Estas especies vegetales fueron utilizadas debido a la actividad molusquicida reportada para especies del mismo género (Liu *et al.* 1997, Silva *et al.* 2007). Adicionalmente, se evaluó la eficacia en la aplicación de hipoclorito de sodio en su presentación comercial (NaClO 10 %), producto utilizado por algunos pobladores para el control de esta especie, y de metaldehído, el cual es un molusquicida comercial de amplio espectro (Smith *et al.* 2013). Para establecer si el manejo en cautividad no tenía un efecto sobre los caracoles, se utilizó como control la aspersión de agua destilada.

Se utilizaron lotes de diez individuos en acuarios de 50 por 50 cm como unidad experimental, aplicando 3 cm³ de hipoclorito de sodio, extractos vegetales y agua destilada por aspersión uniforme, mientras que el metaldehído se dispuso siguiendo la recomendación del fabricante de 32 kg por hectárea. La mortalidad se evaluó 24 h después de la aplicación del tratamiento, corroborando la movilidad y respuesta de los individuos a una estimulación mecánica vigorosa (sondeo) (Smith *et al.* 2013). En total se realizaron 33 réplicas para todas las sustancias, a excepción del extracto de *J. curcas* del cual se realizaron 16 réplicas. La disposición final de los animales se llevó a cabo siguiendo la normativa establecida por el MADS, implementando la alternativa de enterramiento (Resolución No. 654 del 7 de abril de 2011).

Análisis de datos

Para evaluar si existían diferencias en las abundancias de caracoles previos y posteriores a utilizar los métodos de remoción, remoción con aspersión de cal y el control, se implementó una prueba T pareada (Zar 1999). Se calculó un porcentaje de efectividad del tratamiento utilizado para cada una de las parcelas, como la variación porcentual de abundancia entre el monitoreo inicial y el final. Se estimó la diferencia entre los tratamientos de control evaluados realizando pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y prueba post ANOVA de Tukey-Kramer (HSD), debido al incumplimiento de los supuestos paramétricos.

Resultados

De los tratamientos *in situ* utilizados para el control del caracol gigante africano, el método de remoción evidenció una mayor reducción en la abundancia poblacional de dichos organismos ($\chi=75,77$ T= 2,09; $p= 0,04$), seguida por el método de remoción con aspersión de cal ($\chi=72,52$ T= 2,12; $p= 0,04$) y por último el control ($\chi=58,86$ T= 2,35; $p= 0,02$). No obstante no se encontraron diferencias significativas, entre estos métodos (H=2,98; $p=0,19$) (Figura 3).

Para los experimentos de laboratorio, el metaldehído fue la sustancia que presentó la mayor mortalidad de caracoles con un 42,2 % (H=58,89; $df<0,01$), seguido de hipoclorito de sodio (NaClO 10%) con el 18,1 %, la *T. rosea* con 17,8 % y *J. curcas* con 17,5 %. Todos los tratamientos a su vez fueron significativamente mayores al control, el cual solo presentó una mortalidad de 4,2 % (Figura 4).

Discusión

Las tres técnicas evaluadas en campo mostraron una variación significativa al compararse con las abundancias iniciales presentadas por el caracol gigante africano. La remoción manual es una técnica implementada de forma constante para el control de esta especie, sin embargo, esta técnica tiene algunas desventajas, ya que no es efectivo en los individuos que se entierran para estivar (Albuquerque *et al.* 2008),

lo cual es común en algunas localidades visitadas debido a las altas temperaturas que se presentan. De igual manera, es ineficaz para recolectar posturas que se encuentran enterradas o dispersas. Para mejorar la eficiencia de esta técnica es necesario realizar esfuerzos continuos con el fin de erradicar individuos que nacen, emergen y que inmigran, lo cual genera sobrecostos (Albuquerque *et al.* 2008).

La aspersión de óxido de calcio o cal se ha establecido dentro del protocolo de erradicación en muchas entidades gubernamentales de Colombia (MAVDT 2008), sin embargo, los resultados de esta investigación muestran que el uso de esta sustancia no resulta en un incremento de la efectividad de control para la especie. Por el contrario, su uso puede generar efectos negativos en la dinámica iónica del suelo, ya que afecta las plantas y los microorganismos asociados como ha sido demostrado por Haynes (1982), Battles *et al.* (2013) y Zhang *et al.* (2015). Además, la artropofauna puede verse afectada debido al efecto abrasivo de esta sustancia sobre los lípidos de la epicutícula, generando la pérdida de agua y la muerte por deshidratación (Subramanyam y Roesli 2000, Ritter *et al.* 2014). Por lo tanto, el uso de la cal solo sería recomendable en el proceso de disposición final de caracoles colectados, como indica el protocolo de manipulación establecido por el MADS (MAVDT 2008).

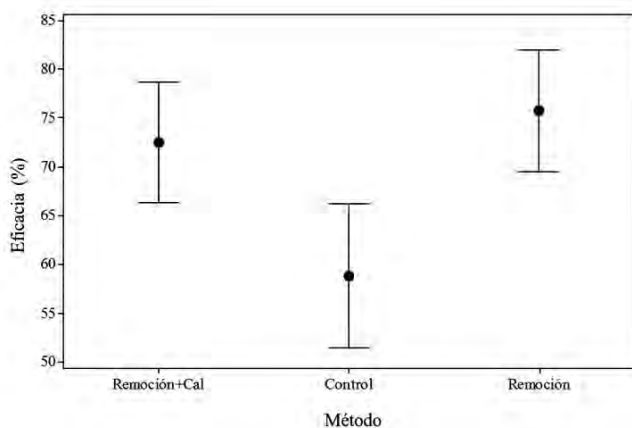


Figura 3. Eficacia de los tres métodos utilizados para el control *in situ* de la población de caracol africano (*Achatina fulica*). Círculos negros indican valores promedios e intervalos del error estándar.

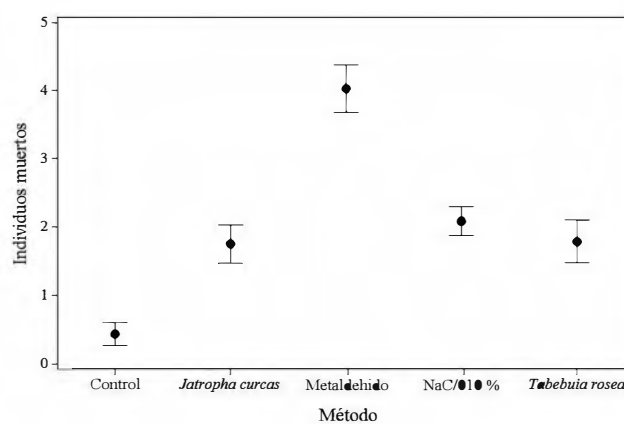


Figura 4. Número de individuos muertos por tratamiento utilizado en el control *ex situ* de la población de caracol africano (*Achatina fulica*). Círculos negros indican valores promedios e intervalos del error estándar.

Las diferencias de abundancia asociadas con el tratamiento control de captura y marcaje de individuos, aunque fue menor que los otros dos métodos, presentó una reducción significativa de abundancia. Este resultado no se asocia con el uso de esmalte para uñas a pesar de contener sustancias como Formaldehído y Ftalato de dibutilo, generadores de efectos bactericidas y fungicidas (Ku y Billings 1984, Bustamante *et al.* 2001, Covacevich y Echeverría 2003), puesto que esta es una técnica utilizada constantemente en estudios demográficos de caracoles sin reportes de consecuencias negativas (Fenwick y Amin 1983). Sin embargo, de acuerdo con Pattamarnon (2004) es posible que la manipulación del caracol gigante africano pueda conllevar al animal a condiciones de estrés fisiológico, lo que puede inducir la inanición y posterior estivación o la muerte del individuo.

A nivel de laboratorio, los resultados coinciden con otros estudios que han evaluado la efectividad molusquicida de algunas sustancias, siendo el metaldehído comercial la sustancia de mayor efectividad para el control del caracol gigante africano (Smith *et al.* 2013). Este compuesto actúa, provocando daños severos en las membranas celulares del animal y en la vía de producción de energía metabólica, lo cual desencadena una fuerte expulsión de baba, por lo que deja de alimentarse y conlleva a la muerte (Moreau *et al.* 2014). Sin embargo, esta sustancia no tiene un efecto especie-específica, pues provoca los mismos efectos sobre caracoles nativos y algunos vertebrados (Smith *et al.* 2013), razón por la cual su uso se ha restringido en algunas localidades (Smith *et al.* 2013). Por otro lado, las tres sustancias alternativas usadas presentaron una actividad molusquicida significativa, sin embargo, el hipoclorito de sodio pese a que es ampliamente usado en la eliminación de microorganismos como hongos, bacterias y protozoarios (Estrela *et al.* 2002), no es recomendable ya que puede generar daños en las plantas y el suelo (Ingersoll 2013).

Las propiedades molusquicidas de los dos extractos vegetales utilizados en esta investigación se deben a diferentes compuestos. *Jatropha curcas* es una planta de la familia Euphorbiaceae la cual debe su actividad molusquicida a la presencia de antraquinonas y polifenoles, los cuales participan en la activación

de la proteína kinasa C, la cual hace parte vital de la señalización de varias vías metabólicas (Liu *et al.* 1997). Por otra parte, el guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) es un árbol de la familia Bignonaceae, la cual presenta hidrotectol, un compuesto naftalénico con actividad molusquicida que interfiere en la señalización celular, bloqueando pasos en vías metabólicas importantes para el animal (Liu *et al.* 1997).

La propagación del caracol gigante africano y sus implicaciones económicas y sanitarias en Colombia han impuesto la necesidad de la implementación de métodos de control y erradicación efectivos (De La Ossa-Lacayo *et al.* 2012). Sumado a que esta especie presenta una mayor densidad y posibilidad de invasión en zonas pobres donde las condiciones de higiene son deficientes (Bhattacharyya *et al.* 2015), hacen que estas estrategias deban ser de fácil acceso para la comunidad. Los extractos vegetales utilizados en esta investigación se constituyen como una alternativa para la erradicación del caracol gigante africano, pues son económicos al no requerir equipos o químicos para su elaboración. Además, estas especies vegetales están distribuidas de forma natural en las localidades evaluadas (Janick *et al.* 2008) y no generan efectos negativos sobre vertebrados, invertebrados o plantas. Fases posteriores de investigación requieren del uso de estos extractos vegetales en condiciones naturales para verificar su efectividad. De igual manera es importante evaluar la eficacia de estos extractos a diferentes concentraciones, con el fin de mejorar la efectividad en el control del caracol gigante africano.

Conclusiones

La remoción manual y la remoción manual con aspersión de cal (óxido de calcio) presentaron eficacias similares, por lo cual se recomienda que la cal solo sea implementada para la disposición final de los individuos colectados, disminuyendo costos y efectos negativos en la artropofauna. Esta investigación provee evidencia que extractos vegetales de *J. curcas* y *T. rosea*, especies vegetales de fácil acceso pueden constituirse en alternativas eficaces para el control del caracol gigante africano, especie exótica de grandes implicaciones a nivel económico y sanitario, que ha mostrado una expansión constante en el

territorio colombiano. Investigaciones posteriores deberían implementar estas sustancias en condiciones naturales, así como mejorar las técnicas de extracción de los elementos molusquicidas.

Agradecimientos

A Rodrigo Lozano, Baltazar Gonzales, Laura Obando, Diego Córdoba, Natalia Rivera, Santiago Arboleda, María Angélica Prado por su colaboración durante las campañas de muestreo. A Jen Grauer por su colaboración en la traducción del resumen. A Pablo Emilio Flórez y María Isabel Salazar por sus recomendaciones a lo largo del proyecto. Este trabajo fue cofinanciado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Universidad del Valle, a través del proyecto “Generación de información de línea base sobre la especie invasora *Achatina fulica* en el departamento del Valle del Cauca”, Fase 1: Convenio 028 de 2013, Fase 2: convenio 054 de 2014. Mario Garcés tiene una beca del programa de doctorados internacionales de Colciencias.

Bibliografía

- Alberico, M., C. A. Saavedra-R. y H. García-Paredes. 2004. Criterios para el diseño e instalación de casas para murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle del Cauca, Colombia). *Actualidades Biológicas* 26: 5-11.
- Albuquerque, F. S., M. C. Peso-Aguilar y M. J. T. Assuncao-Albuquerque. 2008. Distribution, feeding behavior y control strategies of the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 68 (4): 837-842.
- Alicata, J. E. 1965. Biology y distribution of the rat lungworm, *Angiostrongylus cantonensis*, and its relationship to eosinophilic meningoencephalitis and other neurological disorders of man y animals. *Advances in Parasitology* 3: 223-248.
- Álvarez, L. H., M. D. Heredia y M. C. Hernández. 1984. Reproducción del cucarachero común (*Troglodytes aedon*, Aves Troglodytidae) en el Valle del Cauca. *Caldasia* 14 (66): 85-124.
- Battles, J. J., T. J. Fahey, Jr, C. T. Driscoll, J. D. Blum y C. E. Johnson. 2013. Restoring soil calcium reverses forest decline. *Environmental Science & Technology Letters* 1 (1): 15-19.
- Bhattacharyya, B., H. M. Mrinmoydas, D. J. Nath y S. Bhagawati. 2015. Bioecology and management of giant African snail, *Achatina fulica* (Bowdich). *International Journal of Plant Protection* 7 (2): 476-681.
- Bowdich T. E. 1822. Elements of Conchology, including the fossil genera y the animals. Part I. Univalves. Printed by J. Smith, sold by Treuttel & Würtz, Paris. 79 pp.
- Bustamante, P., B. Lizama, G. Olaíz y F. Vázquez. 2001. Ftalatos y efectos en la salud. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 17 (4): 205-215.
- Constantino-Santos, D. M. A, Z. U. Basiao, C. M. Wade, B. S. Santos y I. K. C. Fontanilla. 2014. Identification of *Angiostrongylus cantonensis* and other nematodes using the SSU rDNA in *Achatina fulica* populations of Metro Manila. *Tropical Biomedicine* 31 (2): 327-335.
- Covacevich, F. y H. E. Echeverría. 2003. Utilización de formaldehído para la erradicación de hongos micorríticos arbusculares de muestras de suelo. *Ciencia del Suelo* 21: 9-17.
- De la Ossa-Lacayo, A., J. De la Ossa y C. A. Lasso. 2012. Registro del caracol africano gigante *Achatina fulica* (Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, Costa Caribe de Colombia. *Biota colombiana* 13 (2): 247-252.
- De Winter, A. J. 1989. New records of *Achatina fulica* Bowdich from the Côte d’Ivoire. *Basteria* 53: 71-72.
- Estrela, C., C. R. Estrela, E. L. Barbin, J. C. E. Spanó, M. A. Marchesan y J. D. Pécora. 2002. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal* 13 (2): 113-117.
- Fakrudin, B., S. H. Prakash, K. B. Krishnareddy, P. B. Prasad, B. V. Patil y M. S. Kuruvinashetti. 2004. Ecofriendly way to keep away pestiferous Giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich from nursery beds. *Current Science* 87: 1657.
- Fenwick, A. y M. A. Amin. 1983. Marking snails with nail varnish as a field experimental technique. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 77 (4): 387-390.
- Giraldo, A., W. Bolívar y A. González. (Eds.). 2014. Caracol africano en el Valle del Cauca: línea base para el Valle del Cauca. Grupo de Investigación en Ecología Animal, Universidad del Valle. Cali, Colombia. 19 pp.
- Griffiths, O., A. Cook y S. M. Wells. 1993. The diet of introduced carnivorous snail *Euglandina rosea* in Mauritius and its implication for threatened island gastropod faunas. *Journal Zoology* 229 (1): 79-89.
- Haynes, R. J. 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. *Plant and Soil* 68 (3): 289-308.
- Hoyos-Rengifo, R. A. 2012. Instructivo sobre el potencial y sostenible del recurso suelo como apoyo a una estrategia de educación ambiental a los productores de Pila (*Ananas Comusus*) (L) en el corregimiento Los Alpes, municipio de Dagua, Valle del Cauca, Colombia. Informe Técnico. Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Ciencias Ambientales, Programa de Administración del Medio

- Ambiente y de los Recursos Naturales. Cali, Colombia. 124 pp.
- Ingersoll, C. G., E. L. Brunson, D. K. Hardesty, J. P. Hughes, B. L. King y T. P. Catherine. 2013. Use of lethal short-term chlorine exposures to limit release of nonnative freshwater organisms. *North American Journal of Aquaculture* 75 (4): 487-494.
- Janick, J. y R. E. Paull (Eds.). 2008. The encyclopedia of fruit and nuts. Cabi Publishing. 972 pp.
- Ku, R. H. y R. E. Billings. 1984. Relationships between formaldehyde metabolism and toxicity and glutathione concentrations in isolated rat hepatocytes. *Chemico-biological Interactions* 51 (1): 25-36.
- Liu, S. Y., F. Sporer, M. Wink, J. Jourdane, R. Henning, Y. L. Li y A. Ruppel. 1997. Anthraquinones in *Rheum palmatum* and *Rumex dentatus* (Polygonaceae), and phorbol esters in *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus*. *Tropical Medicine & International Health* 2 (2): 179-188.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas y M. de Poorter. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database: Invasive Species Specialist Group. Auckland, New Zealand. 12 pp.
- Maldonado, J. A., R. O. Simões, A. P. Oliveira, E. M. Motta, M. A. Fernandez, Z. M. Pereira, S. S. Monteiro, E. J. Lopes-Torres y S. Carvalho-Thiengo. 2010. First report of *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in *Achatina fulica* (Mollusca: Gastropoda) from Southeast and South Brazil. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 105 (7): 938-941.
- Martínez-Escarbassiere, R., E. Martínez y O. Castillo. 2008. Distribución geográfica de *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Bowdich, 1822) (Gastropoda-Stylommatophora-Achatinidae) en Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 169: 93-106.
- MAVDT. 2008. Resolución Número 0848 del 23 de mayo de 2008. Por el cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT, Colombia.
- MAVDT 2011. Resolución 0654 del abril 7 de 2011. Adopta medidas que deben seguir las autoridades ambientales para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT, Colombia.
- Moreau, P., T. Burgeot y T. Renault. 2014. In vivo effects of metal dehyde on Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: comparing hemocyte parameters in two oyster families. *Environmental Science and Pollution Research* 22 (11): 8003-8009.
- Morera, P. 1973. Life history and redescription of *Angiostrongylus costaricensis*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 22: 613-62.
- Morera, P. y R. Céspedes. 1971. *Angiostrongylus costaricensis* n. sp. (Nematoda: Metastrongyloidea), a new lungworm occurring in man in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 18 (1-2): 17.
- Muniappan, R., G. Duhamel, R. M. Santiago y D. R. Acay. 1986. Giant African snail control in Bugsuk Island, Philippines, by *Platydemus manokwari*. *Oleagineaux* 41: 183-186.
- Neuhauss, E., M. Fitarelli, J. Romanzini y C. Graeff-Teixeira. 2007. Low susceptibility of *Achatina fulica* from Brazil to infection with *Angiostrongylus costaricensis* and *A. Cantonensis*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102: 49-52.
- Olson, F. J. 1973. The screening of candidate molluscicides against the giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich (Stylommatophora: Achatinidae). University of Hawaii. Hawaii. 98 pp.
- Pattamarnon, T. 2004. Shell morphological differences and genetic variation of the giant African snail *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) in Thailand. Ph.D. Thesis, Suranaree University of Technology, Thailand.
- Peter, D., M. Widmer y T. Craven. 2012. Control of pest snail and slugs. *Western Australian Agriculture Authority, Garden note* 12: 530.
- Peterson, G. D. 1957. Studies on control of the giant African snail on Guam. *Hilgardia* 26 (16): 643-658.
- Rangel, E. S. y J. Edgar. 2003. Analysis of sea level data sequences in Colombian pacific and its relationship to climate change. *Meteorología Colombiana* 7: 53-66
- Raut, S. K. y G. M. Barker. 2002. *Achatina fulica* Bowdich and other Achatinidae as pest in tropical agricultura. Pp: 55- 114. En: Barker, G. M. (Ed.). Mollusc as crop pest. CABI publishing. Hamilton, New Zealand.
- Ritter, C., E. Richter, I. Knölek y K. U. Katroschan. 2014. Laboratory studies on the effect of calcium cyanamide on wireworms (*Agriotes ustulatus*, Coleoptera: Elateridae). *Journal of Plant Diseases and Protection* 121 (3): 133-137.
- Sabina-Molina, D., A. Espinosa-Brito, R. Nieto-Cabrera, O. Chávez-Troya, S. J. Romero-Cabrera y A. Díaz-Torralbas. 2009. Brote epidémico de meningoencefalitis eosinofílica en una comunidad rural. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 61 (1): 75-81.
- Silva, T. M. S., T. G. Da Silva, R. M. Martins, G. L. A. Maia, A. G. S. Cabral, C. A. Camara, M. F. Agra y J. M. Barbosa-Filho. 2007. Molluscicidal activities of six species of Bignoniaceae from northeastern Brazil,

- as measured against *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 101 (4): 359-365.
- Simberloff, D. y P. Stiling. 1996. Risks of species introduced for biological control. *Biological Conservation* 78 (2): 185-192.
- Smith, J. W. y G. Fowler. 2003. Internal Report. Pathway risk assessment for Achatinidae with emphasis on the giant African land snail, *Achatina fulica* (Bowdich and Limicolaria aurora (Jay) from the Caribbean and Brazil, with comments on related taxa *Achatina achatina* (Linne) and *Archachatina marginata* (Swainson) intercepted by PPQ. USDA-APHIS. Center for plant Health Science y Technology, Raleigh (N.C.).
- Smith, T. R., J. White-Mclean, K. Dickens, A. C. Howe y A. Fox. 2013. Efficacy of four molluscicides against the giant African snail, *Lissachatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae). *Florida Entomologist* 96 (2): 396-402.
- Subramanyam, B. y R. Roesli. 2000. Inert dust. Pp: 321-379. En: Subramanyam, B. y D. W. Hagstrum (Eds.). Alternatives to pesticides in stored product IMP. Kluwer Academic Publishers. Boston, MA. USA.
- Takeda, N. y T. Ozaki. 1986. Induction of locomotor behaviour in the giant African snail, *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 83: 77-82.
- Takeuchi, K., S. Koyano y K. Numazawa. 1991. Occurrence of the giant African snail in Ogasawara islands, Japan. *Micronesica* 3: 109-116.
- Zhang, X. P., T. Y. Ning, Y. Yang, T. Sun, S. M. Zhang y B. Wang. 2015. Effects of different application rates of calcium cyanamide on soil microbial biomass and enzyme activity in cucumber continuous cropping. *The Journal of Applied Ecology* 26 (10): 3073.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey. 663 pp.

Mario F. Garcés-Restrepo
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.

Doctoral student in Wildlife Ecology
University of Wisconsin-Madison
garcresrestre@wisc.edu

Angie Patiño-Montoya
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.
angie.montoya317@gmail.com

Mónica Gómez-Díaz
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal
Cali, Colombia.
monica.gomez.d@correounivalle.edu.co

Alan Giraldo
Universidad del Valle Grupo de Investigación en Ecología Animal,
Cali, Colombia.
alan.giraldo@correounivalle.edu.co

Wilmar Bolívar-García
Universidad del Valle,
Grupo de Investigación en Ecología Animal,
Cali, Colombia.
wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co

Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia.

Cítese como: Garcés-Restrepo, M., A. Patiño-Montoya, M. Gómez-Díaz, A. Giraldo y W. Bolívar-García . 2016. Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 44-52. DOI: 10.21068/C2016v17r01a04

Recibido: 10 de mayo de 2016
Aprobado: 4 de agosto de 2016

Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Ephemeroptera associated with eight rivers in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Esteffany P. Barros-Núñez y Cristian E. Granados-Martínez

Resumen

Los Ephemeroptera son un orden de insectos de gran importancia en la comunidad béntica, por ser bioindicadores de la calidad del agua, considerándose claves para la conservación. A pesar de la densa red hidrográfica de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), región Caribe de Colombia, el conocimiento de los ensamblajes de macroinvertebrados acuáticos es insuficiente. Los estudios limnológicos se han centrado mayormente en el río Gaira. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición y estructura del orden Ephemeroptera en ocho ríos de la SNSM. Las muestras fueron colectadas entre octubre-noviembre de 2013. Se midieron parámetros físicos-químicos *in situ*, los nutrientes y microorganismos se analizaron en laboratorio. Además, se determinó la composición y la abundancia taxonómica; así mismo se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) con los parámetros biológicos, físico-químicos y microbiológicos. Se colectaron un total de 1924 individuos distribuidos en 5 familias y 12 géneros. Los taxa más abundantes fueron *Leptohyphes* (25 %), *Baetodes* (25 %) y *Prebaetodes* (9 %). De acuerdo con el ACC la temperatura fue la variable que mejor explicó la varianza de la presencia de los taxones. Los afluentes de la SNSM son importantes reservorios de diversidad de organismos acuáticos. Los resultados obtenidos son un aporte al conocimiento del orden Ephemeroptera.

Palabras clave. Composición. Cuenca del Caribe. Departamento del Cesar. Departamento del Magdalena. Macroinvertebrados acuáticos.

Abstract

The Ephemeroptera are an order of insects very important in the benthic community, being bio-indicators of water quality, considering key conservation. Despite the dense hydrographic network of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia Caribbean region, knowledge of aquatic macroinvertebrates assemblage is insufficient; limnological studies have focused mostly on the Gaira River. The aim of this study was to determine the composition and structure of the order Ephemeroptera in eight rivers of the SNSM. The samples were collected between October-November 2013. In situ physical and chemical parameters were measured; nutrients and microorganisms were analyzed in the laboratory. In addition, the taxonomic composition and abundance was determined; Likewise Canonical Correspondence Analysis (CCA) with the physico-chemical and microbiological biological parameters was performed. 1924 individuals distributed in five families and 12 genera were collected. The most abundant taxa were *Leptohyphes* (25 %), *Baetodes* (25 %), and *Prebaetodes* (9 %). According to the CCA, the temperature was the variable that best explained the variance of the presence of taxa. The basins of the SNSM remain important reservoirs of diversity of aquatic organisms. The results are a contribution to the knowledge of the order Ephemeroptera.

Key words. Aquatic macroinvertebrates. Caribbean basin. Composition. Cesar State. Magdalena State.

Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son estudiados principalmente como bioindicadores de calidad de agua, puesto que son receptivos a las alteraciones del ambiente donde viven (Zúñiga y Cardona 2009). Por su parte, los Ephemeroptera tienen una gran abundancia en el ensamblaje de insectos acuáticos de los ambientes lóticos y cumplen distintas funciones ecológicas, por las cuales se considera importante su conservación, ya que en la red trófica conectan a los productores primarios con los consumidores secundarios (Ortáz 1993, Gonzalez *et al.* 2009, Gutiérrez 2012).

Actualmente para América del Sur se han reportado aproximadamente 100 géneros y 460 especies de Ephemeroptera (Gutiérrez y Dias 2015). En Colombia Dias *et al.* (2009) reportaron 9 familias, 53 géneros y 67 especies, estos registros representan aproximadamente el 53 % de los géneros y el 14,6 % de las especies conocidas para la fauna de Ephemeroptera en Sur América. Hasta el momento en la SNSM se reportan 11 géneros (*Americabaetis*, *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Mayobaetis*, *Nanomis*, *Lachlania*, *Leptohyphes*, *Prebaetodes*, *Tricorythodes*, *Thraulodes* y *Terpides*) distribuidos en las familias Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Oligoneuridae (Escobar 1989, Guerrero-Bolaño *et al.* 2003, Martínez 2010, Rodríguez-Barrios 2011, Eyes-Escalante *et al.* 2012, Granados-Martínez 2013, Tamaris-Turizo *et al.* 2013, Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo 2014, Rúa *et al.* 2015).

Durante los últimos años en la SNSM los asentamientos y las áreas cultivadas (p. e. café, palma africana, cacao, lulo) se han incrementado (Pro-Sierra *et al.* 1998). Esto genera problemas de oferta hídrica, ya que las aguas servidas de las zonas pobladas y los desechos de cultivos son descargados a los afluentes sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando la contaminación del recurso hídrico (Viloria 2005) y pérdida de la diversidad. El objetivo principal de este trabajo fue determinar la composición y estructura del orden Ephemeroptera en ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Material y métodos

Área de estudio

La SNSM es un macizo montañoso aislado de la cordillera de los Andes, situado al norte de Colombia, entre los 10° 01' 05" y 11° 20' 11" N y los 72° 36' 16" y 74° 12' 49" O. Su apariencia es la de una pirámide de base triangular, con un área aproximada de 12230 km² calculados a partir de nivel de los 200 m s.n.m. que la circundan. El flanco norte bordea el Mar Caribe desde las tierras planas y áridas del sur de la península Guajira hasta los alrededores de Santa Marta, en la desembocadura del río Manzanares. El flanco occidental limita con el Mar Caribe, la Ciénaga Grande de Santa Marta y la planicie aluvial del río Magdalena, desde la desembocadura del río Manzanares hasta la población de Bosconia. Finalmente, el flanco oriental está enmarcado por los valles de los ríos Cesar al sur y Ranchería al norte, entre Bosconia y la población de Cuestecitas (Pro-Sierra *et al.* 1998).

El estudio se realizó en la época de lluvias (octubre-noviembre) de 2013 en ocho afluentes de la SNSM ubicados en los departamentos del Magdalena y Cesar (Colombia) (Figura 1). La altura de los afluentes estudiados varió desde los 51 hasta los 1363 m s.n.m., las coordenadas y las alturas se encuentran en la tabla 1. Las estaciones de muestreo (Figura 2) presentaban intervención antrópica moderada, dada por asentamientos y agricultura y establecimiento de diques.

Métodos de muestreo

Siguiendo la metodología propuesta por Frissell *et al.* (1986), en cada afluente se seleccionaron tres tramos de 100 m, de acuerdo a las consideraciones espaciales, con el criterio de suficiente heterogeneidad microgeomorfológica y el sistema de rápidos y remansos desarrollado por Dunne y Leopold (1978), para luego seleccionar un conjunto de rápidos y remansos (Rodríguez-Barrios 2011).

En los sitios, con la ayuda de una red Surber con apertura de malla de 250 µm (área de muestreo=0,09 m²), se tomaron 10 muestras en cada punto de muestreo.

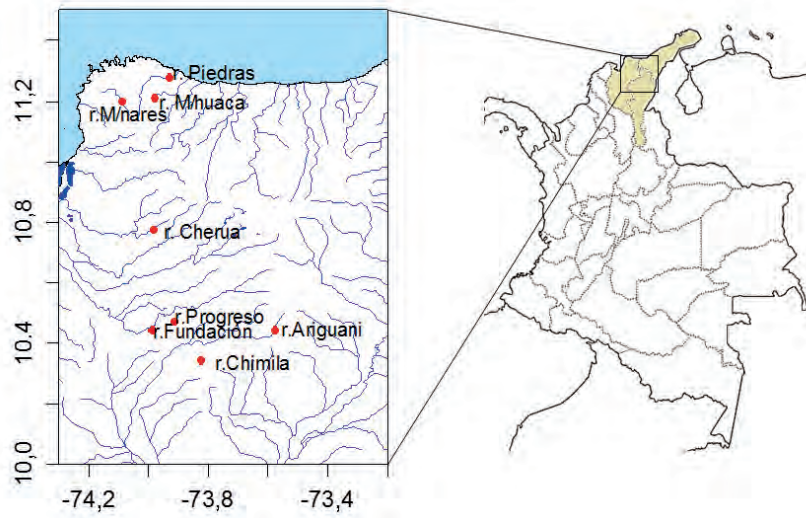


Figura 1. Ubicación de las ocho estaciones de muestreo en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo y los parámetros fisicoquímicos. Tem-°C: temperatura, Cond: conductividad, OD: oxígeno disuelto, Sol: sólidos totales, CT: coliformes totales, CF: coliformes fecales, NO²: nitrito, NO³: nitrato, PO⁴: fosfatos

Ríos	Coordenada geográfica	Altura (m s.n.m.)	pH	Temp. (°C)	Cond (μS/cm)	OD (mg/L)	Sol	CT (NM-P/100ml)	CF (NM-P/100ml)	NO ² (ug/L)	NO ³ (ug/L)	PO ⁴ (ug/L)
Piedras	N11°16,6' 5" W73°55' 97,0"	51	8,6	30	129,3	6,7	64	453	30,8	0,65	1,89	3,90
Mendihuaca	N11°12' 36,6" W73°58' 41,2"	865	7,8	22,5	75,4	7,6	38,5	1011,2	14,2	0,35	1,02	2,10
Cherua	N10°46' 25,9" W73°58' 59,7"	1363	8,2	19,3	104,9	7,5	40,1	0,3	227,7	0,35	4,03	2,69
Fundación	N10°26' 42,0" W73°59' 19,0"	283	7,9	23,5	117,7	6,9	53,1	0,6	1011,2	0,68	2,09	2,59
Progreso	N10°28' 9,83" W73°54' 77,6"	872	7,6	23	85,9	6,2	121	196,8	71,3	0,41	14,51	2,59
Chimila	N10°20' 37,7" W73°49' 23,7"	441	7,7	26,7	73,3	7,5	130	1011,2	14,2	0,3	1	1
Ariguani	N10°26' 41,3" W73°34' 44,4"	1205	7,6	21,5	173,5	7,7	81,4	324,8	24,1	0,29	9,86	2,12
Manzanares	N11°12' 15,3" W74°05' 53,4"	236	7	26	76	6,5	55	500	12	0,6	0,2	1



Figura 2. Estaciones de muestreo (ríos). a) Manzanares, b) Piedras, c) Mendihuaca, d) Cherua, e) Fundación, f) Progreso, g) Chimila y h) Ariguani.

Los macroinvertebrados bentónicos fueron colectados removiendo manualmente el sustrato en frente de la red. El material extraído por la red Surber, fue limpiado, seleccionado en campo y rotulado en bolsas de polietileno y frascos plásticos, para finalmente almacenarlo en alcohol al 96 %.

En cada punto de muestreo se midieron las variables físico-químicas (temperatura T °C, conductividad μScm^{-1} , pH, oxígeno disuelto OD mg/L y sólidos totales ppm), utilizando una sonda multiparámetro Symphony modelo 13165A0007. Además, se tomaron muestras de 500 ml de agua en botellas plásticas, para llevarlas y analizar los nutrientes y componentes microbiológicos con los protocolos de Standard Methods en el laboratorio de calidad de agua de la Universidad del Magdalena (nitritos - NO₂, nitratos - NO₃, fosfatos - PO₄, coliformes totales - CT y coliformes fecales - CF).

Análisis de datos

En el laboratorio, las muestras fueron revisadas bajo el estereoscopio NIKON SMZ745T. El material biológico fue determinado hasta el nivel taxonómico de género. Para la identificación taxonómica se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Roldán-Pérez 1996, Fernández y Domínguez 2001, Domínguez *et al.* 2006, Flowers y De la Rosa 2010). Los especímenes se depositaron en la colección de macroinvertebrados acuáticos del laboratorio del Grupo en Ecología Neotropical (GIEN).

Se estimó la abundancia de cada familia y género para los ríos. Por otro lado, se analizó la estructura de las poblaciones mediante el análisis de la diversidad y abundancia de los organismos presentes utilizando índices de Dominancia (D=), diversidad Shannon Weaver (H=) y Equidad (J=) (Ramírez y Viña 1998).

Para analizar la relación entre las variables ambientales y los efemerópteros se realizó en Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) utilizando el programa estadístico PAST.3 (Hammer *et al.* 2001), se transformaron las abundancias de los géneros a Log (x+1), esta transformación reduce la influencia de los valores grandes y elimina las distintas escalas de medidas (Greenacre 2008).

Resultados

Parámetros físicoquímicos

El valor de pH varió entre 7,0 (Manzanares) y 8,6 (Piedras). La menor temperatura se registró en el afluente Cherua (19,3 °C) y la mayor se registró en la estación Piedras (30 °C). La conductividad osciló entre 73,3 $\mu\text{S/cm}$ (Chimila) y 173,5 $\mu\text{S/cm}$ (Ariguani). Los valores de oxígeno disuelto (OD) variaron entre 6,2 mg/L (Progreso) y 7,7 mg/L (Ariguani). La menor cantidad de sólidos disueltos se presentó en el río Mendihuaca, mientras que la mayor cantidad en Chimila. Con respecto a los coliformes fecales, los afluentes que registraron menor cantidad

fueron el afluente Cherua y el río Fundación, mientras que los mayores fueron los afluentes Mendihuaca y Chimila. El menor valor de coliformes fecales fue 12 NMP/100ml registrado en el río Mendihuaca, mientras que el mayor valor fue 1011,2 NMP/100ml registrado para el río Fundación, en tanto a los nutrientes el menor valor de nitrito, lo registraron los afluentes Ariguani y Chimila (0,2 y 0,3 respectivamente), mientras que el mayor valor lo registró el río Fundación (0,6). Con respecto a los valores de nitratos, los menores valores fueron registrados en los afluentes Manzanares (0,2) y Chimila (1), mientras que el mayor valor se registró en la estación Progreso (14,5). Los menores valores de fosfatos se registraron en las estaciones Manzanares y Chimila (1), mientras que el mayor valor fue registrado en el río Piedras (3,9).

Composición y abundancia

En total se registraron 1924 individuos distribuidos en cinco familias y 12 géneros (Tabla 2). Las mayores abundancias se presentaron en las estaciones Mendihuaca con una abundancia del 23 %, Fundación (20 %) y Piedras (19 %), en contraste con la estación Manzanares que representó solo un 2 %, siendo la de menor abundancia registrada en los ocho afluentes.

La familia Baetidae representó el 48 % de la muestra con un total de 914 individuos recolectados (la suma de todas las muestras). En esta familia, el género *Baetodes* (Figura 3a) presentó la mayor abundancia con 481 individuos (53 % de los Baetidae y 25 % de los Ephemeroptera) y el género *Mayobaetis* fue el de menor abundancia con 49 individuos (5 % de Baetidae y 3 % de los Ephemeroptera). Seguidamente, la familia Leptohiphidae con 656 individuos (34 % de la abundancia), donde el género *Leptohyphes* (Figura 3b) se destacó como el más abundante de la familia (74 %) y del orden (25 %). El género de menor abundancia fue *Haplohyphes* (Figura 3c) representando el 0,5 % de los Leptohiphidae y en la muestra en general tampoco alcanzó a representar el 1 %, siendo el género de menor frecuencia en general. En cuanto a la familia Leptophlebiidae, que representó el 9 % de la muestra con 174 individuos, estuvo representada por los géneros *Thraulodes* con 137 individuos (79 % de Leptophlebiidae y 7 % de la muestra) y *Farrodes* con 37 individuos (21 % de Leptophlebiidae y 2 % del total). Por otra parte las familias de menor abundancia fueron Oligoneuriidae (8 %) y Caenidae (1 %) que estuvieron representadas por un género cada una, *Lachlania* con 163 y *Caenis* con 17 individuos, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución y abundancia (ind./0,9 m²) de los géneros de Ephemeroptera en la SNSM discriminados por estaciones.

Taxa/Estaciones		Piedras	Mendihuaca	Cherua	Fundación	Progreso	Chimila	Ariguani	Manzanares	Total
Baetidae	<i>Americabaetis</i>	19	17	40	20	0	4	0	2	102
	<i>Baetodes</i>	27	161	105	112	22	20	33	1	481
	<i>Camelobaetidius</i>	37	22	5	11	3	8	21	0	107
	<i>Mayobaetis</i>	0	5	2	0	0	0	42	0	49
	<i>Prebaetodes</i>	0	169	4	0	0	2	0	0	175
Caenidae	<i>Caenis</i>	9	0	0	0	0	0	0	8	17
Leptohiphidae	<i>Haplohyphes</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Leptohyphes</i>	212	42	36	116	18	11	42	9	486
	<i>Tricorythodes</i>	13	8	7	67	10	7	39	16	167
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	28	2	0	1	0	4	0	2	37
	<i>Traulodes</i>	13	18	0	13	9	12	72	0	137
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	0	0	17	56	5	4	81	0	163

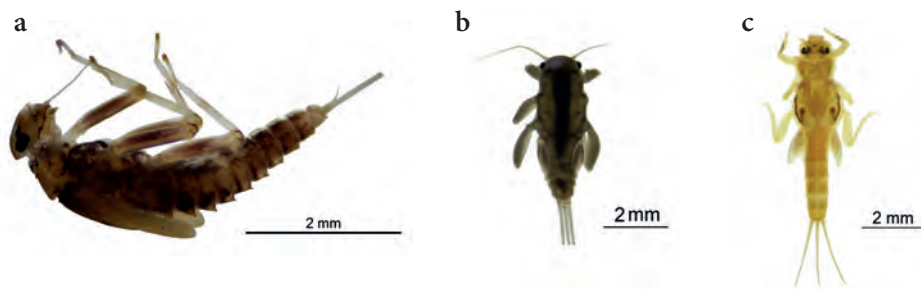


Figura 3. a y b) Efemerópteros de mayor abundancia total en el muestreo. Género *Baetodes*, familia Baetidae y *Leptohyphes*, familia Leptohyphidae, c) Género *Haplohyphes*, familia Leptohyphidae, que fue el menos abundante y frecuente del muestreo general.

La familia Baetidae con cinco géneros se constituyó como la familia de mayor riqueza, seguida de las familias Leptohyphidae con tres géneros y Leptophlebiidae con dos géneros. Por otra parte las familias Caenidae y Oligoneuriidae se vieron representadas por un género cada una.

En cuanto a los índices de diversidad, la estación Chimila presentó la mayor riqueza de géneros (10), seguida de Mendihuaca (9), las estaciones con las menores riquezas fueron Progreso (6) y Manzanares (6). En cuanto a las abundancias, las más altas se registraron para Mendihuaca con 444 y Fundación con 396 individuos. Las estaciones con las dominancias más altas fueron Chimila y Ariguaní con 0,85 y 0,83 respectivamente. En términos de diversidad los sitios con los valores más altos fueron Chimila y Fundación con 2,08 y 1,67 Bit/ind respectivamente, la equitatividad más alta se registró en las estaciones Ariguaní con un valor de 0,95, seguida de Chimila con 0,94 (Tabla 3).

El ACC reportó el 63,83 % de la varianza total explicada en los ejes 1 y 2 a través de los valores de la inercia de la matriz. El primer eje relacionó las estaciones de Manzanares (1,32) y Piedras (0,64) a las variables fisicoquímicas de NO_3 y $T^\circ\text{C}$, ubicando en el lado positivo de esta dimensión a los géneros *Caenis*, *Farrodes* y *Americabaetis*. Mientras que en el extremo negativo de este eje se asociaron la estación de Ariguaní (-0,48) con las variables OD, NO_2 en presencia de los géneros *Mayobaetis*, *Lachlania*, *Prebaetodes* y *Thraulodes*. En el segundo eje la estación con el mayor peso explicativo fue

Mendihuaca (0,67) la cual se agrupa con la variable CT vinculando a su vez en el lado positivo del eje a los géneros *Prebaetodes*, *Haplohyphes* y *Americabaetis*. Del margen negativo del eje se encuentra la estación Ariguaní (-0,45) asociada a los parámetros μS y NO_3 , asimismo los géneros *Lachlania*, *Tricorythodes*, *Caenis* y *Thraulodes* (Figura 4).

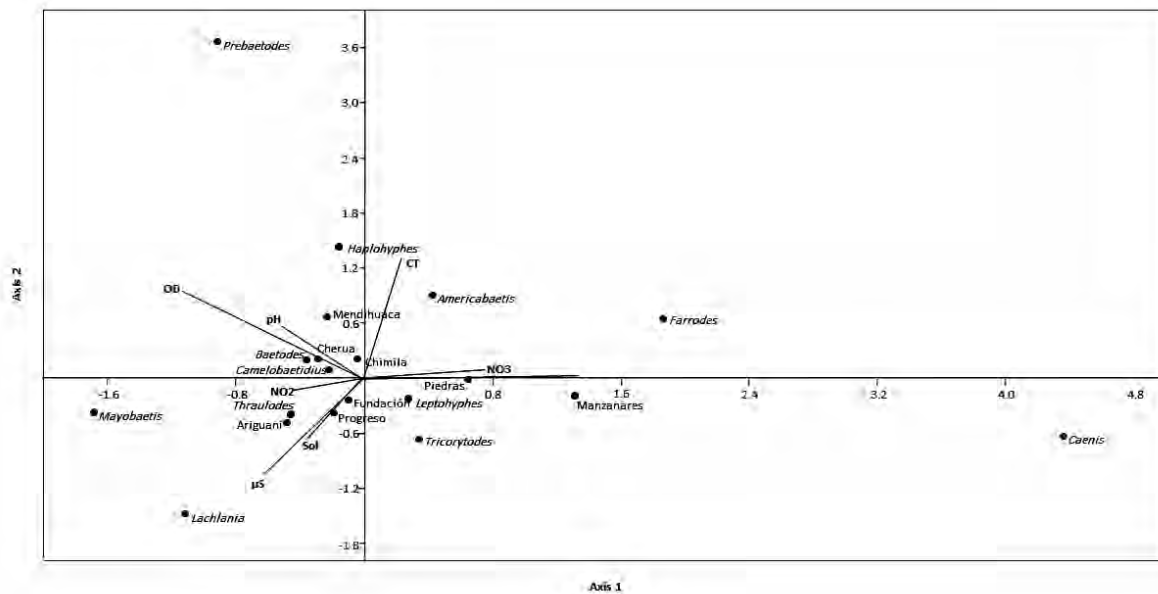
Discusión

Los valores de pH obtenidos en el estudio coinciden con datos registrados en trabajos realizados en ríos de la SNSM, los cuales van desde la neutralidad hasta valores básicos, explicando la capacidad tampón del agua (Granados-Martínez 2013). Por otra parte, los valores de estas variables difieren del rango establecido según Roldán-Pérez (1996). Una posible explicación es el proceso de orogénesis de la SNSM que trae consigo rocas con composición rica en minerales cuyos iones aumentan los valores de conductividad y pH (Idárraga-García *et al.* 2011).

Los valores de oxígeno disuelto, conductividad y sólidos totales en este estudio, son similares a los reportados por Martínez (2010), Rodríguez-Barrios (2011), Granados-Martínez (2013) y Serna *et al.* (2015). Los niveles de oxígeno encontrados en este estudio (entre 6,2 y 7,7 mg/l) favorecen la supervivencia de la biota presente. Aunque los valores de conductividad no coinciden con los característicos de ríos oligotróficos ($<50 \mu\text{S}/\text{cm}$), tampoco se consideran como aguas fuertemente mineralizadas ya que los valores no sobrepasan los $500 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Roldán-Pérez y Ramírez 2008).

Tabla 3. Valores de los índices de diversidad por estación.

Estaciones	Riqueza	Abundancia	Simpson (1-D)	Shannon (H)	Equitability (J)
Piedras	8	358	0,62	1,42	0,68
Mendihuaca	9	444	0,70	1,51	0,68
Cherua	8	216	0,69	1,47	0,71
Fundación	8	396	0,78	1,67	0,80
Progreso	6	67	0,77	1,60	0,89
Chimila	10	75	0,85	2,08	0,90
Ariguaní	7	330	0,83	1,86	0,95
Manzanares	6	38	0,71	1,43	0,80
Total	12	1924	0,83	2,05	0,82

**Figura 4.** Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC), ordenación de los dos primeros ejes.

Respecto a los nutrientes, en el río Piedras se registraron valores altos de nitrato, lo cual indica alguna descarga por parte de los pobladores de la zona, mientras que en otras zonas muestreadas los valores fueron evidentes, indicando la explotación agrícola cercana a los afluentes muestreados. Los análisis microbiológicos del agua establecen que todos los sitios se encuentran aptos para la recreación, según la legislación que rige el uso del agua para el país.

Los Ephemeroptera registrados para la SNSM en este trabajo representan el 55 % de las familias reportadas para Colombia y los géneros constituyeron 23 % de los establecidos. Al comparar los efemerópteros encontrados en este trabajo con estudios realizados en otras regiones del país, coincide en un 71 % de familias y en 29 % de los géneros reportados por Gutiérrez y Reinoso-Flórez (2010) para el departamento de Tolima; y para el departamento de Caldas concuerda en un 83 % de las familias y 46 % de los géneros con el trabajo de Gutiérrez y Dias (2015).

De igual manera se comparó el número las familias y géneros reportados con otros trabajos realizados en la SNSM, de lo cual coincidió con la totalidad de las familias ya registradas y se genera el reporte de la familia Caenidae en los afluentes Manzanares y Piedras. En cuanto a los géneros en las áreas muestreadas no se reporta la presencia de *Nanomis* y *Terpides*, sin embargo, se realiza el registro de *Caenis* y *Haplohyphes*.

De acuerdo a lo anterior, la representatividad de géneros del estudio actual sería relativamente baja si se compara con el resto del país y similar a lo reportado por los diversos trabajos de la SNSM. Sin embargo, los resultados de otros estudios de macroinvertebrados en la SNSM evidencian que en los muestreos realizados en épocas secas se reportan mayores abundancias de individuos, debido a que las épocas de lluvias implican que los organismos tengan una alta posibilidad de ser arrastrados por las fuertes e impredecibles corrientes que se dan en estos períodos (Tomanova *et al.* 2006, Granados-Martínez 2013), considerando esto los valores de abundancias son altos teniendo en cuenta la intensidad y la época del muestreo.

La familia Baetidae se constituyó en la de mayor riqueza en este estudio. Es característica de quebradas y ríos no contaminados. Algunos géneros como *Baetodes* y *Camelobaetidius*, son abundantes en zonas con fuertes corrientes (Flowers y De la Rosa 2010) dando lugar a que el género de mayor abundancia general del muestreo fue *Baetodes*, coincidiendo a su vez con estudios realizados en el país de la familia Baetidae (Forero-Céspedes y Reinoso-Flórez 2013).

Por otra parte, en la familia Leptohiphidae que se caracteriza por tener una variada gama de microhábitas y diferente perfil longitudinal (Zúñiga *et al.* 2004, Gutiérrez 2012). El género *Leptohiphes* considerado uno de los componentes más abundantes de la fauna Ephemeroptera resultó ser el más abundante de la muestra, una posible explicación es que este género tolera muy bien ríos con gran cantidad de material en suspensión y con alguna carga de desechos orgánicos antrópicos (Zúñiga *et al.* 2004, Gutiérrez y Reinoso-Flórez 2010). Por otra parte, en la estación de Chimila se hace el primer reporte del género *Haplohyphes*, el cual habita principalmente en ríos limpios de corriente moderada a fuerte y en la familia es el género de mayor sensibilidad a alteraciones del hábitat y la calidad del agua (Zúñiga *et al.* 2004). Además se encuentran en los mismos ambientes que las de *Tricorythodes*, con los que comparte el aspecto general de la forma del cuerpo, que según estudios realizados en ríos de la cuenca del río Gaira (SNSM) se reportan mayores abundancias en la parte media-baja del afluente (Tamaris-Turizo *et al.* 2013). Aunque los géneros *Farrodes* y *Thraulodes* (Leptophlebiidae) se consideran de frecuencia recurrente en las corrientes hídricas del neotrópico (Zúñiga *et al.* 2013) solo representaron el 2 % y 7 % respectivamente de la totalidad de individuos colectados. Sin embargo, en la estación de Ariguani los *Thraulodes* presentaron una abundancia relativa del 22 % confirmando lo reportado en otros trabajos donde este género presenta sus mayores abundancias en afluentes de mayor tamaño y caudal (Zúñiga *et al.* 2013).

Teniendo en cuenta que una comunidad natural se caracteriza por tener una alta diversidad, los valores de diversidad altos tienen explicación en el buen balance de las comunidades, evidencia de ello en el estudio son los valores de equitatividad dados para

los sitios de muestreo (Roldán-Pérez 1999). Además, la dominancia de los sectores de Chimila y Ariguani estuvo dada por los géneros *Baetodes*, *Thraulodes* y *Leptohyphes* posiblemente por su capacidad de tolerancia a las alteraciones y adaptaciones morfológicas para resistir presión hidráulica (Gutiérrez y Reinoso-Flórez 2010).

Las variables explicativas del ACC indican que la distribución y establecimiento de los organismos se asocia principalmente a la temperatura debido al gradiente altitudinal. Teniendo en cuenta estos factores, la distribución de los taxa coincidió con el trabajo de Gutiérrez (2012), donde los géneros *Americabaetis*, *Baetodes* y *Leptohyphes* tuvieron la mayor distribución en el gradiente. Por otra parte, el género *Caenis* se reportó para las zonas bajas y el género *Haplohyphes* se reportó exclusivamente para una estación de zona media. Sin embargo, el género *Lachlania* difiere del registro de Gutiérrez (2012) donde se reporta el género desde los 1719 m s.n.m. y para la SNSM se encontró desde los 283 m s.n.m.

Conclusiones

Los afluentes de la SNSM presentan condiciones físico-químicas favorables para la conservación de macroinvertebrados, por tanto se constituyen como importantes reservorios de diversidad de organismos acuáticos, donde a pesar de los problemas de uso del suelo y agua todavía existen zonas en muy buen estado.

Los Ephemeroptera registrados para la SNSM en este trabajo representan un poco más de la mitad de las familias reportadas para Colombia y los géneros constituyeron una cuarta parte de los establecidos para el país. Las familias Baetidae y Leptohyphidae corresponden a las de mayor distribución en los afluentes estudiados, mientras que la familia Caenidae tuvo un menor registro. En tanto los géneros de mayor distribución atañen a *Tricorythodes* y *Leptohyphes*, en cambio *Haplohyphes* se encontró restringido a un área de muestreo.

La estación con el mayor número de registros corresponde a Mendihuaca, seguida de Fundación y Piedras. Siendo Chimila el afluente más representativo en cuanto a riqueza de géneros.

Teniendo en cuenta que los individuos se clasificaron taxonómicamente hasta género y que no se muestreo en todas las elevaciones posibles, ni todas las zonas de vida, se sugiere que la riqueza en cuanto a especies es mucho mayor, pero su potencial está aún por ser descubierto ya que es necesario profundizar en el conocimiento de esta diversidad, mediante trabajos que consten de muestreos más intensivos y que abarquen dos épocas hidroclimáticas.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada en el marco del proyecto “Propuesta de zonificación y ordenamiento ambiental de la reserva forestal Sierra Nevada de Santa Marta establecida mediante la ley 2ª de 1959”, ejecutado por la Universidad del Magdalena en convenio con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia. Agradecemos el apoyo brindado por el director del proyecto Yeison Gutiérrez Rojas. A Ana Jaimes, Ricardo Martínez y Farid Osorio por su apoyo en campo para la colecta de los individuos y al laboratorio 9 del grupo de investigación en Ecología Neotropical (GIEN) en el Instituto de Investigaciones Tropicales (Intropic) de la Universidad del Magdalena por el apoyo logístico en el trabajo de identificación taxonómica.

Bibliografía

- Dias, L. G., M. del C. Zúñiga y T. Bacca. 2009. Estado actual del conocimiento de Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. Pp. 236-253. *En*: Memorias 36 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín.
- Domínguez, E., C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard y C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. *En*: Adis, J., J. R. Arias, G. Rueda-Delgado y K. M. Wantzen (Eds.). Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofia-Moscow. 646 pp.
- Dunne, T. y L. B. Leopold. 1978. Water in Environmental Planning. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California. 818 pp.
- Escobar, A. 1989. Estudio de las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas* 18 (65): 45-60.
- Eyes-Escalante, M., J. Rodríguez-Barrios y L. C. Gutiérrez-Moreno. 2012. Descomposición de la hojarasca y su relación con los macroinvertebrados acuáticos del

- río Gaira (Santa Marta - Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 17 (1): 77-91.
- Fernández, H. R. y E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. 656 pp.
- Flowers, R y C. De la Rosa. 2010. Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical* 58: 2-34.
- Forero-Céspedes, A. y G. Reinoso-Flórez. 2013. Estudio de la familia Baetidae (Ephemeroptera: Insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: río Alvarado-Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 25: 12-21.
- Frissell, C. A., W. J. Liss, C. E. Warren y M. D. Hurley. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10 (2): 199-214.
- Guerrero-Bolaño, F., A. Manjarrés-Hernández y N. Núñez-Padilla. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana* 8 (2): 43-55.
- González, A. F., F. Racca-Filho, L. Neves y F. G. Araújo. 2009. El pez *Trachelyopterus striatulus* (Siluriformes: Auchenipteridae) como herramienta de muestreo de la entomofauna en un embalse tropical. *Revista de Biología Tropical* 57 (4): 1081-1091.
- Granados-Martínez, C. E. 2013. Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta - Colombia). Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. Trabajo de Grado Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas Mención Ecología Acuática. 67 pp.
- Greenagre, M. 2008. Análisis de correspondencias canónico. Pp: 245-253. *En: La práctica del análisis de correspondencias*. Edición en español, Fundación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria.
- Gutiérrez, C., y G. Reinoso-Flórez. 2010. Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana* 11 (1-2): 23-32.
- Gutiérrez, Y. 2012. Taxonomía y distribución de Ephemeroptera (Insecta) en Caldas Colombia. Tesis Biología. Universidad de Caldas. 91 pp.
- Gutiérrez, Y. y L. G. Dias. 2015. Ephemeroptera (Insecta) de Caldas-Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Papéis Avulsos de Zoología* 55 (2): 13-46.
- Guzmán-Soto, C. y C. Tamaris-Turizo. 2014. Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en la parte media de un río tropical de montaña. *Revista de Biología Tropical* 62 (Supl 2): 167-176.
- Hammer, Ø, D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4 (1): 1-9.
- Idárraga-García, J., B. O. Posada y G. Guzmán. 2011. Geomorfología de la zona costera adyacente al piedemonte occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta entre los sectores de Pozos Colorados y río Córdoba, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40 (1): 41-58.
- Manjarrez, G. y G. Manjarres. 2004. Contribución al conocimiento hidrológico de la parte baja de los ríos de la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Intrópica* 1 (1): 39-50.
- Martínez, G. 2010. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del balneario Hurtado, río Guatapurí, Valledupar-Cesar. Trabajo de grado de Especialista en Química Ambiental. Universidad Industrial de Santander. 126 pp.
- Ortáz, M. 1993. Hábitos alimenticios de los peces de un río de montaña neotropical. *Biotropica* 24 (4): 550-559.
- Pro Sierra (Fundación Pro Sierra Nevada de Santa Marta), Minambiente, Uaesppn, Ncusaid. 1998. Evaluación ecológica rápida: Definición de áreas críticas para la conservación en la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta: Embajada de Japón. Embajada Real de los Países Bajos, Grupo Daabon. 134 pp.
- Ramírez, A. y G. Viña. 1998. Limnología colombiana. BP Exploration Colombia y Universidad Jorge Tadeo Lozano. 293 pp.
- Rodríguez-Barríos, J. 2011. Descriptores funcionales en un sistema fluvial de montaña. Santa Marta, Colombia. Tesis de Doctor en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 145 pp.
- Roldán-Pérez, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. FEN Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 217 pp.
- Roldán-Pérez, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (88): 375-387.
- Roldán-Pérez, G. y J. J. Ramírez. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2da. Ed. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquia, Universidad Católica de Oriente y Academia Colombiana de Ciencias-ACCEFYN. 440 pp.
- Rúa, G., C. E. Tamaris-Turizo y M. del C. Zúñiga. 2015. Composition and distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Orders (Insecta) in rivers of Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia. *Revista de Ciencias* 19 (2): 11-29.

- Serna, D. J., C. E. Tamariz-Turizo y L. C. Gutiérrez-Moreno. 2015. Distribución espacial y temporal de larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Revista de Biología Tropical* 63 (2): 465-477.
- Tamaris-Turizo, C. y R. Turizo. 2007. Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacronuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia* 29 (2): 375-385.
- Tamaris-Turizo, C., J. Rodríguez-Barrios y R. Ospina-Torres. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Caldasia* 35 (1): 149-163.
- Tomanova, S., E. Goitia y J. Helešic. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia* 556: 251-264.
- Viloria, J. 2005. Sierra Nevada de Santa Marta: Economía de sus recursos naturales. Documentos de trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República. Cartagena. 102 pp.
- Zúñiga, M. del C., B. P. Stark, W. Cardona, C. Tamaris-Turizo y O. E. Ortega. 2007. Additions to the Colombian *Anacronuria* fauna (Plecoptera: Perlidae) with descriptions of seven new species. *Illiesia* 3 (13): 127-149.
- Zúñiga, M. del C. y W. Cardona. 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. Pp: 167-197. En: Cantera, J., J. Carvajal y L. M. Castro (Eds.). *Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos*. Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C. Molineri y E. Domínguez. 2004. El orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. Pp: 17-42. En: Fernández, F., G. Andrade y G. Amat (Eds.). *Insectos de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Zúñiga, M. del C., J. Chará, L. P. Giraldo, A. M. Chará-Serna y G. X. Pedraza. 2013. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. *Dugesiana* 20 (2): 263-277.

Esteffany P. Barros-Núñez
 Universidad del Magdalena,
 Facultad de Ciencias Básicas,
 Programa de Biología
esteffany.barros@gmail.com

Cristian E. Granados-Martínez
 Universidad de La Guajira
biolocristiam@gmail.com

Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Cítese como: Barros-Núñez, E. P. y C. E. Granados-Martínez. 2016. Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 53-63. DOI: 10.21068/C2016v17r01a05

Recibido: 12 de abril de 2016
 Aprobado: 4 de agosto de 2016

Benthic fish community structure in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria (Venezuela), fifty years after the construction of a dike across Manamo Channel

Estructura comunitaria de la ictiofauna bentónica del delta del Orinoco y Golfo de Paria (Venezuela), 50 años después de la construcción del dique del caño Manamo

Paula Sánchez-Duarte y Carlos A. Lasso

Abstract

To evaluate the impacts of water flow restriction and regulation caused by the construction of a dike across Manamo Channel, variations in the benthic fish communities were studied in the mouths of three streams or channels (Pedernales, Angostura and Manamo) of the Orinoco River Delta and one stream (Venado) that flows directly into the Gulf of Paria, during one (annual) hydrological cycle. Fishes were sampled with a shrimp trawl net. Of the 78 species collected, five were resident, 12 temporary and 62 occasional. Juvenile phases of all species were collected. Species with greater IVI values were *Cathorops* sp., *Achirus achirus*, *Stellifer naso* and *Colomesus psittacus*. No significant differences were obtained for the physical and chemical habitat parameters measured: depth, salinity and transparency, nor in the water levels of the streams even in different hydro-phases of the year. Salinity never dropped to zero and no changes in fish species composition were detected. These results lead us to hypothesize that the impacts of the dike constructed in Manamo Channel also extend to other streams of the Orinoco River Delta and even the one studied (Venado) that empties into the Gulf of Paria, where estuarine conditions prevailed during the entire study period of one year, with no observed change in the hydrological regimen.

Key words. Community structure. Estuary. Fishes. Manamo Channel. Shrimp trawl.

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de la regulación de las aguas del caño Manamo (por la construcción de un dique), sobre la ictiofauna bentónica de algunos caños del delta del río Orinoco y Golfo de Paria, se estudió la variación de la estructura comunitaria de peces bentónicos en la desembocadura de tres caños del delta del río Orinoco (Pedernales, Angostura y Manamo) y un caño del golfo de Paria (Venado) durante un ciclo hidrológico anual. De las 78 especies colectadas, cinco fueron residentes, 12 temporales y 61 ocasionales; todas registraron ejemplares en estado juvenil. Las especies con mayores valores de IVI fueron *Cathorops* sp., *Achirus achirus*, *Stellifer naso* y *Colomesus psittacus*. No se observaron diferencias significativas entre los parámetros físico-químicos analizados (profundidad, salinidad y transparencia), ni a nivel de caños, ni entre hidrofases. La salinidad nunca registró valores menores de 4 ‰ y no se observaron cambios en la composición de especies de la comunidad. Con los resultados obtenidos se plantea la hipótesis de que la construcción del dique sobre el caño Manamo en los años 60, afectó el comportamiento natural de este sistema y de otros caños del delta e incluso del golfo de Paria (caño Venado), registrando en las desembocaduras de todos los caños características de un estuario continuo (sin cambios en el régimen hidrológico y salinidad) durante todo el año.

Palabras clave. Caño Manamo. Estuario. Estructura comunitaria. Peces. Red camaronera de arrastre.

Introduction

The Orinoco is one of the largest rivers in the world, occupying third place in water discharge ($38,000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), behind only the Amazon and the Congo (Rodríguez *et al.* 2007). Its drainage basin encompasses $1,080,000 \text{ km}^2$, shared by Colombia and Venezuela. Traditionally the basin has been divided according to physiographic and limnological criteria into the upper, middle and lower sections, with the delta included in the last (Lasso *et al.* 2004 a). After flowing some 2000 km, at the city of Barrancas, which is about 50 km from its mouth, the Orinoco River divides into two major branches (Novoa y Cervigón 1986). From there, the principal Orinoco flow is carried west to east by the Río Grande and discharges into the Atlantic Ocean at Boca Grande. The remaining flow is transported mainly by Manamo and Macareo channels, two large distributary channels that carry water to the north and northeast respectively. Since 1966, the flow through Manamo Channel diminished considerably due to the construction of a flow control dike that restricted flow to just $200 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, and so impeded floodwaters from overflowing into surrounding floodplains (Novoa y Cervigón 1986).

As a consequence of the flow regulation, Manamo Channel has a situation that differs from the other channels in the delta; it does not behave as a positive estuary because having lost most of its freshwater flow, its upper reaches receive a greater saltwater penetration and as a result, greater dispersion of marine and brackish water fishes (Flores *et al.* 2004). The composition of the fish fauna does not have significant seasonal changes, and estuarine species prevail as temporary visitors or permanent residents in these habitats, as has been documented by Novoa and Cervigón (1986), Novoa (2000 a) and Lasso *et al.* (2004 b).

The Gulf of Paria drainage is situated between the Paria Peninsula and the Orinoco River Delta in the north-eastern part of Venezuela. The Guanipa River is part of this drainage, its headwaters originate in the state of Anzoátegui, its waters then flow some 340 km before emptying into the Gulf of Paria where it forms the northernmost border of the Orinoco Delta and is known as Venado Channel (Flores *et al.* 2004).

The streams studied were selected because of their accessible location, which permitted the collection of data about the benthic fish fauna throughout the year and to extend the study of Venado Channel, where only a few studies have been done (Lasso *et al.* 2004a).

The objective of this study was to compare the structure (composition, abundance, diversity and richness) of the benthic fish communities during one annual hydro-cycle at the mouths of Venado Channel (Gulf of Paria drainage) with those of the Angostura, Manamo and Pedernales channels (Orinoco River Basin), affected by the dam on Manamo Channel.

Materials and methods

Study area

From a hydrographic perspective, two major drainages are recognized in the deltaic region of coastal south-eastern Venezuela: the Gulf of Paria and the Orinoco River Delta. The first has an area of approximately $21,000 \text{ km}^2$, which is a little more than 2 % of the country (Lasso y Meri 2003). The second has a surface of about $40,200 \text{ km}^2$, of which the deltaic alluvial fan of the Orinoco occupies $18,810 \text{ km}^2$ (PDVSA 1993).

Hydrographically, the delta of the Orinoco River can be divided into 12 drainages (Ponte *et al.* 1999), in this study we analyze the drainages of the Pedernales, Manamo and Angostura channels. The Guanipa River – Venado Channel belongs to the Gulf of Paria basin.

Freshwater flow is determined by the alteration of the wet and dry seasons. The greatest water discharges occur from June to September, and minimum flows from December to April, causing seasonal variation in salinity (Novoa 2000a). This is the normal behaviour of the majority of streams or channels in the Orinoco River delta, such as for example Macareo Channel (Figure 1). However, as mentioned above, on Manamo Channel a dike was installed to control water flow that reduces its flow to only 1 % of the total (Macareo and Boca Grande channels discharge 13 % and 86 % of the total, respectively) (Ponte *et al.* 1999), thus impeding the overflow and flooding of freshwaters onto its

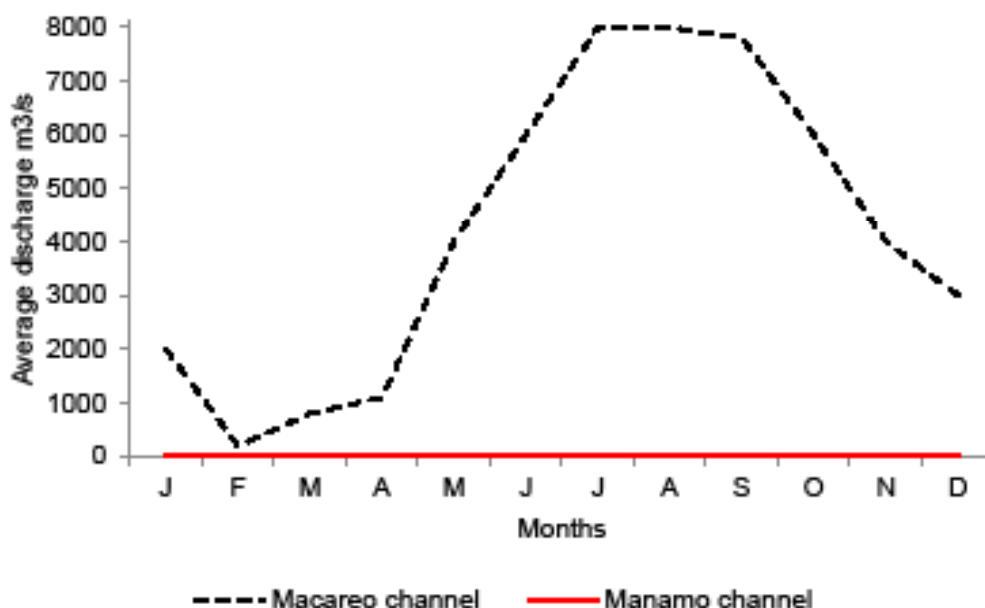


Figure 1. Annual hydrological cycle of Macareo and Manamo channels. Adapted from Nova (2000a).

floodplain. With no seasonal variation in freshwater discharge (Figure 1), no significant variation is observed in salinity (Olivares y Colonnello 2000).

It is important to keep in mind that this study was done in the estuarine delta and not the fluvial delta, as defined by Lasso and Sánchez-Duarte (2011). The upstream ecological boundary of the estuary would be the limit of the influence of brackish water in the main channels of the channels. The lower limit with the sea would be a narrow band of variable width, that forms below the sand and mud bars found in front of the channel's mouths (Lasso y Sánchez-Duarte 2011).

Figure 2 shows the geographic position of the study area, which is bounded by the Guanipa River - Venado Channel to the west, Manamo Channel to the south, Pedernales Channel in the southeast and the Gulf of Paria and Caribbean Sea to the north.

Sampling

Samples were collected during each of the four annual hydro-phases (high water, falling water, low

water and rising water). Samples were collected with a shrimp trawl, locally known as “chica”, that is used exclusively to fish for shrimp in the mouths of some of the channels of the delta. In our case the net was 11 m long and 8 m wide, with mesh size of 2 cm. It was pulled by a small boat powered by an outboard motor (Nova 2000 a). The benthic fish fauna of the Orinoco River has been studied by various authors that have used shrimp trawls as experimental sampling gear (Ramos *et al.* 1982, Cervigón 1982, 1985, Nova and Cervigón 1986, Nova 1982, Nova 2000 a – b, Lasso *et al.* 2004 b, 2008). Each trawl pull lasted ten minutes at constant velocity and for each operation, initial and final geographic coordinates, date, hour, depth, Secchi transparency, salinity and bottom type were recorded (Figure 3). Sampling effort was the same as used in previous studies of this area (Lasso *et al.* 2004b, 2008).

Some samples were immediately field processed and released. Others were fixed in formalin and taken to the Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS) in Caracas for identification and processing.

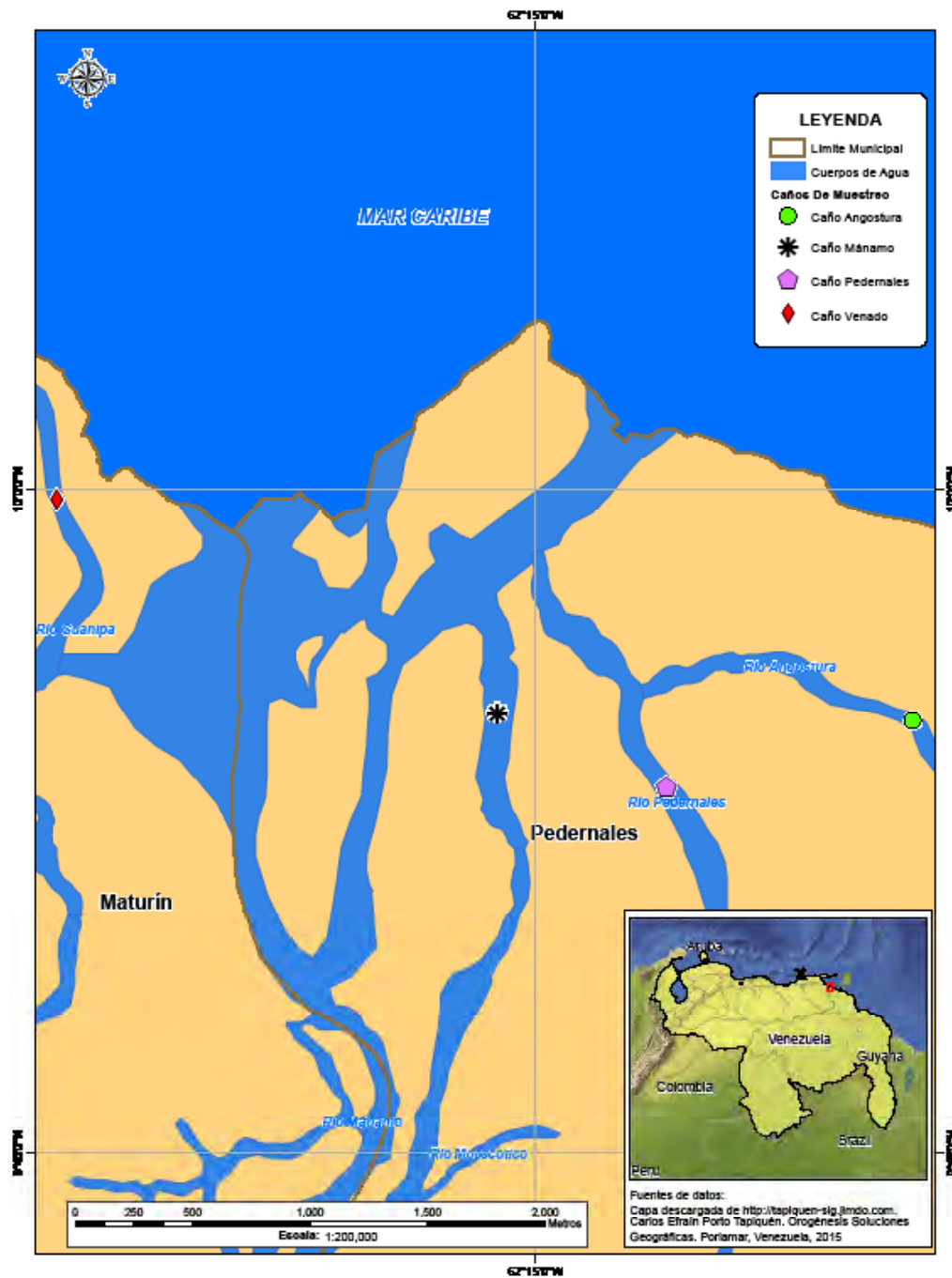


Figure 2. Study area. Angostura, Manamo, Pedernales channels (Orinoco Basin) and Venado Channel (Gulf of Paria drainage).



Figure 3. a) Panoramic view of Pedernales Channel, b) fishing with shrimp trawl, c - d) samples collected by shrimp trawl, note puffers (*Colomesus psittacus*) and seabass (*Epinephelus itajara*). Photos: P. Sánchez-Duarte (a), J. Hernández (b – d).

Data analysis

Relative abundance (%) and relative biomass (%) were estimated for each trawl sample, based on capture per unit effort. Biomass and fish density were expressed as kg/ha and ind/ha, respectively (Lasso *et al.* 2004 b). Alpha diversity was calculated using the Shannon-Wiener index (H) (1963), equity index of Pielou (J) and richness index of Margalef (R1) (1969). The following indices were also calculated:

- Importance Value Index (IVI) (Lasso *et al.* 2008).

This index permits the evaluation of the importance of each species in the aquatic ecosystem, globally integrating the abundance, biomass and relative frequency of each in just one index using the following formula : $IVI = FR + AR + BR$. Since the result is the sum of three index percentage values, this IVI index varies from 1 – 300 %.

- Community Dominance Index (IDC) (McNaughton 1968).

Where $IDC = (Y1 + Y2 / Y) \cdot 100$ $Y1 + Y2 =$ sum of the abundance of the two dominant species

$Y =$ total abundance of all species. Values above 40 % abundance are indicative of true community dominance (Goulding *et al.* 1988).

- Constancy of the species (C).

To determine the permanence of species in each channel, the Constancy (C) formula of Bohdenheiner and Balogh (Krebs 1972) was used. Species are classified as residents ($C > 50 \%$), temporary ($25 \% \leq C \leq 50 \%$) or occasional ($C < 25 \%$).

Keeping in mind that in samples collected using shrimp trawls, a large percentage of the capture corresponds to juveniles of benthic species, the specimens captured were measured, recording the disc width (DW) or standard length (SL) for species of special ecological or commercial interest.

Similarity dendrograms were made using SAS ® and PAST software version 1.34 (Hammer *et al.* 2001).

Physical and chemical habitat parameters and ecological community parameters were compared

among hydro-phases having previously evaluated the homoscedasticity among the samples. Data with homogeneous variance among groups were evaluated using analysis of variance (ANOVA) at significance level $p < 0.05$ and not inferior to $p < 0.01$. When significant differences were found, the differing hydro-phases, environmental or ecological parameters causing the differences were identified using the Tukey test (Montgomery 1984). When the homogeneity of variance was less than $p < 0.01$ data were analyzed using a non-parametric Kruskal-Wallis test (Barletta *et al.* 2003).

Results

Physical and chemical habitat characteristics

The variations of basic physical and chemical characteristics (depth, salinity and transparency) in each of the four channels studied during the annual hydrological cycle are given in Table 1.

In Pedernales Channel, an analysis of variance comparing physical and chemical parameters measured detected no significant differences for any of them during any of the four hydrophases depth ($\alpha = 0.05$; $p = 0.79$); salinity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.72$) and transparency ($\alpha = 0.05$; $p = 0.84$).

For Manamo, Angostura and Venado channels (due to the non normality of the data), a Kruskal-Wallis analysis was used to compare the values obtained for the physical and chemical parameters measured during the four hydrophases. In no case were any significant differences detected (Table 2).

The variations of basic physical and chemical characteristics (depth, salinity and transparency) of the four channels studied during the annual hydrological cycle are given in Table 3.

Because data were not normally distributed, Kruskal-Wallis analyses were used to compare among hydro-phases the values obtained for physical and chemical parameters recorded. No significant differences were detected for any parameter: depth ($\alpha = 0.05$; $p = 0.95$); salinity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.72$) and transparency ($\alpha = 0.05$; $p = 0.96$).

A dendrogram of similarity, drawn based on physical and chemical habitat parameters recorded for the four annual hydro-phases shows greater similarity between Manamo and Angostura channels, and those two grouped together with Pedernales Channel. The most dissimilar channel was Venado (Figure 4).

Composition and species richness

During the four hydro-phases sampled, 78 benthic fishes were collected (Appendix I). The total corresponds to 29 families in eight orders; of these, Perciformes were the most diverse group with 34 species, followed by Siluriformes (16 species) and Clupeiformes (14 species); the other orders contained one to four species. The four families with the greatest species richness were Sciaenidae (12 species), Engraulidae (10 species), Carangidae (9 species) and Ariidae (7 species); the remaining families had three or fewer species.

Following the proposal of Lasso *et al.* (2009) species were classified based on salinity preference (Appendix I), and five habitat groups were distinguished. These are: primary freshwater families (F) that are physiologically intolerant of salinity; occasional freshwater (OF) families that are found in freshwater habitats but that can tolerate ample intervals in salty water (euryhaline) or that need estuarine areas for reproduction or feeding; estuarine (E) species that live in the estuary throughout the year; estuarine occasional (EO) species are marine species that enter the estuary for reproduction or feeding; and finally the strictly marine species (M). It was found that the majority of the species were estuarine-marine (41 sp. - 52 % of the total), followed by freshwater occasional (18 sp. - 23 %); in third place the strictly freshwater species (7 sp. - 9 %) followed by the estuarine occasional species (5 sp. - 6 %). The four groups comprised 90 % of all species identified.

Using presence-absence data for each species collected from the four channels during the sampling period and similarity dendrogram was made using the Jaccard Index, that grouped the channels in accordance with the species present (Figure 5).

Table 1. Characterization of the physical and chemical parameters measured in each of the channels studied during the four annual hydro-phases. Average values are given with ranges in parentheses.

Channel	Hidrophase	Depth (m)	Salinity (%)	Transparency (cm)
Pedernales	I	5.15 (3.7 - 6.6)	10	15 (10 - 20)
	II	3 (1.5 - 4.5)	6.5 (6 - 7)	20 (15 - 25)
	III	3.8 (2.9 - 4.7)	16 (15 - 17)	20
	IV	4.2 (3.8 - 4.5)	22.5 (22 - 23)	27.5 (24 - 31)
Manamo	I	1.98 (0.8 - 3.7)	5.5 (4 - 7.5)	21.9 (13.5 - 27)
	II	1.84 (1.1 - 2.2)	5.2 (5 - 6)	24.4 (22 - 25)
	III	2.3 (1.1 - 4.1)	11.2 (9 - 14)	24 (15 - 30)
	IV	2.1 (0.5 - 3.7)	17.6 (14 - 20)	63.8 (50 - 78)
Angostura	I	1.18 (0.4 - 1.9)	4.8 (4 - 5)	16 (15 - 20)
	II	1.78 (0.7 - 3.9)	5.6 (5 - 6)	16 (10 - 25)
	III	1.82 (1.3 - 3.9)	9.4 (9 - 11)	28 (25 - 30)
	IV	2.9 (2.6 - 3.8)	16.6 (16 - 17)	35.4 (30 - 39)
Venado	I	2.17 (1 - 4)	7.75 (5 - 10)	27.2 (19 - 35)
	II	2.24 (1 - 3.4)	8.8 (8 - 10)	30.2 (25 - 30)
	III	2.78 (2 - 5.2)	18.2 (16 - 19)	37 (15 - 50)
	IV	2.3 (1.04 - 3.2)	21.7 (20 - 25)	50.9 (15 - 80)

Table 2. Results of p-value in the Kruskal-Wallis analyses applied to the physical and chemical parameters measured during the four hydrophases, in three of the channels studied $\alpha = 0.05$.

Channel	Parameter		
	Depth	Salinity	Transparency
	(m)	(%)	(cm)
Manamo	p = 0.99	p = 0.91	p = 0.98
Angostura	p = 0.93	p = 0.99	p = 0.74
Venado	p = 0.17	p = 1.00	p = 0.89

Table 3. Characterization of the physical and chemical parameters measured in the channels studied during the four annual hydro-phases. Average values are given with ranges in parentheses.

Channel	Parameter			
	Depth (m)	Salinity (%)	Transparency (cm)	Sustrate
Pedernales	4	13.8	20.6	Mud
	(1.5 - 6.6)	(6 - 23)	(10 - 31)	
Manamo	1.1	14	18.1	Mud
	(0.6 - 1.7)	(9 - 22)	(10 - 25)	
Angostura	1.9	9.1	23.8	Mud
	(0.4 - 3.9)	(4 - 17)	(10 - 39)	
Venado	2.4	14.1	36.3	Mud
		(5 - 25)	(15 - 80)	

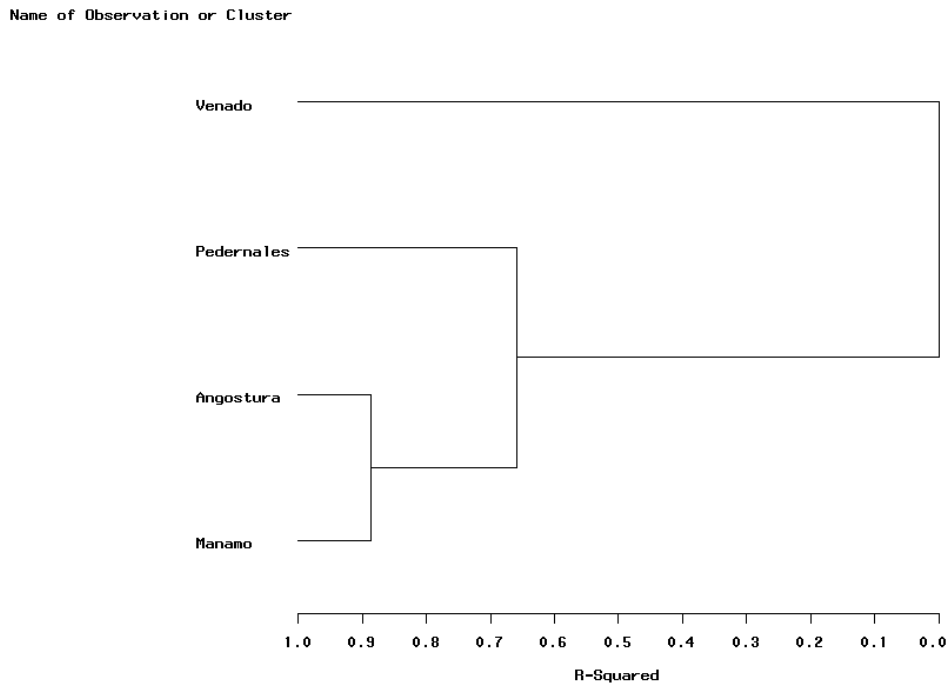


Figure 4. Dendrogram of similarity among the four channels based on physical and chemical habitat parameters (depth, salinity and transparency) recorded during the four annual hydro-phases. Cluster analysis performed using minimum variance of Ward (SAS).

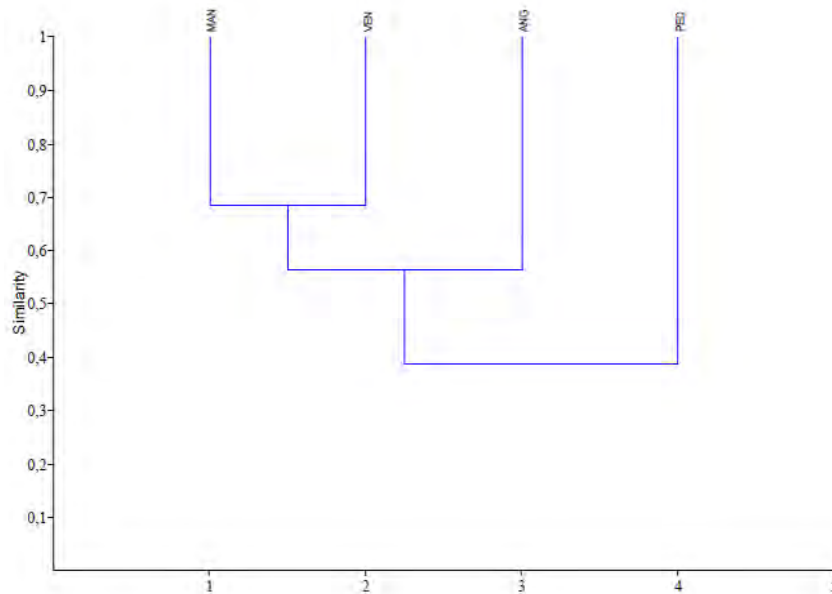


Figure 5. Similarity dendrogram of species presence - absence, for the channels studied, using the Jaccard Index (PAST version 1.34, Hammer *et al.* 2001).

Based on the abundance of each species collected from the four channels during the sampling period, a similarity dendrogram was made using the Morisita-Horn Index, that grouped the streams according the presence and abundance for the species during the four annual hydrophases (Figure 6).

The two analyses gave the same results, indicating that the two most similar channels are Manamo and Venado, with Pedernales being the most dissimilar.

Abundance and total biomass recorded during the annual hydrocycle

During the annual hydrocycle, of the 78 species collected, ten comprised 82 % of the total capture, and the 68 remaining, just 18 % (Figure 7).

Analysis of total biomass collected during the study for the 78 species collected showed that 15 species contributed 7.7 % of the total capture, and the remaining 64 species just 12.3 % (Figure 8).

Ecological Indices

The variation in the Shannon diversity (H'), equity (J) and richness of Margalef ($R1$) during the four hydrophases studied, for each of the four channels studied is given below.

In Pedernales Channel the ecological indices had similar behaviour during the entire hydrocycle. An analysis of variance indicates that there are no significant differences in among any of the indices calculated, Shannon diversity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.59$), richness of Margalef ($\alpha = 0.05$; $p = 0.94$) and equity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.29$) (Figure 9).

The variation in diversity, equity and richness for the four hydrophases in Manamo Channel are shown in Figure 10. Analysis of variance showed that there were no significant differences for the Shannon diversity index ($\alpha = 0.05$; $p = 0.15$), or for the Margalef richness index ($\alpha = 0.05$; $p = 0.76$). Because data were not normally distributed, a Kruskal-Wallis analysis was calculated that there were no significant differences in the equity index either ($\alpha = 0.05$; $p = 0.37$).

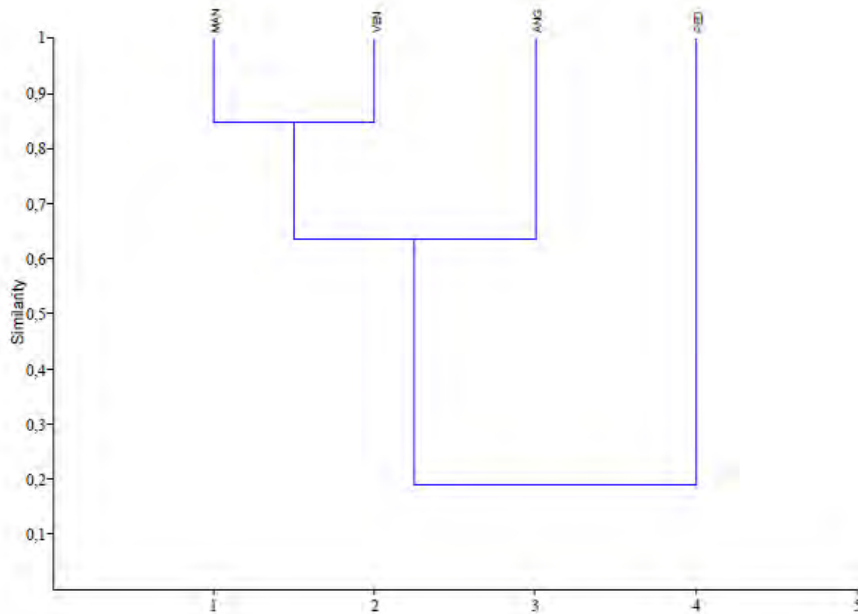


Figure 6. Similarity dendrogram for the channels according to the presence and abundance of fish species sampled during the study period, using the Morisita-Horn Index (PAST version 1.34, Hammer *et al.* 2001).

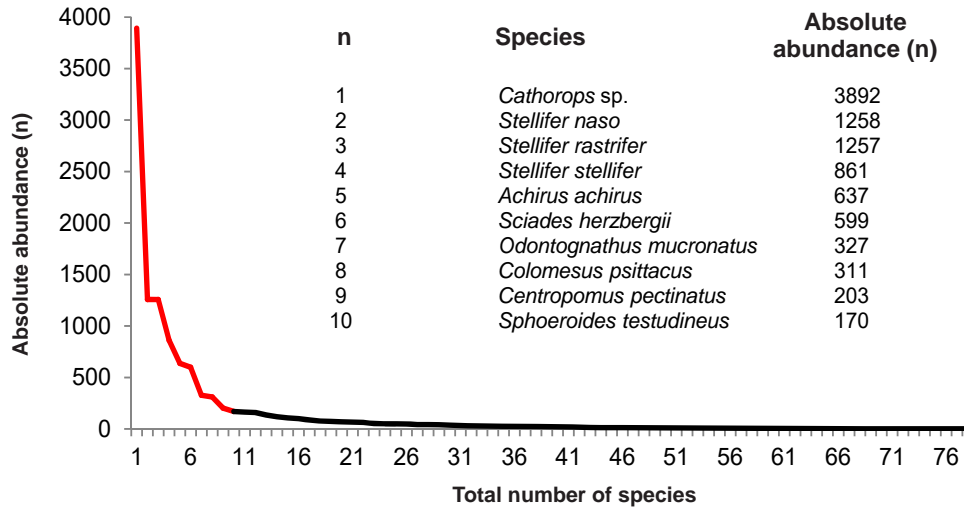


Figure 7. Distribution of the abundance of the 78 species collected from Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels during the hydrocycle studied.

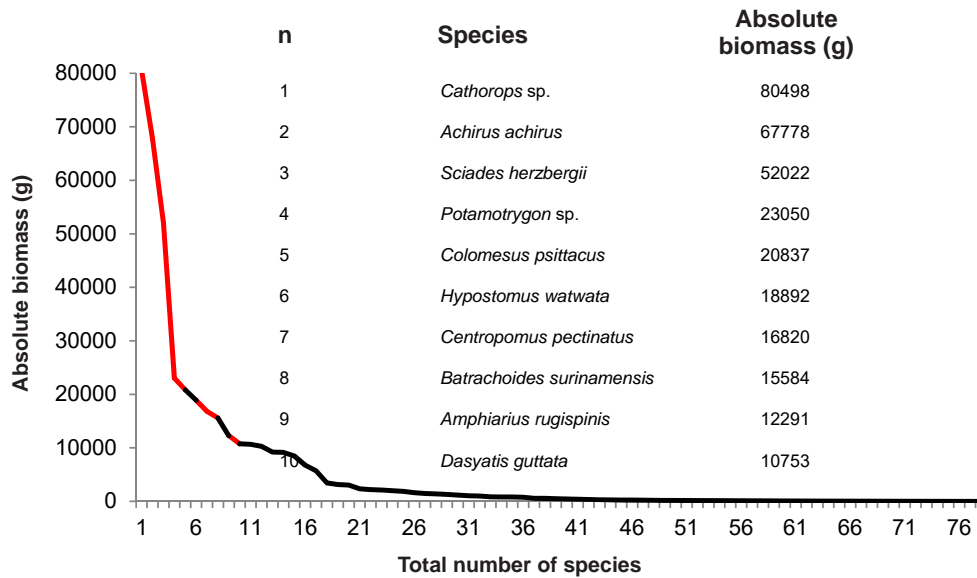


Figure 8. Distribution of biomass for the 78 fishes collected during the four hydrophases studied in Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels.

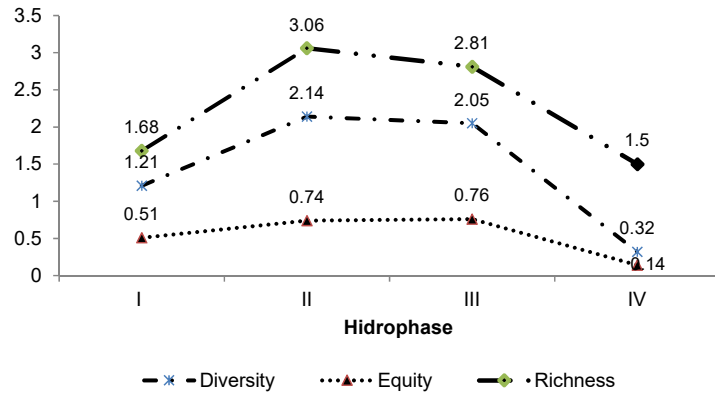


Figure 9. Variation in ecological indices (non significant) for Shannon diversity (H'), equity (J) and richness of Margalef (R1) in Pedernales Channel, during the annual hydrocycle.

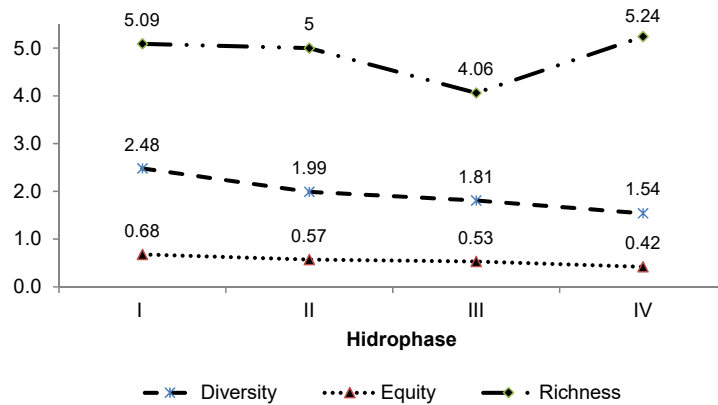


Figure 10. Variation in the Shannon diversity index (H'), equity (J) and Margalef richness (R1) in Manamo Channel, during the annual hydrocycle studied.

For Angostura Channel the variation in the diversity, equity and richness indices for the hydrophases studied are given in Figure 11. An analysis of variance detected no significant differences for the ecological indices calculated which were the Shannon diversity index ($\alpha = 0.05$; $p = 0.87$), equity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.87$) and richness of Margalef ($\alpha = 0.05$; $p = 0.90$).

Variation in the ecological indices calculated for Venado Channel, Shannon diversity (H'), equity (J), and Margalef richness (R1) are given in Figure 12. An analysis of variance detected no significant

differences for the Margalef richness index ($\alpha = 0.05$; $p = 0.77$). Because data were not normally distributed, a Kruskal-Wallis analysis was used to show that there were no significant differences in the Shannon diversity index ($\alpha = 0.05$; $p = 0.78$) or equity ($\alpha = 0.05$; $p = 0.39$), during the hydrocycle studied.

Importance Value Index (IVI), Constancy Index (C) and Community Dominance Index (IDC)

To determine the dominant fish species present during the hydrocycle in the four channels studied, the IVI

values were calculated for the 78 species collected. The species with IVI values greater than 100 % are shown in Figure 13.

To determine the permanence of fish species in the channels studied, the Constancy index was calculated for the 78 species collected. Five were found to be residents (6 %), 12 temporary (15 %), and the remainder, occasional (78 %) (Table 4).

The community dominance index recorded for each of the hydrophases in the four channels studied and the total are shown in Figure 14. A strong dominance was

detected during three of the hydrophases (high water, low water and rising water) as indicated by abundance values above 40 % (Goulding *et al.* 1988), and for falling water phase the value was close to the cutoff point.

During the high water phase, the marine catfish (*Cathorops* sp.) and a croaker (*Stellifer naso*) dominated, but during the falling water phase *S. naso* and *S. stellifer* were dominant. During the low water and rising water phases, the most important species were again *Cathorops* sp. and *S. rastrifer*.

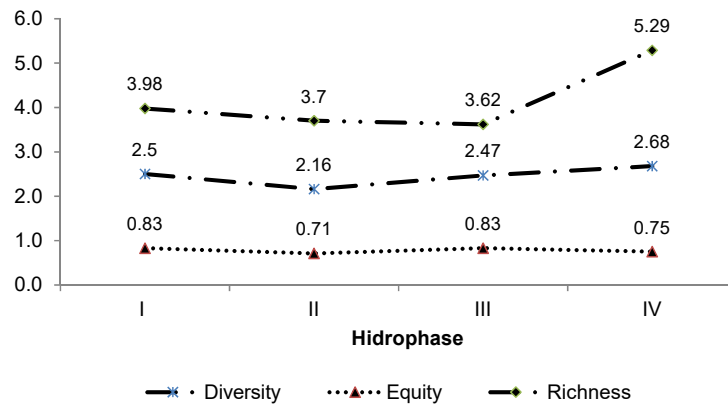


Figure 11. Variation in the Shannon diversity index (H'), equity (J) and Margalef richness ($R1$) in Angostura channel, during the hydrological cycle.

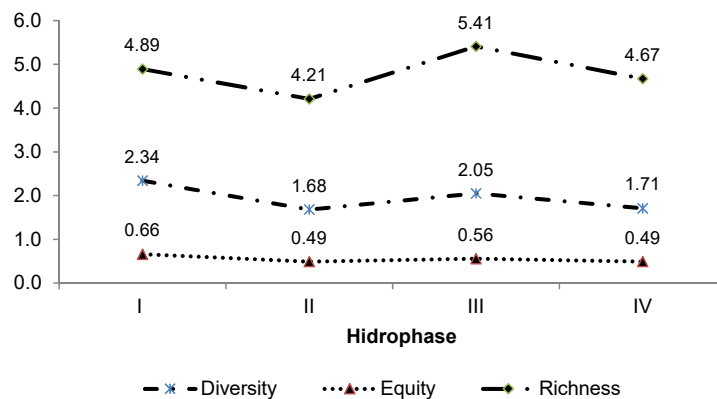


Figure 12. Variation in the Shannon diversity index (H'), equity (J) and Margalef richness ($R1$) in Venado channel during the hydrocycle studied.

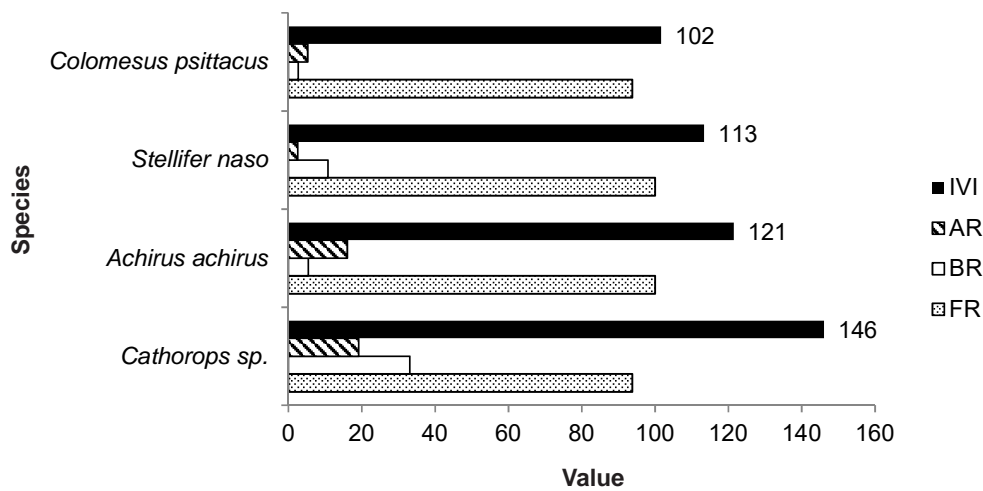


Figure 13. Importance value index (IVI) for the four dominant species in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria channels studied during the hydrocycle. AR = relative abundance, BR = relative biomass, FR = relative frequency.

Table 4. Classification by constancy for the benthic fish species collected from Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels during the hydrocycle. Species are presented in alphabetical order.

Resident species	Temporary species	Occasional species
<i>Achirus achirus</i>	<i>Apionichthys dumerili</i>	<i>Amphiarius rugispinis</i>
<i>Cathorops sp.</i>	<i>Bairdiella ronchus</i>	<i>Anchoa argenteus</i>
<i>Colomesus psittacus</i>	<i>Batrachoides surinamensis</i>	<i>Anchovia clupeioides</i>
<i>Sciades herzbergii</i>	<i>Centropomus pectinatus</i>	<i>Anchovia surinamensis</i>
<i>Stellifer naso</i>	<i>Cynoscion acoupa</i>	<i>Anchoviella brevirostris</i>
	<i>Genyatremus luteus</i>	<i>Anchoviella guianensis</i>
	<i>Hypostomus watwata</i>	<i>Anchoviella lepidentostole</i>
	<i>Odontognathus mucronatus</i>	<i>Arius grandicassis</i>
	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	<i>Aspredinichthys filamentosus</i>
	<i>Sphoeroides testudineus</i>	<i>Aspredo aspredo</i>
	<i>Stellifer rastrifer</i>	<i>Bagre bagre</i>
	<i>Stellifer stellifer</i>	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>

Cont. **Table 4.** Classification by constancy for the benthic fish species collected from Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels during the hydrocycle. Species are presented in alphabetical order.

Occasional species continued		
<i>Caranx hippos</i>	<i>Isopisthus parvipinnis</i>	<i>Pomadasys crocro</i>
<i>Centropomus ensiferus</i>	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	<i>Potamotrygon</i> sp.
<i>Centropomus undecimalis</i>	<i>Lycengraulis batesii</i>	<i>Pterengraulis atherinoides</i>
<i>Chaetodipterus faber</i>	<i>Lycengraulis grossidens</i>	<i>Rhamdia quelen</i>
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	<i>Lycengraulis limnichthys</i>	<i>Rhinosardinia amazonica</i>
<i>Citharichthys spilopterus</i>	<i>Macrodon ancylodon</i>	<i>Sciades couma</i>
<i>Conodon nobilis</i>	<i>Micropogonias furnieri</i>	<i>Sciades passany</i>
<i>Cynoscion leiarchus</i>	<i>Nebris microps</i>	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	<i>Oligoplites palometa</i>	<i>Selene vomer</i>
<i>Dasyatis geijskesi</i>	<i>Oligoplites saliens</i>	<i>Stellifer microps</i>
<i>Dasyatis guttata</i>	<i>Oligoplites saurus</i>	<i>Symphurus tesellatus</i>
<i>Diapterus rhombeus</i>	<i>Pellona flavipinnis</i>	<i>Trachinotus cayennensis</i>
<i>Epinephelus itajara</i>	<i>Pellona harroweri</i>	<i>Trachinotus falcatus</i>
<i>Gobionellus oceanicus</i>	<i>Piaractus brachypomus</i>	<i>Trichiurus lepturus</i>
<i>Gymnura micrura</i>	<i>Pimelodina flavipinnis</i>	<i>Triporthus auritus</i>
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	<i>Platystacus cotylephorus</i>	
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	<i>Polydactylus virginicus</i>	

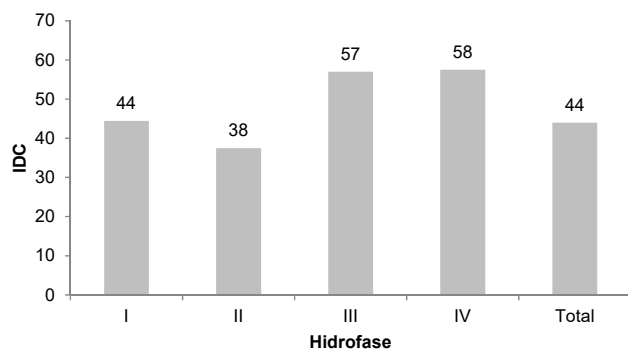


Figure 14. Community dominance index values (IDC) for the four channels studied during each of the four hydrophases and the total.

In Table 5 are given the data of disc width (DW) or standard length (SL) for species of special ecological or commercial interest collected using shrimp trawls.

In the case of the marine rays, *Dasyatis geijskesi* can reach more than 1 m disc width, *Dasyatis guttata* can reach 2 m (Cervigón 1994) and *Gymnura micrura* is commonly found at 90 cm but reaches more than 1 m disc width (Cervigón *et al.* 1992). All individuals of these species collected during this study were juveniles.

Of the marine catfishes, *Amphiarus rugispinis*, is the most abundant in the lower interior delta of the Orinoco River (Cervigón 1991), in this study it was present in samples from all four of the annual hydrophases but was much more abundant during high water.

Table 5. Lengths (DW or SL) of species of special ecological or commercial interest for Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels during the hydrological cycle.

Order	Family	Species	Common Spanish Name	DW (cm)			n
				Max.	Min.	Avg.	
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis geijskesi</i>	Raya hocicona	60	42	51.7	3
		<i>Dasyatis guttata</i>	Raya blanca	55	15.6	36.2	12
	Gymnuridae	<i>Gymnura micrura</i>	Raya guayanesa	31.5	15.5	22.8	11

Order	Family	Species	Common Spanish Name	SL (mm)			n
				Max.	Min.	Avg.	
Siluriformes	Ariidae	<i>Amphiarus rugispinis</i>	Bagre múcuro	35	3.8	18.7	41
		<i>Cathorops</i> sp.	Bagre cuinche	25.7	4	9.8	1196
		<i>Sciades couma</i>	Bagre cabezón	33.5	4.2	22.3	7
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	Sapo	47.5	7.3	18.8	41

It reaches 42 cm SL, is frequently collected around 30 cm (Cervigón *et al.* 1992), but in this study many individuals (22 %) fell into the 5-10 cm range, followed by those of the 25-30 cm (20 %) interval. *Sciades couma* can reach 1 m SL and 30 kg weight (Cervigón 1991), in this study the smallest individual measured 4.2 cm and the largest 33.5 cm with an average size of 22.3 cm SL; so all could be considered juveniles.

The toadfish, *Batrachoides surinamensis*, is known to have been affected by shrimp trawling (Novoa 2000b; Lasso *et al.* 2004b). A total of 41 individuals were measured, with a minimum size of 7.3 cm SL and a maximum of 47.5, with an average of 18.8. The literature reports that this species reaches 50 cm SL, but that it is commonly collected around 35 cm (Cervigón *et al.* 1992). Most individuals captured during this study were smaller than 20 cm SL; 63.4 % of the total number of individuals were measured.

The most numerically abundant species was the marine catfish *Cathorops* sp. which also contributed

the largest percentage of biomass captured (Figures 7 and 8). Of the 1196 individuals measured, the smallest was 4 cm and the largest 25.7 cm SL, with an average of 9.8 cm, with most (40.6 %) falling between 8-10 cm. Cervigón *et al.* (1992) reported a maximum size of 30 cm SL, with most specimens observed around 20 cm. Although the sizes found in this study agree with those reported, the maximum size found was much smaller, and only 1.6 % of the specimens had reached more than 20 cm SL, which was the most commonly observed size in Cervignón's study. Juveniles are commonly found around sand and mud bars near the mouths of channels where they form immense, dense aggregations; larger adults are typically found further out to sea (Cervigón 1991).

In contrast, just a few individuals of the stingray (*Dasyatis guttata*) significantly contributed to total biomass captured. Twelve specimens were measured of this species, with SL between 15-55 cm disc width, five of which in the 25- 5 cm size interval. This species can reach 2 m disc width, so the specimens captured in this study were all juveniles.

Discussion

One of the major difficulties encountered when studying tropical estuarine fishes is the determination and quantification of the effects of abiotic parameters on the observed spatial and temporal variations in fish community composition (Andrade-Tubino 2008, Barreiros *et al.* 2009). The physical and chemical factors that affect the distribution of tropical and subtropical estuarine fishes are rainfall, salinity, turbidity, temperature and depth. With the exception of temperature, in tropical regions all of these are subject to greater fluctuations than those encountered in cold temperate estuaries (Blaber 1997). Temperature is the factor of greatest importance in temperate estuaries, and salinity is the most important in the tropics, where the seasonal cycles of abundance are related to salinity variations (Andrade-Tubino 2008, Barreiros *et al.* 2009).

The physical and chemical characteristics analyzed in this study did not show seasonal fluctuations during the hydrological cycle, contrary to what has been reported for other tropical and subtropical estuaries (Barletta *et al.* 2003, 2008, Arceo-Carranza and Vega-Candejas 2009, Yáñez-Arancibia *et al.* 1985, Zubiria *et al.* 2008). This is a consequence of being cut off from the influence of seasonal freshwater flooding by the construction of the dam on Manamo Channel (Novoa 2000a, Monente & Colonnello 2004). A consequence of this flood regulation was the transformation of a fluvial system into an estuarine system. The tide regime is now the dominant influence in the study area throughout the year, and the only positive influence of freshwater comes from local surface rainfall drainage from the island interiors when annual precipitation exceeds the losses to evapotranspiration (Monente & Colonnello 2004).

As Ortaz *et al.* (2007) mentioned in general terms, the human alterations of the Orinoco River Delta have been few in number and of low intensity, with the exception of what occurred as a result of the closing of Manamo Channel in the 60's. The construction of that dike modified the hydrological regime of Manamo Channel and so eliminated the pattern of seasonal flooding (Novoa 2000 a, Monente and Colonnello 2004). Echezuría *et al.* (2002) mention that the flow

reduction in Manamo Channel caused a series of hydrochemical changes in the water and in the area of influence, increasing estuarine characteristics in a large portion of the northern delta, including Manamo and Macareo channels. The mixture of the two water types (fresh and salt) has increased the concentrations of chlorine, sodium and magnesium sulphate. High values of those ions can be found many kilometers upstream, near the city of Tucupita.

Of the three physico-chemical parameters measured, the most important in a tropical estuary is salinity (Barletta *et al.* 2008), since it directly determines the presence of fish species in the different hydrophases, and favors changes in the composition of fish aggregations, leading to the alternating occurrence throughout the year of the species best adapted to the reigning conditions at any given time (Sánchez & Rueda 1999). In contrast to the usual situation, we never found 0 salinity values in any of the four channels studied. The lowest salinity value recorded was 4.8 ‰ from Angostura Channel.

Based on the presence-absence data, a greater similarity was observed between Manamo (Orinoco River Basin) and Venado (Gulf of Paria Basin) channels. This was not the expected result since we expected to find a greater similarity among the Orinoco Basin channels studied rather than a highest correlation between one Orinoco Basin and one Gulf of Paria channels, as occurred with the physico-chemical parameters measured. The obtained result came about because of the 78 fishes collected, Manamo and Venado channels share 11, Manamo, Angostura and Venado share 16, and of the 27 species found in Pedernales Channel, 20 are widely distributed in all four channels.

Novoa (2000a) mentioned that in the mouths of the channels in the northern part of the Orinoco River Delta and southern part of the Gulf of Paria, a little more than half of the species are estuarine-marine species. Novoa and Cervigón (1986) indicated that the northernmost channels of the lower delta, during the rainy season, and with greater water flows, diverse freshwater species were frequently observed such as the juveniles of pimelodid catfishes, and some

species of Sciaenidae and Characidae, although, even during the rainy season, the relative importance of these freshwater species is very low in these areas. This same result was obtained in our study of these four channels, where of the 78 species collected, few (7 species, 9 %), were strictly freshwater, and all had very low abundance (fewer than 10 individuals) throughout the entire hydrocycle. Juvenile “morocoto” (*Piaractus brachypomus*, Serrasalimidae) and catfishes of the family Pimelodidae: “bagre dorado” (*Brachyplatystoma rousseauxii*), “bagre paisano” (*Hypophthalmus edentatus*) and “mandi” (*Pimelodina flavipinnis*) were some of the species found.

In most tropical estuaries, seasonal changes in salinity determine the movement of fishes upstream and downstream in them. During the high water phase, the increase in fresh water causes a decrease in salinity that permits some freshwater species to move into estuarine zones, while marine species move towards the sea, looking for higher salinity waters (Neves *et al.* 2010). But in this study, no significant spatial or temporal changes in salinity were observed, and so, it is reasonable to assume, since there was no salinity fluctuation, there were no significant changes in the benthic fish community, which throughout the study period was dominated by estuarine-marine species. After the hydraulic regime was regulated in Manamo Channel a series of ecological changes began, among them was the elimination or substitution of the original freshwater fish with an estuarine one (Echezuría *et al.* 2002).

As for abundance, in all four channels, ten or fewer species comprised 80 % of the captures. The numerical dominance of just a few species is a characteristic observed in tropical and subtropical estuaries, as well as in coastal lagoons, that usually have low species diversity but high abundance of certain species (Whitfield 1999). Cervigón *et al.* (1992) observed this in different tropical and subtropical estuaries where usually fewer than six species comprised around 70 % of the fishes captured, a phenomenon also observed in other countries such as the estuary in Maranhão state (Carvalho-Neta *et al.* 2011), and Laguna de los Patos in Brazil and the York River in Virginia, USA (Vieira 2006).

The same phenomenon as described above was also observed for biomass. In each of the four channels studied, just ten species contributed more than 80 % of the total catch weight, a characteristic also observed in other tropical and subtropical estuaries (Barletta *et al.* 2005, 2008).

Estuaries are of great ecological importance to fish communities, since they provide protection and refuge for juveniles and adults during the reproductive season (Andrade-Tubino *et al.* 2008, Blaber *et al.* 2000, Barletta-Bergan *et al.* 2001, Barletta *et al.* 2003). A large percentage of the captures obtained with shrimp trawls are juveniles of benthic fishes that may include more than 20 commercially valuable species, which after they mature may be captured as part of the oceanic fish catch (Ecology & Environment 2003, Lasso *et al.* 2004b). Lasso *et al.* (2004b) listed 64 commercially valuable benthic fish species that live in channel mouths and are captured as juveniles by shrimp trawlers. In this study, juvenile phases of all of the 78 fishes were collected from the mouths of the four channels sampled.

The Shannon-Wiener diversity index incorporates equity in its calculation and so is a better evaluation of diversity since it indicates whether a community is dominated by just a few species. Margalef (1974) stated that for fish communities normal values fall between 1.0 and 3.5. However, in estuaries, where marked differences in environmental parameters are the norm, with great fluctuations in physical, chemical and biological parameters, lower diversities are found when compared with other systems (Barros *et al.* 2011).

In the four channels studied during the annual hydrological cycle no significant differences were detected in any of the indices of diversity, equity or richness. Diversity values (H') ranged from 0.32 (Pedernales Channel) and 2.68 (Angostura Channel). Magurran (2004) classified diversity as follows: $H' < 1$ very low, 1-2 low, 2-3 medium, 3-4 high and > 4 very high. Following this system the values obtained in this study are very low to medium. Lasso *et al.* (2004b) obtained values from a study done in the same study area between 0.63 and 2.68, that are also considered to be

very low to medium, and indicates that these systems are dominated by just a few species.

The lowest equity value (0.14) was found in Pedernales Channel, during rising water phase and the largest (0.83) for Angostura Channel, during high and low water phases. The low equity registered for Pedernales Channel during rising water phase was caused by a small croaker (*Stellifer rastrifer*) that contributed 95 % of all specimens collected during that phase. The greatest values for Angostura Channel, during high and low water phases indicate that the 20 species collected during those phases had similar abundance, although another small croaker (*S. naso*) comprised 21 % of the captures during low water, and a flatfish (*Achirus achirus*) contributed 17 %. Lasso *et al.* (2004b) reported equity values between 0.29 and the maximum of 1.0.

The lowest richness value (1.5) was observed in Pedernales Channel during rising water phase with 10 species, and the largest were for Manamo Channel (5.24) with 34 species and Angostura Channel (5.29) with 39 species. Lasso *et al.* (2004b) reported from 1 to 24 species per trawl pull.

In the most recent list of fish species present in the Orinoco River Delta, Lasso *et al.* (2009) reported a total of 438 species, of which around 150 are benthic species found in the lower delta. The 78 species identified in this study are thus about 50 % of the species reported from the area.

To determine which species are of greatest importance in the community during the complete hydrological cycle, the ecological criteria of abundance, biomass and frequency of occurrence were considered. There is a direct relationship between these criteria and the species with higher IVI values (Figure 13), among which are included the species that are permanent residents in the community (Table 4) and at the same time those that are dominant in the community (Figure 14).

The importance value index (IVI) for the annual hydrological cycle studied indicates that the small marine catfish, *Cathorops* sp. (IVI = 146), an estuarine-marine species, alone contributed 33 % of

the biomass captured, and 20 % of the individuals (abundance) (Figure 15a). In a study in the same area Lasso *et al.* (2004b) reported that *Cathorops spixii*, was the only species collected that had an IVI value above 100 %. It was also the species with the highest IVI value (160 %) reported in a similar study of Macareo, Cocuina and Mariusa channels (Lasso *et al.* 2008). This species predominates in saline waters of the delta, where large quantities of both juveniles and adults form large schools (Cervigón 1985) and it has been reported as the most abundant species in other studies in the region (Novoa 2000b, Lasso *et al.* 2004b). Species of marine catfishes (Ariidae) can be considered the most important in terms of number of species, density and biomass in tropical and subtropical estuaries (Araújo 1988, Barletta *et al.* 2003, 2005, 2008, Dantas *et al.* 2010, Dantas *et al.* 2011), as has been shown in studies of estuaries throughout the Americas such as Términos Lagoon in México (Lara-Domínguez *et al.* 1981), Bahía Sepetiba, Río de Janeiro, Brasil (Azevedo *et al.* 1998) and the Goiana estuary of north-eastern Brazil (Dantas *et al.* 2010), to name just a few. They are followed by the flatfish, *Achirus achirus* (IVI = 121), a freshwater, estuarine and marine species responsible for 16 % of the abundance collected and 5.4 % of the biomass captured (Figure 15b). It is one of the most characteristic and abundant species found on muddy substrates of the lower Orinoco River Delta, where both juveniles and adults are captured (Cervigón 1985). Lasso *et al.* (2004b) in a study done in the same area, that it was fourth in abundance, with an IVI value of around 80 %.

In third place for dominance is the estuarine-marine croaker species *Stellifer naso* (IVI = 113), with a relative abundance of 3% and biomass of 11 % (Figure 15c). The group of *Stellifer* species is dominant in terms of biomass of the fish community of the lower delta, with both juveniles and adults common (Cervigón 1985). Lasso *et al.* (2004 b, 2008) reported *Stellifer* juveniles as the second most important in dominance (IVI near 100 %) and adults in third place (IVI = 150). Finally, the pufferfish, *Colomesus psittacus* (IVI = 102), a characteristic species of the lower delta according to Cervigón (1985), placed fourth in dominance. It is an estuarine-marine species, occasionally entering freshwater

responsible for 6 % of relative abundance and 3 % of biomass (Figure 15d).

Constancy of the 78 species collected in the channels studied varied. Only five species (6 %) were considered year long residents, 12 (15 %) temporary, and 61 occasional. The fish community is thus composed of many rare species and just a few dominants, which is typical of estuaries (Yañez-Arancibia *et al.* 1985, Barletta-Bergan *et al.* 2001) and consistent with the findings of Longhurst and Pauly (2007) who studied tropical systems. According to Day *et al.* (1989), estuaries are highly dynamic environments, where rapid physical and chemical changes cause high energy costs to the fishes that live there. Because of this, few species are residents in any given locality, and few remain in the estuary for their entire life cycle, with most being just temporary visitors (Santos *et al.* 2002). This behaviour has been observed in other estuaries, where about 64 % of the fishes captures were occasional visitors, and only 17 % residents (Freitas Jr. 2005).

Although the above situation is the norm for most estuarine fishes, there are a few that dominate in the channels studied throughout the year and all four hydrophases. During high, low and rising waters, the marine catfish *Cathorops* sp is the dominant species with a croaker species (*Stellifer* spp) in second place. The community dominance index value for all four channels studied was 44 %, with *Cathorops* sp and *Stellifer naso* dominant.

Conclusion

During the hydrological cycle studied, in the mouths of three Orinoco channels (Pedernales, Manamo and Angostura) and one channel in the Gulf of Paria basin (Venado) no fluctuations in the abiotic parameters recorded (depth, turbidity and salinity) were found. Given that salinity is the determinant factor regulating tropical estuarine fish species distribution, no alteration of species present was detected in any of the four channels in any time of the four annual hydrophases. This supports the conclusion that the

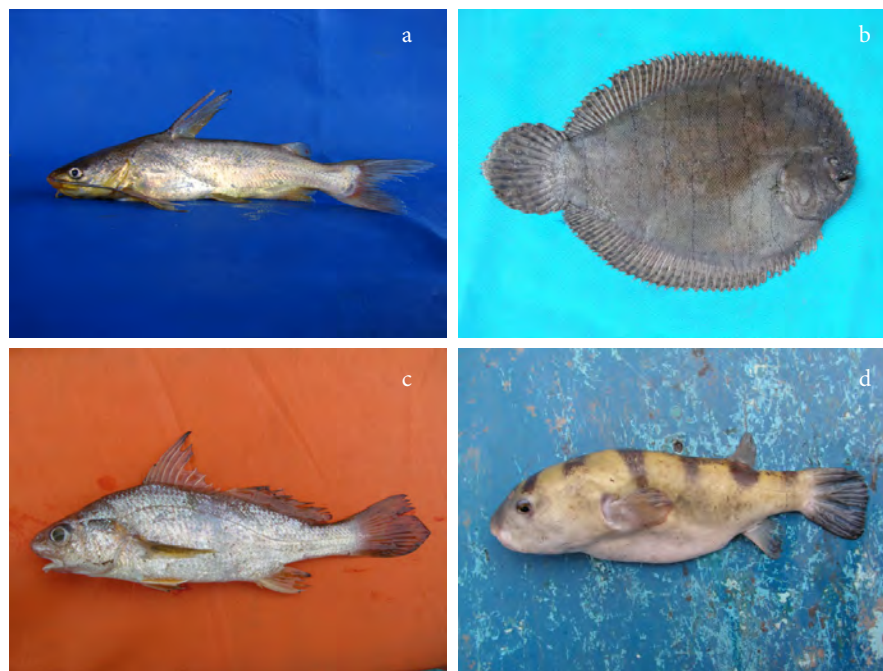


Figure 15. Most important fish in terms of abundance, biomass and relative frequency (IVI). a) *Cathorops* sp., b) *Achirus achirus*, c) *Stellifer naso* y d) *Colomesus psittacus*. Photos: J. Hernández (a), A. Giraldo (b – d).

construction of a dike in Manamo Channel 50 years ago, considerably affected its normal hydrological cycle, and that the impacts not only directly affect Manamo Channel, but extend to the entire Orinoco River subdrainage studied, which includes Pedernales and Angostura channels, and even one channel in the Gulf of Paria basin (Venado), making evident the importance of interconnections among Orinoco River Delta channels.

Acknowledgements

This study was carried out within the framework of the “Aquatic biodiversity monitoring program of the Gulf of Paria and Orinoco River Delta” financed by ConocoPhillips – Venezuela and carried out by the Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Venezuela). From the Humboldt Institute we thank Claudia María Villa, for revision of the manuscript and Edwin Fabian Tamayo by the mapping. Special thanks to Donald Taphorn for the translation and the evaluators for their comments.

References

- Andrade-Tubino, M., A. L. Reis & M. Vianna. 2008. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos Brasileiros: uma síntese. *Oecologia Brasiliensis* 4: 640-661.
- Araújo, F. J. 1988. Distribuição, abundância relativa e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 5 (4): 509-543.
- Arceo-Carranza, D. & M. E. Vega-Candejas. 2009. Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan península. *Revista de Biología Tropical* 57 (1-2): 89-103.
- Azevedo, M. C. C., F. G. Araújo, A. G. da Cruz Filho e A. C. Santos. 1998. Distribuição e abundância relativa de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zoologia* 15 (4): 509-543.
- Barletta, M., A. Barletta-Bergan, U. Saint-Paul & G. Hubold. 2003. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Marine Ecology Progress Series* 256: 217-228.
- Barletta, M., A. Barletta-Bergan, U. Saint-Paul & G. Hubold. 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology* 66: 45-72.
- Barletta, M., C. S. Amaral, M. F. M. Corre, F. Guebert, D. V. Dantas, L. Lorenzi & U. Saint-Paul. 2008. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. *Journal of Fish Biology* 73: 1314-1336.
- Barletta-Bergan, A., M. Barletta & U. Saint-Paul. 2001. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 193-206.
- Barreiros, J. P., J. O. Branco, F. Freitas, L. Machado, M. Hostim-Silva & J. R. Verani. 2009. Space-time distribution of the ichthyofauna from Saco da Fazenda estuary, Itajaí, Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research* 25 (5): 1114-1121.
- Barros, D. F., M. F. Torres & F. L. Frédo. 2011. Ichthyofauna of the estuary of São Caetano de Odivelas and Vigia (Pará, Amazon Estuary). *Biota Neotropica* 11 (2): 367-373.
- Blaber, S. J. 1997. Fish and fisheries in tropical estuaries. Chapman & Hall. London, England. 367 pp.
- Blaber, S. J. M., D. P. Cyrus, J.-J. Albaret, C. V. Ching, J. W. Day, M. Elliott, M. S. Fonseca, D. E. Hoss, J. Orensanz, I. C. Potter & W. Silvert. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57: 590-602.
- Carvalho-Neta, R. N. F., J. L. S. Nunes e N. M. Piorski. 2011. Peixes estuarinos do Maranhão. Pp: 95-104. *En: Nunes, J. L. S. e N. M. Piorski (Eds.). Peixes marinhos e estuarinos do Maranhão. Café y Lápis, Fapema, São Luís, Brasil.*
- Cervigón, F. 1982. La ictiofauna estuarina del caño Mánamo y áreas adyacentes. Pp: 162-192. *En: Novoa, D. (Ed.). Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. Corporación Venezolana de Guyana. Editorial Arte, Caracas, Venezuela.*
- Cervigón, F. 1985. La ictiofauna de las aguas estuarinas del delta del río Orinoco en la costa atlántica occidental, Caribe. Pp: 57-78. *En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.). Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: hacia una integración de ecosistemas. UNAM, Ciudad de México, México.*
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Fundación Científica Los Roques, Volumen 1, Segunda edición, Caracas, Venezuela. 425 pp.
- Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Fundación Científica Los Roques, Volumen 3, Segunda edición, Caracas, Venezuela. 295 pp.
- Cervigón, F., R. Cipriano, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. J. Lemus, R. Márquez, J. M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1992. Guía de campo de

- las especies comerciales marinas de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de pesca. FAO, Roma.
- Dantas, D. V., M. Barletta, M. F. Costa, S. C. T. Barbosa-Cintra, F. E. Possatto, J. A. A. Ramos, A. R. A. Lima & U. Saint-Paul. 2010. Movement patterns of catfishes (Ariidae) in a tropical semi-arid estuary. *Journal of Fish Biology* 76: 2540-2557.
- Dantas, D. V., M. Barletta, A. R. A. Lima, J. A. A. Ramos, M. F. Costa & U. Saint-Paul. 2011. Nursery habitat shifts in an estuarine ecosystem: Patterns of use by sympatric catfish species. *Estuaries and Coasts* 35(2): 587 - 602. DOI: 10.1007/s12237-011-9452-0.
- Day, J. W., C. A. Hall, W. M. Kemp & A. Yáñez-Arancibia. 1989. Estuarine ecology. John Wiley & Sons, New York. 558 pp.
- Ecology & Environment. 2003. La actividad pesquera en el golfo de Paria: actualización del estudio de línea base, CONOCO-Phillips. http://www.conocophillipsparia.com/files/LB_Pesquera.pdf. [Consulta: 11 de agosto de 2015].
- Flores, A. L., A. Ochoa y G. Love. 2004. Evaluación de amenazas y oportunidades. Pp: 24-28. *En*: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love. (Eds.), Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional, Washington DC, USA.
- Freitas Junior, F. 2005. Ictiofauna do Estuário do Saco da Fazenda, Itajaí, SC. Itajaí, Monografía. Universidade do Vale do Itajaí, Brasil. 77 pp.
- Goulding, M., M. Carvalho Leal & E. Ferreira. 1988. Rio Negro. Rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fishes communities. SPB Academic Publishing, The Hague, Holanda. 200 pp.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9 pp.
- Krebs, Ch. J. 1972. Ecology. Harper & Row, New York, USA. 694 pp.
- Lara-Domínguez, A. L., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua Linares. 1981. Biology and ecology of sea catfish *Arius melanopus* Gunther in Términos Lagoon, Southern Gulf of Mexico (Pisces: Ariidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 8 (1): 267-304.
- Lasso, C. A. y J. Meri. 2003. Estudio de las comunidades de peces en herbazales y bosques inundables del bajo río Guanipa, cuenca del golfo de Paria, Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. 155: 75-90.
- Lasso, C. A., O. M. Lasso-Alcalá, C. Pombo y M. Smith. 2004 a. Ictiofauna de las aguas estuarinas del delta del río Orinoco (caños Pedernales, Mánamo, Manamito) y golfo de Paria (río Guanipa): diversidad, distribución, amenazas y criterios para su conservación. Pp: 70-84. *En*: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love. (Eds.), Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional, Washington DC, USA.
- Lasso, C. A., O. M. Lasso-Alcalá, C. Pombo y M. Smith. 2004 b. Composición, abundancia y biomasa de la ictiofauna béntica del golfo de Paria y delta del Orinoco. Pp: 85-102. *En*: Lasso, C. A., L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love. (Eds.), Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional, Washington DC, USA.
- Lasso, C. A., O. M. Lasso-Alcalá, A. Giraldo, P. Sánchez, K. González-Oropeza, J. Hernández-Acevedo y J. C. Rodríguez. 2008. Peces. Pp: 73-126. *En*: Lasso, C. A. y J. C. Señaris (Eds.). Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco. StatoilHydro Venezuela AS – Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Venezuela.
- Lasso, C. A., P. Sánchez-Duarte, O. Lasso-Alcalá, J. Hernández-Acevedo, R. Martín, H. Samudio, K. González-Oropeza, J. Hernández-Acevedo y L. Mesa. 2009. Lista actualizada de los peces del delta del río Orinoco, Venezuela. *Biota Colombiana* 10 (1-2): 123-148.
- Lasso, C. A. y P. Sánchez-Duarte. 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A., Caracas, Venezuela. 498 pp.
- Longhurst, A. R. e D. Pauly. 2007. Ecología dos oceanos tropicais. Edusp, São Paulo, Brasil. 424 pp.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing: Oxford, United Kingdom. 215 pp.
- Margalef, R. 1969. Perspectives in ecological theory. The University of Chicago, Chicago. 111 pp.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Ediciones Omega S. A. Barcelona, España. 951 pp.
- Mc Naughton, S. J. 1968. Ecology Structure and function in California grassland. *Ecology* 49: 962-972.
- Monente, J. A. y G. Colonnello. 2004. Consecuencias ambientales de la intervención del delta del Orinoco. Pp. 114-125. *En*: C. A. Lasso, L. E. Alonso, A. L. Flores y G. Love (Eds.), Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del delta

- del río Orinoco y golfo de Paria, Venezuela. Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation Internacional, Washington DC, USA.
- Montgomery, D. 1984. Design and analysis of experiments. Second edition, John Wiley & Sons, Nueva York, USA. 250 pp.
- Neves, L., T. Teixeira & F. Araújo. 2010. Structure and dynamics of distinct fish assemblages in three reaches (upper, middle and lower) of an open tropical estuary in Brazil. *Marine Ecology* 32: 115-131.
- Novoa, D. (comp.). 1982. Los recursos pesqueros del Río Orinoco y su explotación. Corporación Venezolana de Guayana, Editorial Arte, Caracas, Venezuela. 386 pp.
- Novoa, D. 2000 a. La pesca en el golfo de Paria y delta del Orinoco costero. CONOCO Venezuela, Editorial Arte, Caracas, Venezuela. 120 pp.
- Novoa, D. 2000 b. Evaluación del efecto causado por el efecto de la pesca de arrastre costera sobre la fauna íctica en la desembocadura del caño Mánamo (Delta del Orinoco, Venezuela). *Acta Ecologica del Museo Marino de Margarita* 2: 43-62.
- Novoa, D. y F. Cervigón. 1986. Resultados de los muestreos de fondo en el área estuarina del Delta del río Orinoco, Venezuela. En: IOC/FAO Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. Intergovernmental Oceanographic Commission, Workshop Report 44 (Suplemento), Roma, Italia.
- Olivares, E. y G. Colonnello. 2000. Salinity gradient in the Mánamo river, a dammed tributary of the Orinoco delta, and its influence on the presence of Eichhornia crassipes and Paspalum repens. *Interciencia* 25 (5): 242-248.
- Ortiz, M., A. Machado-Allison y V. Carrillo. 2007. Evaluación ecológica rápida de la ictiofauna en cinco localidades del delta del río Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 32(9): 601-609.
- Petróleos de Venezuela (PDVSA). 1993. Imagen Atlas de Venezuela. Una visión espacial. Editorial Arte, Caracas, Venezuela. 271 pp.
- Ponte, V., A. Machado-Allison y C. A. Lasso. 1999. La ictiofauna del delta del río Orinoco, Venezuela: una aproximación a su diversidad. *Acta Biológica Venezolánica* 19 (3): 25-46.
- Ramos, F., D. Novoa e I. Itriago. 1982. Resultados de los programas de pesca exploratoria realizados en el Delta del Orinoco. Pp: 162-192. En: Novoa, D. (Ed.), Los recursos pesqueros del río Orinoco y su explotación. Corporación Venezolana de Guyana, Editorial Arte, Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, M. A., K. O. Winemiller, W. M. Lewis & D. C. Taphorn. 2007. The fresh water habitats, fishes and fisheries of the Orinoco River basin. *Aquatic Ecosystem Health* 10 (2): 140-152.
- Sánchez, C. y M. Rueda. 1999. Variación de la diversidad y abundancia de especies ícticas dominantes en el Delta del Río Magdalena, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 47 (4): 1067-1079.
- Santos, C., R. Schwarz-Junior, J. F. de. Oliveira-Neto e H. L. A. Spach. 2002. Ictiofauna em duas planícies de maré do setor euhalino da Baía de Paranaguá, Pr, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 28: 49-60.
- Shannon, C. E. & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois, Urbana. 119 pp.
- Vieira, J. P. 2006. Ecological analogies between estuarine bottom trawl fish assemblages from Patos Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil and York River, Virginia, USA. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (1): 234 – 247.
- Whitfield, K. A. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: A South African case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9:151-186.
- Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez & H. Álvarez Guillén. 1985. Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets. Pp. 127-168. En: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.), Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras: hacia una integración de ecosistemas. UNAM, Ciudad de México, México.
- Zubiria, W., A. Lacayo, A. Acero y J. C. Narváez. 2008. Diversidad y abundancia de la ictiofauna de un complejo de lagunas costeras en una reserva natural del Caribe colombiano. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 68 (170): 125-139.

Appendix 1. List of fish species collected during one year of sampling in Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels, of the Orinoco River Delta and the Gulf of Paría. Freshwater (F), Occasional Freshwater (OF), Estuarine (E), Estuarine Occasional (EO) and Marine (M).

Orden	Familia	Especies	Hábito	
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis geijskesi</i> (Boeseman 1948)	E, M	
		<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M	
	Gymnuridae	<i>Gymnura micrura</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M	
	Potamotrygonidae	<i>Potamotrygon</i> sp.	F, EO	
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Odontognathus mucronatus</i> Lacepède 1800	OF, E, M	
		<i>Rhinosardinia amazonica</i> (Steindachner 1879)	F	
		<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes 1848)	OF, E, M	
		<i>Anchovia clupeoides</i> (Swainson 1839)	OF, E, M	
	Engraulidae	<i>Anchovia surinamensis</i> (Bleeker 1865)	F, EO	
		<i>Anchoviella brevirostris</i> (Günther 1868)	OF, E, M	
		<i>Anchoviella guianensis</i> (Eigenmann 1912)	F, EO, MO	
		<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler 1911)	OF, E, M	
		<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther 1868)	F, EO, MO	
		<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix y Agassiz 1829)	OF, E, M	
		<i>Lycengraulis limnichthys</i> Schultz 1949	E, M	
		<i>Pterengraulis atherinoides</i> (Linnaeus 1766)	F, EO	
		Pristigasteridae	<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes 1837)	F, EO
			<i>Pellona harroweri</i> (Fowler 1917)	E, M
Characiformes	Characidae	<i>Piaractus brachipomus</i> (Cuvier 1818)	F	
		<i>Triporthus auritus</i> (Valenciennes 1850)	F	
Siluriformes	Ariidae	<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus 1766)	E, M	
		<i>Cathorops</i> sp.	E, M	
		<i>Notarius grandicassis</i> (Valenciennes 1840)	E, M	
		<i>Amphiarus rugispinis</i> (Valenciennes 1840)	E, M	
		<i>Sciades couma</i> (Valenciennes 1840)	OF, E, M	
		<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch 1794)	E, M	
		<i>Sciades passany</i> (Valenciennes 1840)	E, M	
	Aspredinidae	<i>Aspredinichthys filamentosus</i> (Valenciennes 1840)	F, E	
		<i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus 1758)	F, E	
		<i>Platystacus cotylephorus</i> Bloch 1794	F, E	
	Auchenipteridae	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch 1794)	F, E	
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard 1824)	F	
	Loricariidae	<i>Hypostomus watwata</i> Hancock 1828	F, EO	
		<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i> (Castelnau 1855)	F	
Pimelodidae		<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix y Agassiz 1829	F	
	<i>Pimelodina flavipinnis</i> Steindachner 1876	F		
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M	
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus 1766)	E, M	
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus 1766)	E, M	

Cont. **Appendix I.** List of fish species collected during one year of sampling in Pedernales, Manamo, Angostura and Venado channels, of the Orinoco River Delta and the Gulf of Paría. Freshwater (F), Occasional Freshwater (OF), Estuarine (E), Estuarine Occasional (EO) and Marine (M).

Orden	Familia	Especies	Hábito
Perciformes	Carangidae	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier 1833)	EO, M
		<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier 1832)	E, M
		<i>Oligoplites saliens</i> (Bloch 1793)	E, M
		<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus 1758)	E, M
		<i>Trachinotus cayennensis</i> Cuvier 1832	EO, M
		<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus 1758)	OF, E, M
	Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i> Poey 1860	E, M
		<i>Centropomus pectinatus</i> Poey 1860	OF, E, M
		<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch 1792)	OF, E, M
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet 1782)	E, M
	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier 1829)	E, M
	Gobiidae	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas 1770)	E, M
	Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus 1758)	E, M
		<i>Genyatremus luteus</i> (Bloch 1790)	E, M
		<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus 1758)	OF, E, M
		<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier 1830)	E, M
		<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède 1801)	E, M
		<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier 1830)	OF, E, M
		<i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier 1830)	E, M
		<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier 1830)	E, M
		<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M
		<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest 1823)	E, M
		<i>Nebris microps</i> Cuvier 1830	OF, E, M
		<i>Stellifer microps</i> (Steindachner 1864)	E, M
		<i>Stellifer naso</i> (Jordan 1889)	E, M
		<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan 1889)	E, M
		<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch 1790)	E, M
	Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo y Zavala-Camin 1978	E, M
	Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein 1822)	E, M
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus 1758	OF, E, M
	Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus achirus</i> (Linnaeus 1758)
<i>Apionichthys dumerili</i> Kaup 1858			F, E, M
Paralichthyidae		<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther 1862	F, E, M
Cynoglossidae		<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy y Gaimard 1824)	E, M
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus psittacus</i> (Bloch y Schneider 1801)	E, M
		<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus 1766)	OF, E, M
		<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus 1758)	E, M

Paula Sánchez-Duarte
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., Colombia
psanchez@humboldt.org.co

Carlos A. Lasso
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., Colombia
classo@humboldt.org.co

Benthic fish community structure in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria (Venezuela), fifty years after the construction of a dike across Manamo Channel

Citación del artículo. Sánchez-Duarte, P. y C. A. Lasso. 2016. Benthic fish community structure in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria (Venezuela), fifty years after the construction of a dike across Manamo Channel. *Biota Colombiana* 17 (1) 64-89. DOI: 10.21068/C2016v17r01a06

Recibido: 21 de diciembre de 2015
Aprobado: 6 de junio de 2016

Aproximación al estado actual del conocimiento de la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia

The current state of knowledge of the bird fauna of the Atlántico state (Colombia)

Leyn Castro-Vásquez

Resumen

Con el propósito de establecer el estado actual del conocimiento sobre la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia, se realizó una revisión de la bibliografía sobre estudios ornitológicos, inventarios de fauna y datos de campo, disponibles en diversas fuentes de información (bibliotecas, librerías y bases de datos sobre aves en línea), obteniéndose como resultado que el departamento cuenta en la actualidad con un total de 363 especies, a partir de 43 registros recientes de avifauna, lo que representa el 51 % de las aves de la subregión del Caribe y valle interandino, y el 19 % del total de especies registradas para Colombia (n=1903). Del total departamental, 81 especies son migratorias, es decir, el 44 % del total de aves migratorias para Colombia (n=185). Así mismo, existen dos especies incluidas en el libro rojo de las aves de Colombia: *Phoenicopterus ruber*, *Chauna chavaria*, las cuales representan sólo el 1,23 % del total de 162 especies amenazadas y casi amenazadas. Además, el departamento cuenta con cinco especies casi-endémicas: *Chauna chavaria*, *Chlorostilbon gibsoni*, *Picumnus cinnamomeus*, *Inezia tenuirostris* y *Synallaxis candei*.

Palabras claves. Aves endémicas. Aves migratorias. Conservación. Especies amenazadas. Registros recientes.

Abstract

In order to establish the current state of knowledge of the avifauna in Atlántico state (Colombia) a literature review and bibliography on ornithological studies, inventories of wildlife, field data available from various sources of information (libraries, databases, computer tools) was made, results indicate that the state currently has a total of 363 bird species, including 43 recent new records of avifauna. This represents 51% of the amount of bird species in the Caribbean region and 19% of all registered species in Colombia (N = 1903). Of the state's total, eighty (81) are migratory, which represent 44% of the total of migratory birds in Colombia (N = 185). Also, in the Atlántico state territory there are two of the species listed in the Red Book of Colombia's birds *Phoenicopterus ruber* and *Chauna chavaria*, representing only 1.23 % of a total of 162 species consider threatened or near threatened. In addition, five near-endemic species: *Chauna chavaria*, *Chlorostilbon gibsoni*, *Picumnus cinnamomeus*, *Inezia tenuirostris* and *Synallaxis candei*, inhabit the state.

Key words: Conservation. Endangered Species. Endemic. Migratory birds. Recent records.

Introducción

La información existente en la actualidad sobre las aves en el departamento del Atlántico es fragmentaria, y en su mayoría se encuentra dispersa en literatura gris (tesis de grado, estudios de impacto ambiental, censos, informes de salidas de campo), cuya adquisición o acceso es relativamente restringida, por reposar en bibliotecas personales, de universidades e instituciones locales (Biomap 2004). El único estudio científico que se propuso determinar la avifauna presente específicamente en el departamento del Atlántico fue publicado Armando Dugand Gnecco en el año 1947, bajo el nombre “Aves del departamento del Atlántico” (Dugand 1947). En la últimas dos décadas se incrementó el número de investigaciones ornitológicas en los municipios del Atlántico, gracias a iniciativas individuales o al surgimiento de organizaciones ornitológicas conformadas por biólogos investigadores de la Universidad del Atlántico. Esta variedad de estudios permiten condensar los listados de especies por localidad, datos de abundancia o presencia, entre otra información valiosa, por lo que es evidente que la recopilación y concentración en un solo documento de toda la información disponible sobre la avifauna del departamento del Atlántico es de gran importancia para que pueda ser difundida y utilizada por los investigadores de la región Caribe y de Colombia en general, además de permitir la actualización de las bases de datos y servir de referencia obligada para la apropiada toma de decisiones en materia de conservación por parte de las autoridades ambientales. Por lo tanto, esta investigación ofrece una aproximación del estado actual de conocimiento de las aves del departamento, compilando información relacionada con especies por municipios y localidades, registros de aves recientes, especies amenazadas a nivel nacional según la categoría de la UICN, con el fin de convertirse en un futuro, en una fuente imprescindible de consulta para el desarrollo de estudios ornitológicos, no sólo en el departamento del Atlántico, sino de la región Caribe en general.

Área de estudio

El área de estudio que comprende la presente revisión se circunscribe al departamento del

Atlántico, que tiene una extensión de 3.386 km² y se encuentra situado al norte del territorio nacional, dentro de las siguientes coordenadas: latitud norte 10° 15' 36 " sur de San Pedro: 11° 06' 37" Bocas de Ceniza. Longitud oeste de Greenwich 74° 42' 47" (margen izquierda del río Magdalena) 75° 16' 34" (intersección Santa Catalina y Arroyo grande) (Gobernación del Atlántico 2013) (Figuras 1 y 2). El departamento tiene características propias de piso térmico cálido y sus elevaciones no sobrepasan los 500 m s.n.m. El departamento presenta un clima tropical de tipo estepa y sabana de carácter árido en la desembocadura del río Magdalena y alrededores de Barranquilla; semiárido en las fajas aledañas al litoral y al río Magdalena y semihúmedo desde Sabanalarga hacia el sur. El comportamiento de la temperatura es de régimen isotérmico, con un promedio de 27 °C; la temperatura máxima promedio alcanza 30 °C. La humedad relativa es alta con valores entre 72 y 88 %; la precipitación promedio anual oscila entre 700 y 1300 mm, con un periodo seco comprendido entre diciembre y abril y uno lluvioso de mayo a noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor intensidad (Gobernación del Atlántico 2013).

Material y métodos

Selección de la información disponible

La revisión de literatura y bibliografía, a nivel del departamento del Atlántico y sus municipios, sobre estudios ornitológicos, inventarios de fauna, datos de campo, disponibles en diversas fuentes de información (bibliotecas, librerías y bases de datos en línea sobre aves), cubrió aproximadamente un período de tres años. Los criterios de selección de información relevante para el estudio fueron área de estudio, metodología científica utilizada, experiencia de los autores, pertinencia y respaldo bibliográfico, con el objeto de brindar información veraz, sólida y actualizada.

Para la elaboración de este manuscrito se contó con la revisión bibliográfica de Bolívar *et al.* (1999), Borja *et al.* (2000), Nuñez *et al.* (2000), Ruiz *et al.*

(2000), Acosta y Bolívar (2001), Fernández y Del Castillo (2001), Oliveros *et al.* (2001), Gómez y Molina (2002), Oliveros-Salas (2002), De la Zerda y Rosselli (2003), Reyes (2003), Ávila-Molina y Padilla (2005), Galván y Pineda (2005), Leyva y Márquez (2005), Simarra y Lagares (2005), CRA-SIRAP (2006), CRA y Uniatlántico (2006), González y Vergara (2006), Frías y Tache (2007), Ávila-Molina (2008), Borja *et al.* (2008), Molina (2008), Ruiz-Guerra *et al.* (2008), García-Quiñones (2009), Reyes y De las Casas (2010), Adárraga y Fontalvo (2011), Sánchez y Angarita (2011), Universidad del Atlántico (2012), Cohen *et al.* (2013) y Orniat (en prep.).

Resultados y discusión

Según los listados históricos de los estudios referenciados en el departamento del Atlántico se reportan 43 especies de aves, sumando un total de 363 especies en la actualidad (Anexo 1), que representan el 51 % de las aves de la subregión del Caribe y valle interandino y el 19 % del total de 1903 especies registradas para Colombia (Donegan *et al.* 2013). Estas cifras son muy representativas si se tiene en cuenta que el departamento del Atlántico tan sólo cubre el 2,6 % de la superficie Caribe y el 0,3 % del territorio colombiano, lo que convierte a este departamento en un área con una alta riqueza de aves en el país. Esta diversidad pudiera atribuirse a la ubicación geográfica, la orografía e hidrografía. Con respecto a la orografía, la multiplicidad de geofomas paisajísticas como colinas (entre 100 – 500 m s.n.m.), paisajes planos (llanuras aluviales, terrazas, ciénagas y deltas fluviales), litoral y costa (Igac 1994), favorecen diversidad de hábitats disponibles para la avifauna, ofreciéndoles variados servicios ambientales (áreas para refugio, alimentación, percha, pernoctación, reproducción); así mismo, la particular hidrografía del departamento compuesta principalmente por el Mar Caribe y el río Magdalena, los cuales convergen en Bocas de Ceniza, hacen del territorio atlanticense un lugar preferencial en Colombia para las aves acuáticas, tanto residentes como migratorias.

Al confrontar los registros históricos de avifauna elaborados por Dugand y otros autores con los

listados actuales, es evidente que se han adicionado numerosas especies nuevas a los registros previos. Tal diferencia puede explicarse por distintas razones, como el incremento en los trabajos ornitológicos, sobre todo a partir de los años noventa, con el auge del quehacer investigativo y ambiental, debido a la conformación del programa de Biología de la Universidad del Atlántico, de organizaciones como la Fundación Ornitológica del Atlántico (ORNIAT) y la creación de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), dentro del Sistema Nacional Ambiental (SINA) (Ley 99 de 1993), ente territorial que ha apoyado y propiciado estudios faunísticos en el departamento.

A su vez, el mejoramiento de las vías de acceso en el departamento en los últimos años, aunado a la implementación de métodos cuantitativos recientemente desarrollados, ha permitido la ejecución de muestreos y censos de aves en municipios y localidades que no habían sido estudiadas con anterioridad, lo que pudo haber enriquecido los registros de especies para el departamento y permitir la definición con mayor claridad de las distribuciones de las mismas.

No obstante, otros resultados de esta revisión revelan que un número notable de especies (Anexo 2), no han sido registradas nuevamente luego de los años setenta, lo que pone de manifiesto la presunta desaparición, remoción o extinción local de estas aves de los hábitat del departamento. Varios factores pueden haber incidido en la disminución o desaparición local de estas especies, entre los cuales se encuentran los cambios dramáticos en la vegetación original del departamento (Igac 1994) y de la región Caribe colombiana en general, donde solo en Bosque seco Tropical (Bs-T) se posee la mayor degradación de este bioma en el país, con 165,34 Ha. transformadas, contando el departamento del Atlántico con 12.16 Ha. naturales (3,7 %) (García *et al.* 2014).

En el departamento del Atlántico los hábitats de las aves están siendo afectados por la urbanización, la tala indiscriminada de los bosques, la expansión de la frontera agrícola, el drenaje y la desecación de humedales, la construcción de caminos y líneas de transmisión, entre otros (García-Quiñones 2009,

Rengifo *et al.* 2002). Otros factores que afectan a las aves silvestres del departamento son la caza y el tráfico ilegal (García-Quiñones 2009, Leyva y Márquez 2005); a pesar de ello, la tenencia de especies con fines ornamentales o como mascotas es culturalmente bien vista por buena parte de los pobladores del departamento. Para el Distrito de Barranquilla específicamente, las especies mantenidas en cautiverio son principalmente *Sicalis flaveola* (Canario costeño), *Eupsittula pertinax* (Cotorra carisucia), *Amazona ochrocephala* (Loro común) *Sporophila intermedia* (Mochuelo, Montañero, Espiguero gris) , *Sporophila minuta* (Mochuelo, Rosita, Espiguero ladrillo) (Leyva y Márquez 2005), lo que podría incidir negativamente sobre la supervivencia a mediano y largo plazo de estas especies en la región, de no tomarse las medidas adecuadas de educación ambiental y de tipo policivo para disminuir la captura ilegal de estas y otras aves silvestres.

Especies de aves amenazadas del Atlántico

De acuerdo con los resultados de la revisión, existen dos especies para el departamento del Atlántico incluidas en el libro rojo de las aves de Colombia (Rengifo *et al.* 2002): *Phoenicopterus ruber* (Flamenco) y *Chauna chavaria* (Chavarri) (Anexo 1), las cuales representan el 1,23 % del total de 162 especies amenazadas y casi amenazadas.

Phoenicopterus ruber fue registrada por Borja *et al.* (2006) en la zona de Astilleros (Piojó) cerca de Galerazamba, en límites con el departamento de Bolívar; históricamente se encuentra reportada para Bocas de Cenizas en Barranquilla (Dugand 1947) y el embalse del Guájaro (Dugand 1939 y 1947), localizado en jurisdicción de los municipios de Sabanagrande, Manatí y Repelón en el sur del departamento del Atlántico. *P. ruber* califica como vulnerable (VU) por su tamaño de población, lo reducido de su extensión y lo fragmentado de su hábitat; a esto se suma la fuerte presión que sus poblaciones vienen sufriendo por su comercialización, debido al elevado costo de esta especie en el mercado negro (Troncoso 2002).

Chauna chavaria (Figura 3) es una especie que ha sido registrada en Barranquilla, Puerto Giraldo



Figura 3. *Chauna chavaria* (chavarri). Foto: Juan Gonzalo Ochoa Zuluaga (2013).

(Ponedera), La Peña (Sabanalarga), Manatí, Repelón y en el área del embalse del Guájaro (Álvarez *et al.* 2000), además de Santa Lucía (De la Zerda y Rosselli 2003), encontrándose en las áreas pantanosas, lagunas con abundante vegetación y lagos en terrenos abiertos o boscosos (Hilty y Brown 2001). Está categorizada a nivel nacional como vulnerable (VU) debido a la disminución de su población, así como por la extensión y calidad de su hábitat (Botero 2002a).

Es importante referirse también a la especie *Lepidopygia lilliae* la cual posee los registros históricos de Meyer de Schauensee (1948 - 1952) y A. J. Negret (citado por Collar *et al.* 1992), ambos ubicándolos en el costado occidental de Boca de Cenizas. *L. lilliae* está catalogada como En Peligro Crítico (CR), porque se estima que su población y área de ocupación es muy pequeña, debido a que ha perdido el 40 % de su hábitat, el cual está sufriendo degradación por presión antrópica (Parra y Agudelo 2002). Otra especie a destacar es *Netta erythrophthalma*, considerada En Peligro Crítico (CR) o que incluso podría estar extinta a nivel nacional (Botero 2002). Esta especie habitaba los humedales del departamento, como el embalse del Guájaro (*vide* Dugand, 1947), sin embargo, no ha sido registrada recientemente en este cuerpo de agua.

En relación a las especies con algún grado de amenaza, el hecho de que el departamento del Atlántico tenga considerables porcentajes del total nacional, representa una gran responsabilidad en términos de gestión, vigilancia y control, políticas y estrategias de conservación por parte de las autoridades ambientales como la CRA (Corporación Autónoma Regional del Atlántico) y el DAMAB (Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla), así como de los entes de investigación en las universidades e instituciones locales, debido a la amenaza que suponen el crecimiento demográfico para los diferentes tipos de hábitat y las aves y demás fauna silvestre.

Especies casi endémicas

El departamento cuenta con cinco especies de aves casi endémicas (CE): *Chauna chavaria*, *Chlorostilbon gibsoni*, *Picumnus cinnamomeus*, *Inezia tenuirostris* y *Synallaxis candei* (Stiles 1998), las cuales representan el 6,25 % de las aves casi-endémicas de Colombia. Cabe destacar que en el territorio atlanticense también se presenta una subespecie endémica (*Molothrus aeneus armenti*) y una casi-endémica (*Crypturellus erythropus idoneus*) (Stiles 1998). Otra clasificación, elaborada por Stattersfield *et al.* (1998), da cuenta de 12 especies colombianas con *área restringida* ($\leq 50000 \text{ km}^2$) para la región del “Caribe colombiano y Venezuela”, de las cuales cinco de ellas (41,67 %) se encuentran en el Atlántico: *Picumnus cinnamomeus*, *Inezia tenuirostris* y *Synallaxis candei* (incluidas también en el listado de Stiles 1998), y *Ortalis garrula*, *Thamnophilus melanonotus* (adicionadas por Stattersfield *et al.* 1998) (Figura 4).

Aves migratorias

Se encontraron un total de 81 especies que representan el 44 % del total de aves migratorias para Colombia ($n=185$), según Hilty y Brown (2001). Teniendo en cuenta las diferentes zonas del continente americano de donde provienen las aves, para el Atlántico están reportadas 66 especies de migratorias del norte (46 % del total nacional provenientes de esta zona de América, $n=142$ según Hilty y Brown 2001); 12 especies de migratorias de América Central y del

Caribe, con el 75 % del total nacional ($n=16$, según Hilty y Brown 2001), que provienen de esta zona del continente, y 13 especies de aves migratorias del sur (33 % del total nacional provenientes de esta zona de América, $n=39$ según Hilty y Brown 2001). Así también, Zalles y Bildstein (2000), citados por Márquez *et al.* (2005), hacen referencia a las especies de rapaces que tienen migraciones parciales y movimientos locales en Colombia, de las cuales el departamento aporta 7 y 5 especies, respectivamente (Anexo 1).

Dentro de estas especies migratorias cabe destacar el primer registro de *Recurvirostra americana* para Colombia (Borja *et al.* 2006), durante el primer periodo del 2004 en la ciénaga Balboa, municipio de Puerto Colombia.

Es evidente que el departamento del Atlántico representa una zona de estadía y de paso muy importante en las rutas migratorias de las aves neotropicales, debido a que ofrece una atractiva diversidad de hábitat que le aportan servicios ecosistémicos para su desarrollo vital y el mantenimiento de las poblaciones en general, tales como lugares de refugio, zonas de forrajeo, percha y descanso. Como es sabido, en sus migraciones, las aves no se reparten al azar por amplias áreas, sino que utilizan o se congregan en unos pocos sitios especiales de alta concentración de alimento, distribuidos a lo largo de sus rutas. La desaparición o alteración del hábitat de uno de estos lugares, a raíz de construcciones urbanas y portuarias, desarrollo turístico, destrucción de bosques, expansión agrícola, desecación de humedales, entre otros, pueden reducir las opciones y la disponibilidad de áreas predilectas para las especies migratorias, pudiendo llevar a que una parte significativa de la población desaparezca al no poder completar su migración (Canevari *et al.* 2001).

En este sentido, en el departamento del Atlántico deben tomarse medidas que favorezcan la preservación de los hábitat que sustentan a las especies tanto residentes como migratorias de largas distancias o con movimientos regionales y locales, debido a la responsabilidad ambiental que significa ser un lugar de parada en las rutas migratorias de las



Figura 4. a) *Picumnus cinnamomeus* (carpinterito castaño). Foto: Juan Gonzalo Ochoa Zuluaga. b) *Ortalis garrula* (guacharaca costeña o chachaloca castaña). Fotografía tomada en Barranquilla (Atlántico, Colombia) por Fabián Andrés Tapia. Fuente: Aldana-Domínguez (2015). c) *Inezia tenuirostris* (tiranuelo diminuto) capturada con red de niebla en el municipio de Repelón (Atlántico) por Rafael Borja y Pablo Lagares. Registro fotográfico: Rafael Borja y Pablo Lagares (2015). d) *Thamnophilus melanonotus* (hormiguero encapuchado) capturada con red de niebla en el mirador de la ciénaga de Luruaco (Luruaco, Atlántico) por Rafael Borja y Pablo Lagares. Registro fotográfico: Rafael Borja y Pablo Lagares (2015).

especies de aves, puesto que constituyen un recurso natural compartido entre varios países.

Conclusiones y recomendaciones

Este documento sintetiza prácticamente toda la información disponible sobre la avifauna del departamento del Atlántico, además de ofrecer listados actualizados y condensados de especies en general, incluyendo adiciones recientes, especies casi endémicas, migratorias y con algún grado de amenaza. Por ello, se espera que constituya una fuente de referencia para el desarrollo de toda suerte estudios ornitológicos, especialmente de los componentes bióticos de los estudios de impacto ambiental a llevarse a cabo en los distintos municipios del departamento, pues suministra datos importantes que deben ser tenidos en cuenta en zonas a intervenir ecológicamente.

Es necesario que se diseñe y ejecute, por parte de las autoridades ambientales y con el apoyo de la academia, un plan maestro de investigación en recursos faunísticos y florísticos, de cobertura departamental, que determine claras directrices en materia de objetivos a corto, mediano y largo plazo, métodos estándar a implementar en cada grupo biótico, áreas estratégicas para la investigación y la conservación de especies y hábitat amenazados, taxones endémicos y migratorios, con el fin de cubrir

los vacíos de información existentes, las zonas inexploradas y obtener resultados comparables, para la adecuada toma de decisiones sobre uso, manejo y conservación.

En un departamento como el del Atlántico, donde las alteraciones en los ecosistemas causadas por factores de origen antrópico están deteriorando los ecosistemas y poniendo en riesgo a las aves y demás fauna silvestre asociada a ellos, hace falta desarrollar más estudios de este tipo, puesto que con estas investigaciones se contribuyen con información base para proteger las áreas del departamento donde se encuentren especies de importancia ecológica o en su defecto, hacer un aprovechamiento y uso sostenible de sus recursos para garantizar la supervivencia de los diferentes tipos de hábitat y así mismo reducir la huella de carbono que se genera en la región Caribe colombiana.

Es claro que la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla (DAMAB) deben jugar un papel fundamental en el proceso de llevar a cabo a nivel local las disposiciones contempladas en la Política Nacional de la Biodiversidad, en cuanto al establecimiento de áreas protegidas, la creación de incentivos y alternativas de ingreso para promover la conservación de la biodiversidad por parte de la sociedad civil, sobretodo de las personas que derivan

su sustento de la explotación de especies amenazadas, la búsqueda de reducción de los procesos que contribuyen a la transformación, fragmentación y degradación de ecosistemas, la formulación e implementación de mecanismos, instrumentos y normas que minimicen el impacto ambiental de las actividades productivas, así como llevar estrictos controles técnicos para el otorgamiento de licencias ambientales. Estas autoridades también deben promover el fortalecimiento de programas de conservación *ex situ* para especies amenazadas, a través de jardines botánicos, viveros, bancos de germoplasma, bancos comunitarios de comunidades campesinas, centros de cría y zoológicos.

Se recomienda fomentar y fortalecer las iniciativas de educación ambiental adelantadas con las comunidades rurales, especialmente con las escuelas y colegios, puesto que los niños y los habitantes de las áreas próximas a bosques y humedales son quienes directamente hacen uso de la fauna silvestre y algunos pueden representar el primer eslabón en la cadena de extracción y tráfico ilegal de especies del medio. Estas campañas de educación permitirán el surgimiento y consolidación de una conciencia ambiental.

Se sugiere el incremento de esfuerzos de investigación en las zonas incluidas dentro de los rangos de distribución de las especies con algún grado de amenaza y/o endémicas, para establecer posibles áreas de protección y manejo especial. También se insta a los ornitólogos del departamento a llevar a cabo observaciones ornitológicas en busca de aquellas especies cuyos reportes son conflictivos o que generan ampliaciones inusitadas de *áreas* geográficas de aves.

Se recomienda a la comunidad de ornitólogos del Atlántico y de la región Caribe en general, llevar a cabo las acciones a desarrollar propuestas en la estrategia nacional para la conservación de las aves, para el alcance de resultados contemplados en la misma.

Todo ello, contribuirá de manera decisiva a la conservación de la biota local y regional, incluyendo a las aves y sus hábitats, para el disfrute por parte de las generaciones futuras.

Agradecimientos

A los investigadores Rafael Borja Acuña y a Orlando Herrera Fortich por sus recomendaciones y comentarios, además de sus contribuciones con el préstamo de material bibliográfico. A Fred Ávila Molina por sus sugerencias y aportes en la realización de este artículo. A Mónica Dugand, Joe García y Cindy Sandoval en la CRA por la ayuda en la consecución de material relacionado con la avifauna del departamento del Atlántico. A Juan Ochoa Zuluaga, Rafael Borja Acuña y Pablo Lagares Ortega por aportar las fotografías de aves utilizadas en este artículo. A todos los autores de las investigaciones e inventarios recopilados en este manuscrito, en especial a Johana Reyes Herrera, Hugo Oliveros Salas, Orlando Padilla Rivera, Wilmer Núñez Santamaría, William Agudelo Henríquez, Carlos Ruiz Guerra, José Daniel Vergara, Angello Bolívar y William Fernández Castro. También agradezco a León Pérez Carmona y Walberto Naranjo Maury, quienes fueron evaluadores de una versión inicial de este trabajo en el posgrado de Ciencias Ambientales en la Universidad del Magdalena.

A nivel institucional, a la Universidad del Magdalena y Universidad del Atlántico, a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y a la Fundación Ornitológica del Atlántico (Orniat) por su apoyo y suministro de información.

Bibliografía

- Acosta, A. y A. Bolívar. 2001. Diversidad aviaria y su riqueza con la heterogeneidad vegetal en la Ciénaga del Convento, Municipio de Sabanagrande, departamento del Atlántico. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología. Barranquilla. 55 pp.
- Adárraga, M. e Y. Fontalvo. 2011. Evaluación de algunos aspectos comportamentales y uso de hábitat del Chamicero Bigotudo (*Synallaxis candei*) en parches de bosque seco tropical en el municipio de Usiacurí, departamento del Atlántico. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología. Barranquilla. 101 pp.
- Agudelo, W. 2008. Guía para la identificación de las aves más frecuentes en el aeropuerto internacional Ernesto Cortissoz, Barranquilla. Colombia. Programa de Limitación de Fauna Silvestre, Jefatura de Operaciones. Barranquilla. 32 pp.

- Aldana-Domínguez, J. A., C. Gómez y R. Borja. 2015. Patrimonio emplumado de la Universidad del Norte. Guía de campo. Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. 161 pp.
- Álvarez M., A. M. Umaña y M. J. Delgado. 2000. Compendio Ornitológico de Colombia (Base de datos). Programa Inventarios de la Biodiversidad Villa de Leyva, Colombia.
- Ávila-Molina, F. 2008. Listado de aves marinas y playeras de la ciénaga de Mallorquín, Barranquilla, Colombia. Informe técnico. Consultoría ambiental GESAMB LTDA. Barranquilla. 15 pp.
- Ávila-Molina, F. y O. Padilla-Rivera. 2005. Listado de aves de Loma Tierra Arena, Juan de Acosta, Atlántico. Documento interno.
- Biomap. 2004. Importance of scientific collections to assess research and conservation in Colombia. *Biobyte* 8: 3-6.
- Bolívar, A., J. García, J. Gómez, P. Lagares y B. Simarra. 1999. Avifauna del proyecto Jardín Botánico del Barrio La Victoria de Barranquilla, Atlántico. *En: Libro de Resúmenes del XII Encuentro Nacional de Ornitología*. Villavicencio, Colombia, p. 16.
- Borja, R., L. C. Gutiérrez, I. Mendoza y D. Ochoa. 2006. Aves playeras del litoral Caribe en el departamento del Atlántico. *En: Libro de Resúmenes del XIX Encuentro Nacional de Ornitología*. De las Casas, J. C. (Ed.). Villavicencio, Colombia, p. 53.
- Borja R, L Gutiérrez, I Mendoza y D. Ochoa. 2008. Caracterización de la diversidad y distribución de la avifauna presente en el litoral Caribe durante el periodo seco. Departamento del Atlántico. Pp: 27-44. *En: El Caribe. Las Ciencias Básicas e Ingenierías*. Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
- Borja, R., D. Arzuza, W. Salazar, I. Pinedo, L. Palacios y G. Gómez. 2000. Aves del Centro Recreacional y Turístico Turipaná – Atlántico. *En: Libro de Resúmenes del XIII Encuentro Nacional de Ornitología*. Barranquilla, Colombia, p. 28.
- Botero, J. E. 2002a. *Chauna chavaria*. Pp: 84-87. *En: Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Botero, J. E. 2002b. *Netta erythrophthalma*. Pp: 101-103. *En: Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanus (eds.), Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry y L.G. Naranjo. 2001. Guía de los chorlos y playeros de la región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Mahomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia. 141 pp.
- Cohen S., J. Mendoza y R. Borja. 2013. Composición y estructura de las aves playeras en Punta Astillero, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 17(1): 129-143.
- Collar, N.J., L. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño, L.G. Naranjo, T.A. Parker y D. Wege. 1992. Threatened birds of Ameritas: The IUCN/ICBP Red Data Book. International Council for Bird Preservation. Cambridge, U. K. 1150 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y Sistemas Regionales De Áreas Protegidas del Caribe (SIRAP CARIBE). 2006. Áreas Protegidas del Atlántico, herramienta de Conservación y Construcción de Territorio en el Departamento del Atlántico. Diseñado y diagramado por la oficina Asesora de Comunicaciones de la CRA. Barranquilla, Colombia. 30 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y Universidad del Atlántico. 2006. Sistema de áreas Protegidas del Departamento del Atlántico. Reservas: La Sierra (Sabanalarga), Tierra Arena (Juan de Acosta), Bijibana (Repelón) y Guaibaná (Piojó). Barranquilla.
- De La Zerda, S. y L. Rosselli. 2003. Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda. *Ornitología Colombiana* 1: 42-62.
- Donegan T., M. McMullan, A. Quevedo y P. Salaman. 2013. Revisión del estatus de las especies de aves que han sido reportadas en Colombia 2013. *Conservación Colombiana* 19: 3-10.
- Dugand, A. 1939. Aves de la región Magdalena-Caribe II. Formas características de la región Magdalena-Caribe y catálogo de las especies y subespecies por familias: Tinamiformes, Colymbiformes, Galliformes, Gruiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Anseriformes. Ciconiiformes. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 3(9-10): 47-65.
- Dugand, A. 1947. Aves del departamento del Atlántico, Colombia. *Caldasia* 4 (20): 499-648.
- Fernández W. y J. A. Del Castillo. 2001. Avifauna presente en las ciénagas La Bahía y Malambo (Departamento del Atlántico). Barranquilla. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 91 pp.
- Frías J. y L. Tache. 2007. Aporte de las áreas verdes recreativas de la ciudad de Barranquilla (Atlántico – Colombia) a las características Ambientales y a la comunidad de aves urbanas. Barranquilla. Trabajo

- de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 68 pp.
- Fundación Ornitológica del Atlántico (ORNIAT). Proyecto Guía de Campo de las Aves del Área Metropolitana de Barranquilla (en preparación).
- Galván D. y J. Pineda. 2005. Abundancia relativa en diferentes hábitat del área metropolitana de Barranquilla del Canario Costeño (*Sicalis flaveola*, Linnaeus 1766) su aprovechamiento e importancia socioeconómica. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 73 pp.
- García, H., G. Corso, P. Isaacs y G. 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 secos tropicales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C., Colombia.*
- Gómez G. Y. Molina. 2002. Riqueza y organización en gremios de forrajeo para las aves existentes en una formación halohidrofítica de manglar intervenido. Barranquilla, Atlántico. Trabajo de pregrado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología. Barranquilla, Colombia. 52 pp.
- García-Quiñones, J. 2009. Especies Amenazadas. Pp: 5-8. *En: Atlántico verde. Corporación Autónoma del departamento del Atlántico (CRA), Sistemas Regionales de Áreas Protegidas del Atlántico (SIRAP Atlántico) y Alianza para la Conservación y el Desarrollo (ACD), Barranquilla, Colombia.*
- Gobernación del Atlántico. 2013. Aspectos geográficos departamento del Atlántico. Pp: 17-20. *En: Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico del Atlántico 2012. Barranquilla, Colombia.*
- González, P. y J.D. Vergara. 2006. Utilización de cercas vivas por parte de la avifauna presente en área rural del corregimiento de San Luís Beltrán, municipio de Tubará, en el departamento del Atlántico. Informe de Avance. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 34 pp.
- Hilty, S.L. y W.L. Brown. 2001. Guía de las aves de Colombia. H. Álvarez-López (traductor). American Bird Conservancy – ABC. Imprelibros S.A. Bogotá D. C., Colombia. 1030 pp.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2014. Mapa político-administrativo del departamento del Atlántico. En línea: http://geoportal.igac.gov.co/mapas_de_colombia/igac/politicos_admin_2014/Atlantico.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2012. Mapa físico-político del Departamento del Atlántico. En línea: http://geoportal.igac.gov.co/mapas_de_colombia/igac/mps_fisicos_deptales/2012/Atlantico.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1994. Atlántico, Características geográficas. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Geografía. Santafé de Bogotá D. C., Colombia. 157 pp.
- Lepage, D. (2014). The world bird database. Avibase - Birdlife International. En línea: <http://www.bsc-eoc.org/avibase/avibase.jsp>
- Leyva, A.L. y J. E. Márquez. 2005. Tenencia y comercio de especies de fauna Silvestre y su relación con las poblaciones de aves en áreas vegetales perimetrales de la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 101 pp.
- Márquez, C., Bechard, M., Gast, F. y V.H. Vanegas. 2005. Aves rapaces diurnas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D. C., Colombia. 394 pp.
- Márquez, G. 2001. De la abundancia a la escasez, la transformación de ecosistemas en Colombia. Pp. 323-452. *En: G. Palacio (Ed.). Naturaleza en Disputa: Ensayos de historia ambiental de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Colombiano de Antropología e Historia, Santa Fe de Bogotá, Colombia.*
- Meyer de Schauensee, R. B. 1948-1952. The birds of Republic of Colombia. *Caldasia* 22-26: 251-1214.
- Molina, Y. 2008. Costa del departamento del Atlántico. Pp: 1-3. *En: Ruiz- Guerra, C.; Johnston-González, R., L. F. Castillo Cortés, Y. Cifuentes-Sarmiento, D. Eusse y F. A. Estela. (Eds.). Atlas de Aves Playeras y otras Aves Acuáticas en la costa Caribe colombiana. Asociación Calidris. Cali, Colombia.*
- Núñez, W., D. Rodríguez, A. Bolívar y A. Acosta. 2000. Lista de Aves observadas en el Parque Ecológico Crocodylia, Ciénagas de Sabanagrande – Atlántico. *En: Libro de Resúmenes del XIII Encuentro Nacional de Ornitología, Barranquilla, Colombia, p 28.*
- Oliveros-Salas, H. 2002. Listados de Aves del Municipio de Usiacurí, Atlántico. *Boletín El Papayero* 3: 9.
- Oliveros, H., J. Pineda, L. Castro, M. Herrera, O. Padilla, A. Mercado, D. Vergara, D. Galván, F. Avila, S. Marin, J. Reyes y C. Ruiz. 2001. Listado de fauna de la localidad de Pajuancho, Juan de Acosta, Atlántico. *Boletín El Papayero* 2: 10.
- Parra, J. L y M. S. Agudelo. 2002. *Lepidopyga lilliae*. Pp: 247-250. *En: Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander*

- von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, F. Stotz, y K. J. Zimmer. 2014. A classification of the Bird species of South America. American Ornithologists' Union. En línea: <http://www.museum.lsu.edu/~remsen/sacbaseline.html>.
- Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D. C. Colombia. 554 pp.
- Reyes, J. 2003. Primer registro de anidación del Gaviotín o Charrancito Americano *Sterna antillarum* en el Caribe Colombiano. *Ornitología Colombiana* 1: 66-67.
- Reyes, J. y J. C. De las Casas. 2010. Guía de aves del área metropolitana de Barranquilla: un proyecto con Alas. En: Libro de Resúmenes del III Congreso Colombiano de Zoología. Medellín, Colombia, p. 326.
- Ruiz-Guerra, C., R. Johnston-González, L. F. Castillo Cortés, Y. Cifuentes-Sarmiento, D. Eusse y F. A. Estela. 2008. Atlas de Aves Playeras y otras Aves Acuáticas en la costa Caribe colombiana. Asociación Calidris. Cali. Colombia, 72 pp.
- Ruiz, C., J. Reyes, D. Vergara, L. Castro y O. Padilla. 2000. Aves de la Ciénaga del Totumo – Atlántico. En: Libro de Resúmenes del XIII Encuentro Nacional de Ornitología. Barranquilla, Colombia, p. 28.
- Sánchez P. y J. Angarita. 2011. Evaluación del estado poblacional y uso de hábitat del Batará Encapuchado (*Thamnophilus melanonotus*) en parches de bosque seco tropical, municipio de Usiacurí, departamento del Atlántico. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico. Facultad de Ciencias Básicas. Programa de Biología. Barranquilla, Colombia. 86 pp.
- Simarra B. y P. Lagares. 2005. Frecuencia y prevalencia de ectoinvertibrados: *Phthiraptera* asociados al Barraquete *Anas discors* (Linnaeus. 1766), en el sistemas de ciénagas entre Sabanagrande y Palmar de Varela, margen occidental del río Magdalena, departamento del Atlántico. Trabajo de grado. Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología, Barranquilla, Colombia. 65 pp.
- Stiles, F. G. 1998. Las Aves Endémicas de Colombia. Pp. 378-385, 428-432. En: Chaves, M.E. y N. Arango (Eds.), Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia-1997. Tomo I. Diversidad Biológica. Instituto Alexander von Humboldt – PNUMA – Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D. C., Colombia.
- Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long y D. Wege. 1998. Endemic Birds Areas of the World. Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife International. Cambridge, Reino Unido. 815 pp.
- Troncoso, F. 2002. *Phoenicopterus ruber*. Pp: 81-83. En: Rengifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. Kattan y B. López-Lanus (Eds.). Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Universidad del Atlántico. 2012. Diagnóstico ambiental y estrategias de rehabilitación de la ciénaga de Luruaco, Atlántico. Informe Final. Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe Colombiano y Fundación Proceder Siglo 21. Barranquilla, Colombia. 266 pp.

Anexo 1. Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico. La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
TINAMIDAE	<i>Tinamus major</i>					
	<i>Crypturellus soui</i>					
	<i>Crypturellus erythropus</i>					
ANHIMIDAE	<i>Chauna chavarría</i>	VU				
ANATIDAE	<i>Dendrocygna bicolor</i>					
	<i>Dendrocygna viduata</i>					
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>					
	<i>Cairina moschata</i>					
	<i>Anas bahamensis</i>					
	<i>Anas discors</i>					
	<i>Nomonyx dominicus</i>					
CRACIDAE	<i>Ortalis garrula</i>					
	<i>Ortalis ruficauda</i>					
	<i>Penelope purpurascens</i>					
ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus cristatus</i>					
PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i>					
	<i>Podilymbus podiceps</i>					
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>					
SULIDAE	<i>Sula leucogaster</i>					
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>					
ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>					
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>					
ARDEIDAE	<i>Tigrisoma lineatum</i>					
	<i>Tigrisoma fasciatum</i>					
	<i>Cochlearius cochlearius</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
ARDEIDAE	<i>Ixobrychus exilis</i>		■			
	<i>Ixobrychus involucris</i>					
	<i>Nycticorax nycticorax</i>					
	<i>Nyctanassa violacea</i>					
	<i>Butorides virescens</i>		■			
	<i>Butorides striatus</i>					
	<i>Bubulcus ibis</i>					
	<i>Ardea herodias</i>		■			
	<i>Ardea cocoi</i>					
	<i>Ardea alba</i>					
	<i>Pilherodius pileatus</i>					
	<i>Egretta tricolor</i>					
	<i>Egretta rufescens</i>					
	<i>Egretta thula</i>					
<i>Egretta caerulea</i>						
THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>					
	<i>Eudocimus ruber</i>					
	<i>Plegadis falcinellus</i>					
	<i>Mesembrinibis cayennensis</i>					
	<i>Phimosus infuscatus</i>					
	<i>Theristicus caudatus</i>					
	<i>Platalea ajaja</i>					
CICONIIDAE	<i>Jabiru mycteria</i>					
	<i>Mycteria americana</i>					
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>		■			

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
CATHARTIDAE	<i>Cathartes burrovianus</i>			?		
	<i>Coragyps atratus</i>			■		
	<i>Sarcoramphus papa</i>					
PHOENICOPTERIDAE	<i>Phoenicopterus ruber</i>	VU				
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>		■			
ACCIPITRIDAE	<i>Elanus leucurus</i>					
	<i>Gampsonyx swainsonii</i>					
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>					
	<i>Leptodon cayanensis</i>					
	<i>Elanoides forficatus</i>			?		
	<i>Rostrhamus sociabilis</i>					■
	<i>Ictinia plumbea</i>				■	
	<i>Ictinia mississippiensis</i>			■		
	<i>Accipiter bicolor</i>					■
	<i>Geranoospiza caeruleascens</i>					
	<i>Buteogallus anthracinus</i>					■
	<i>Buteogallus urubitinga</i>					
	<i>Buteogallus meridionalis</i>					■
	<i>Busarellus nigricollis</i>					
	<i>Rupornis magnirostris</i>					
	<i>Parabuteo unicinctus</i>					■
	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>					■
	<i>Asturina nitida</i>					
<i>Buteo platypterus</i>			■			
<i>Buteo brachyurus</i>						

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo albonotatus</i>					
FALCONIDAE	<i>Caracara cheriway</i>					
	<i>Milvago chimachima</i>					
	<i>Herpetotheres cachinnans</i>					
	<i>Micrastur semitorquatus</i>					
	<i>Falco sparverius</i>		■			
	<i>Falco columbarius</i>		■			
	<i>Falco rufigularis</i>					
	<i>Falco femoralis</i>					■
	<i>Falco peregrinus</i>		■		■	
ARAMIDAE	<i>Aramus guarauna</i>					
RALLIDAE	<i>Aramides cajanea</i>					
	<i>Laterallus exilis</i>					
	<i>Porzana flaviventer</i>					
	<i>Porzana albicollis</i>					
	<i>Porzana carolina</i>		■			
	<i>Gallinula chloropus</i>					
	<i>Porphyrio martinica</i>					
	<i>Fulica americana</i>		■			
	CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>				
<i>Pluvialis squatarola</i>			■			
<i>Charadrius semipalmatus</i>			■			
<i>Charadrius wilsonius</i>			■			
<i>Charadrius alexandrinus</i>			■	■		
<i>Charadrius collaris</i>						

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
HAEMATOPODIDAE	<i>Haematopus palliatus</i>					
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>					
	<i>Recurvirostra americana</i>		■			
BURHINIDAE	<i>Burhinus bistriatus</i>					
SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago delicata</i>		■			
	<i>Limnodromus griseus</i>		■			
	<i>Limnodromus scolopaceus</i>		?			
	<i>Numenius phaeopus</i>		■			
	<i>Barthramia longicauda</i>		■			
	<i>Actitis macularia</i>		■			
	<i>Tringa melanoleuca</i>		■			
	<i>Tringa flavipes</i>		■			
	<i>Tringa solitaria</i>		■			
	<i>Tringa semipalmata</i>		■			
	<i>Arenaria interpres</i>		■			
	<i>Calidris canutus</i>		■			
	<i>Calidris alba</i>		■			
	<i>Calidris pusilla</i>		■			
	<i>Calidris mauri</i>		■			
	<i>Calidris minutilla</i>		■			
<i>Calidris fuscicollis</i>		■				
<i>Calidris ferruginea</i>		■				
<i>Phalaropus cf. tricolor</i>		■				
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>					
LARIDAE	<i>Larus atricilla</i>		■			

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
LARIDAE	<i>Sternula antillarum</i> (<i>Sterna albifrons</i>)					
	<i>Sternula superciliaris</i>					
	<i>Phaetusa simplex</i>					
	<i>Gelochelidon nilotica</i>		■			
	<i>Hydroprogne caspia</i>		■			
	<i>Chlidonias niger</i>		■			
	<i>Sterna hirundo</i>		■			
	<i>Sterna cf. dougallii</i>		■			
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>		■			
	<i>Thalasseus maximus</i>		■			
RYNCHOPIDAE	<i>Rynchops nigra</i>		?		?	
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>					
	<i>Columbina minuta</i>					
	<i>Columbina talpacoti</i>					
	<i>Columbina squammata</i>					
	<i>Claravis pretiosa</i>					
	<i>Patagioenas corensis</i>					
	<i>Patagioenas cayennensis</i>					
	<i>Patagioenas plumbea</i>					
	<i>Zenaida auriculata</i>					
<i>Leptotila verreauxi</i>						
PSITTACIDAE	<i>Ara ararauna</i>					
	<i>Ara macao</i>					
	<i>Ara chloroptera</i>					
	<i>Aratinga pertinax</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
PSITTACIDAE	<i>Forpus passerinus</i>					
	<i>Forpus xanthopterygius</i>					
	<i>Forpus conspicillatus</i>					
	<i>Brotogeris jugularis</i>					
	<i>Pionus menstruus</i>					
	<i>Amazona autumnalis</i>					
	<i>Amazona ochrocephala</i>					
	<i>Amazona amazonica</i>					
CUCULIDAE	<i>Coccyzus pumilus</i>					
	<i>Coccyzus americanus</i>		■			
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>				■	
	<i>Coccyzus lansbergi</i>					
	<i>Piaya cayana</i>					
	<i>Crotophaga major</i>					
	<i>Crotophaga ani</i>					
	<i>Crotophaga sulcirostri</i>					
	<i>Tapera naevia</i>					
TYTONIDAE	<i>Tyto alba</i>					
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>					
	<i>Pulsatrix perspicillata</i>					
	<i>Bubo virginianus</i>					
	<i>Glaucidium brasilianum</i>					
	<i>Pseudoscops clamator</i>					
NYCTIBIIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>					
CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles acutipennis</i>		■	■	■	■

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles minor</i>			■		
	<i>Nyctidromus albicollis</i>					
	<i>Antrostomus rufus</i>					
	<i>Caprimulgus cayennensis</i>					
APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>					
	<i>Chaetura vauxi</i>					■
	<i>Chaetura meridionales</i>					
	<i>Chaetura brachyura</i>					
TROCHILIDAE	<i>Colibri delphinae</i>					
	<i>Glaucis hirsuta</i>					
	<i>Phaethornis augusti</i>					
	<i>Phaethornis anthophilus</i>					
	<i>Phaethornis superciliosus</i>					
	<i>Anthracothorax nigricollis</i>					
	<i>Chrysolampis mosquitus</i>					
	<i>Chlorostilbon gibsoni</i>					
	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>					
	<i>Thalurania colombica</i>					
	<i>Damophila julie</i>					
	<i>Lepidopyga coeruleogularis</i>					
	<i>Lepidopyga goudoti</i>					
	<i>Amazilia tzacatl</i>					
<i>Amazilia saucerrottei</i>						
ALCEDINIDAE	<i>Megaceryle torquata</i>					
	<i>Megaceryle alcyon</i>					■

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle amazona</i>					
	<i>Chloroceryle americana</i>					
	<i>Chloroceryle aenea</i>					
MOMOTIDAE	<i>Momotus momota</i>					
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>					
BUCCONIDAE	<i>Hypnelus ruficollis</i>					
RAMPHASTIDAE	<i>Ramphastos sulfuratus</i>					
PICIDAE	<i>Picumnus cinnamomeus</i>					
	<i>Melanerpes rubricapillus</i>					
	<i>Verniliornis kirkii</i>					
	<i>Colaptes punctigula</i>					
	<i>Dryocopus lineatus</i>					
	<i>Campephilus melanoleucos</i>					
THAMNOPHILIDAE	<i>Sakesphorus canadensis</i>					
	<i>Thamnophilus doliatus</i>					
	<i>Thamnophilus melanonotus</i>					
	<i>Myrmotherula axillaris</i>					
	<i>Formicivora grisea</i>					
	<i>Myrmeciza longipes</i>					
FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>					
	<i>Synallaxis albescens</i>					
	<i>Synallaxis candei</i>					
	<i>Certhiaxis cinnamomea</i>					
	<i>Certhiaxis mustelinus</i>					
	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
FURNARIIDAE	<i>Dendroplex picus</i>					
	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>					
	<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>					
TYRANNIDAE	<i>Elaenia flavogaster</i>					
	<i>Elaenia chiriquensis</i>					
	<i>Elaenia frantzii</i>					
	<i>Camptostoma obsoletum</i>					
	<i>Phaeomyias murina</i>					
	<i>Capsiempis flaveola</i>					
	<i>Zimmerius vilissimus</i>					
	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>					
	<i>Sublegatus arenaruum</i>					
	<i>Inezia tenuirostris</i>					
	<i>Inezia subflava</i>					
	<i>Atalotriccus pilaris</i>					
	<i>Poecilotriccus sylvia</i>					
	<i>Todirostrum cinereum</i>					
	<i>Todirostrum nigriceps</i>					
	<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>					
	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>					
	<i>Tolmomyias flaviventris</i>					
	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>					
	<i>Empidonax (traillii-ahnorum)</i>			■		
<i>Contopus virens</i>			■			
<i>Contopus cinereus</i>						

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>				■	
	<i>Fluvicola pica</i>				■	
	<i>Arundinicola leucocephala</i>					
	<i>Machetornis rixosa</i>					
	<i>Myiozetetes cayanensis</i>					
	<i>Myiozetetes similis</i>					
	<i>Pitangus sulphuratus</i>					
	<i>Pitangus lictor</i>					
	<i>Conopias parvus</i>					
	<i>Myiodinastes maculatus</i>				■	
	<i>Megarhynchus pitangua</i>					
	<i>Tyrannus melancholicus</i>				■	
	<i>Tyrannus savana</i>				■	
	<i>Tyrannus tyrannus</i>		■			
	<i>Tyrannus dominicensis</i>			■		
	<i>Sirystes sibilator</i>					
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>					
	<i>Myiarchus venezuelensis</i>					
	<i>Myiarchus panamensis</i>					
	<i>Myiarchus crinitus</i>		■			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>						
PIPRIDAE	<i>Chiroxiphia lanceolata</i>					
	<i>Manacus manacus</i>					
TITYRIDAE	<i>Pachyramphus rufus</i>					
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>					
	<i>Vireo olivaceus</i>		■			
	<i>Hylophilus aurantiifrons</i>					
	<i>Hylophilus flavipes</i>					
CORVIDAE	<i>Cyanocorax affinis</i>					
HIRUNDINIDAE	<i>Tachycineta albiventer</i>					
	<i>Progne tapera</i>				■	
	<i>Progne chalybea</i>			■	?	
	<i>Atticora melanoleuca</i>					
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>					■
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>					
	<i>Riparia riparia</i>		■			
	<i>Hirundo rustica</i>		■			
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>					
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>					
	<i>Campylorhynchus zonatus</i>					
	<i>Campylorhynchus nuchalis</i>					
	<i>Campylorhynchus griseus</i>					
	<i>Thryophilus rufalbus</i>					
	<i>Cantorchilus leucotis</i>					
POLIOPTILIDAE	<i>Ramphocaenus melanurus</i>					
	<i>Polioptila plumbea</i>					
DONACOBIIIDAE	<i>Donacobius atricapilla</i>					
TURDIDAE	<i>Turdus leucomelas</i>					
	<i>Turdus grayi</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
TURDIDAE	<i>Turdus ignobilis</i>					
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>					
THRAUPIDAE	<i>Nemosia pileata</i>					
	<i>Eucometis penicillata</i>					
	<i>Tachyphonus luctuosus</i>					
	<i>Tachyphonus rufus</i>					
	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>					
	<i>Thraupis episcopus</i>					
	<i>Thraupis glaucocolpa</i>					
	<i>Thraupis palmarum</i>					
	<i>Conirostrum leucogenys</i>					
	<i>Conirostrum bicolor</i>					
	<i>Coereba flaveola</i>					
	<i>Tiaris bicolor</i>					
	<i>Saltator maximus</i>					
	<i>Saltator coerulenscens</i>					
<i>Saltator striatipectus</i>						
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis citrina</i>					
	<i>Sicalis flaveola</i>					
	<i>Volatinia jacarina</i>					
	<i>Sporophila schistacea</i>					
	<i>Sporophila intermedia</i>					
	<i>Sporophila bouvronides</i>					
	<i>Sporophila minuta</i>					
<i>Arremonops conirostris</i>						

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
EMBERIZIDAE	<i>Arremon schlegeli</i>					
	<i>Coryphospingus pileatus</i>					
CARDINALIDAE	<i>Piranga rubra</i>		■			
	<i>Piranga olivacea</i>					
	<i>Habia fuscicauda</i>					
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>		■			
	<i>Cyanocompsa cyanooides</i>					
	<i>Spiza americana</i>		■			
PARULIDAE	<i>Vermivora peregrina</i>					
	<i>Dendroica petechia</i>		■			
	<i>Dendroica striata</i>					
	<i>Dendroica castanea</i>					
	<i>Dendroica fusca</i>					
	<i>Mniotilta varia</i>		■			
	<i>Setophaga ruticilla</i>					
	<i>Protonotaria citrea</i>		■			
	<i>Seiurus aurocapillus</i>		■			
	<i>Seiurus noveboracensis</i>		■			
	<i>Seiurus motacilla</i>		■			
ICTERIDAE	<i>Psarocolius decumanus</i>					
	<i>Icterus spurius</i>					
	<i>Icterus auricapillus</i>					
	<i>Icterus chrysater</i>					
	<i>Icterus galbula</i>		■			
	<i>Icterus nigrogularis</i>					

Cont. **Anexo 1.** Listado general de las especies de aves registradas recientemente en el departamento del Atlántico.

La nomenclatura científica y el arreglo taxonómico siguen las tendencias taxonómicas actuales utilizadas por Remsen *et al.* (2014), Lepage (2014) y a Hilty y Brown (2001), según el caso. Convenciones: Mig-B: migratorias boreales. Mig-C: migratorias de Centroamérica y el Caribe. Mig-A: migratorias australes. Mig-P: migratorias parciales. E: especies endémicas. CE: especies casi endémicas. ?: Especie cuyo estatus de migratoria no está comprobado (Hilty y Brown 2001). ■: Ave migratoria.

Familia	Especies	UICN	Especies migratorias			
			Mig-B	Mig-C	Mig-A	Mig-P
	<i>Icterus mesomelas</i>					
	<i>Chrysomus icterocephalus</i>					
ICTERIDAE	<i>Molothrus oryzivorus</i>					
	<i>Molothrus aeneus</i>					
	<i>Molothrus bonariensis</i>					
	<i>Quiscalus lugubris</i>					
	<i>Quiscalus mexicanus</i>					
	<i>Sturnella militaris</i>					
	<i>Sturnella magna</i>					
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia trinitatis</i>					
	<i>Euphonia laniirostris</i>					
Total Familias: 63	Total especies: 363	2	66	12	13	7

Anexo 2. Adiciones recientes de especies no registradas en el departamento del Atlántico antes de la década de los noventas.

Familia	Especies	(Autores reportes)
CRACIDAE	<i>Ortalis ruficauda</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
ACCIPITRIDAE	<i>Elanoides forficatus</i>	Adárraga y Fontalvo (2011), Sánchez y Angarita (2011)
	<i>Buteo brachyurus</i>	CRA y Universidad del Atlántico (2006)
	<i>Buteo albonotatus</i>	Agudelo (2008)
RALLIDAE	<i>Fulica americana</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
RECURVIROSTRIDAE	<i>Recurvirostra americana</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)
SCOLOPACIDAE	<i>Limnodromus scolopaceus</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)

Cont. **Anexo 2.** Adiciones recientes de especies no registradas en el departamento del Atlántico antes de la década de los noventas.

Familia	Especies	(Autores reportes)
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas plumbea</i>	Adárraga y Fontalvo (2011), Sánchez y Angarita (2011)
PSITTACIDAE	<i>Ara chloroptera</i>	CRA y SIRAP Caribe (2006)
PSITTACIDAE	<i>Forpus conspicillatus</i>	Acosta y Bolívar (2001), Molina y Gómez (2002), De la Zerda y Rosselli (2003)
CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles minor</i>	Agudelo (2008)
TROCHILIDAE	<i>Colibri delphinae</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)
	<i>Phaethornis augusti</i>	Oliveros-Salas (2002), CRA y Uniatlántico (2006)
	<i>Phaethornis longirostris</i>	García-Quiñones (2009)
	<i>Phaethornis superciliosus</i>	González y Vergara (2006)
	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Bolívar, <i>et al.</i> (1999), Leiva y Márquez (2005), CRA y Uniatlantico (2006), González y Vergara (2006).
FURNARIIDAE	<i>Certhiaxis mustelinus</i>	Acosta y Bolívar (2001), Leiva y Márquez (2005)
TYRANNIDAE	<i>Elaenia chiriquensis</i>	Oliveros-Salas (2002), De la Zerda y Rosselli (2003)
	<i>Elaenia frantzii</i>	Oliveros-Salas (en prep.)
	<i>Zimmerius vilissimus</i>	CRA y Universidad del Atlántico (2006)
	<i>Inezia tenuirostris</i>	Oliveros-Salas (2002), Avila-Molina y Padilla (2005)
	<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	CRA y Universidad del Atlántico (2006)
	<i>Contopus virens</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)
	<i>Contopus cinereus</i>	CRA y Universidad del Atlántico (2006)
	<i>Conopias parvus</i>	Acosta y Bolívar (2001), CRA y Uniatlántico (2006)
	<i>Myiarchus crinitus</i>	Universidad del Atlántico (2012)
HIRUNDINIDAE	<i>Atticora melanoleuca</i>	Fernández y Del Castillo (2001)
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Orniat (en prep.)
	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
TURDIDAE	<i>Turdus leucomelas</i>	Universidad del Atlántico (2012)
	<i>Turdus ignobilis</i>	Bolívar, <i>et al.</i> (1999), Leiva y Márquez (2005)
THRAUPIDAE	<i>Tachyphonus rufus</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)
	<i>Tiaris bicolor</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis citrina</i>	Agudelo (2008)
	<i>Sporophila schistacea</i>	Fernández y Del Castillo (2001)

Cont. **Anexo 2.** Adiciones recientes de especies no registradas en el departamento del Atlántico antes de la década de los noventas.

Familia	Especies	(Autores reportes)
EMBERIZIDAE	<i>Coryphospingus pileatus</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
CARDINALIDAE	<i>Piranga olivacea</i>	Avila-Molina y Padilla (2005)
PARULIDAE	<i>Vermivora peregrina</i>	Acosta y Bolívar (2001)
	<i>Dendroica castanea</i>	CRA y Universidad del Atlántico (2006)
	<i>Dendroica fusca</i>	Bolívar, <i>et al.</i> (1999)
PARULIDAE	<i>Mniotilta varia</i>	Borja <i>et al.</i> (2008)
ICTERIDAE	<i>Quiscalus lugubris</i>	Orniat (en prep.), Reyes y De las Casas (2010)
	<i>Sturnella magna</i>	De la Zerda y Rosselli (2003)
Total familias: 18	Total especies: 43	

Leyn Castro-Vásquez
 Universidad del Atlántico,
 Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas
 Barranquilla (Atlántico), Colombia
 leyncastro@gmail.com

Aproximación al estado actual del conocimiento de la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia.

Citación del artículo. Castro-Vásquez, L. 2016. Aproximación al estado actual del conocimiento de la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 90-117. DOI: 10.21068/C2016v17r01a07

Recibido: 11 de agosto de 2015

Aprobado: 8 de junio de 2016

Estudios en Asteraceae de Colombia: primer registro del género *Tragopogon* L.

Studies in Colombian Asteraceae: first report of the genus *Tragopogon* L.

Diego Giraldo-Cañas, Susana E. Freire y Estrella Urtubey

Resumen

Como resultado de exploraciones recientes en la cordillera Oriental andina de Colombia, se registra por primera para el país a *Tragopogon porrifolius* L. (Asteraceae: Cichorieae). Se presentan la distribución geográfica, aspectos ecológicos y varias fotografías, así como algunos comentarios sobre características morfológicas particulares de esta especie.

Palabras clave. Asteraceae andinas. Flora de Colombia. *Tragopogon porrifolius*.

Abstract

As result of recent explorations in the Andean Cordillera Oriental of Colombia, *Tragopogon porrifolius* L. (Asteraceae: Cichorieae) is reported for the first time for this country. This study provides ecological information, geographic distribution, photographs, and comments about the particular morphological characteristics of the new reported species.

Key words. Andean Asteraceae. Flora of Colombia. *Tragopogon porrifolius*.

Introducción

El género *Tragopogon* L. (Asteraceae: Cichorieae: Scorzonerinae) comprende aproximadamente 150 especies de Eurasia y norte de África (Mavrodiev *et al.* 2005, 2007, 2012, Sukhorukov y Nilova 2015), aunque esta riqueza específica podría estar subestimada (Mavrodiev *et al.* 2012). Este género se caracteriza por su hábito herbáceo, por sus largas hojas enteras semi-amplexicaules, basalmente ensanchadas y de venación paralelinervia, grandes y solitarios capítulos, involucros cilíndricos con filarios dispuestos usualmente en una única fila, raramente en dos, receptáculo desnudo, flores con corolas amarillas,

rojizas, purpúreas, lilas o azules y por sus grandes cipselas tuberculadas, muricadas o escabrosas con largos vilanos, los cuales son plumosos (Blanca y Díaz de la Guardia 1997, Lack 2007, Krak y Mráz 2008, Kilian *et al.* 2009, Sukhorukov y Nilova 2015).

Este es un género monofilético reciente y de rápida diversificación, lo que explicaría la baja resolución de las hipótesis filogenéticas (Mavrodiev *et al.* 2012). Su género hermano es *Geropogon* L., y sobre la base de estudios moleculares (Mavrodiev *et al.* 2012) y morfológico-anatómicos (Díaz de la Guardia y

Blanca 1988a, 1988b, Sukhorukov y Nilova 2015), se recomienda mantener separados a ambos géneros. Aquí se da a conocer un interesante y nuevo registro para el noroeste de América del Sur (Colombia), con lo cual se pretende contribuir con el inventario de la rica flora colombiana, considerada la segunda más diversa del planeta (Rangel-Ch. 2006, J. O. Rangel-Ch., com. pers.).

Material y métodos

Las técnicas usadas corresponden a las empleadas clásicamente en taxonomía y biología sistemática. Se siguió el concepto morfológico de especie (Crisci 1994, Uribe Meléndez 2008 y Giraldo-Cañas *et al.* 2012). La novedad aquí expuesta corresponde a exploraciones recientes y estudios taxonómicos del primer autor en Colombia, realizados en el marco del proyecto “Estudios florísticos en comunidades xerófilas de la cordillera Oriental andina (Boyacá, Colombia)”, registrado en la Universidad Nacional de Colombia. Cabe destacar que las plantas que se mencionan en el subcapítulo sobre distribución geográfica y ecológica fueron recolectadas y determinadas por el primer autor de esta contribución, cuyos ejemplares reposan en el Herbario Nacional Colombiano (COL, Bogotá), con duplicados en el Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC, Tunja).

Especímenes examinados

Colombia. Boyacá: cordillera Oriental andina, municipio de Villa de Leyva, sitio “Observatorio Solar Muisca”, en montículos en medio de matrices de pastos, ca. 2200 m s.n.m., 26 jun 2011, *D. Giraldo-Cañas et al.* 5096 (COL). Cordillera Oriental andina, municipio de Villa de Leyva, vereda Salto y Bandera, finca “*Gatan asucune zpuyquyz quypcuas bzascua*”, a 5,7 km al noroeste de la plaza principal de Villa de Leyva, a 1,5 km de la intersección de la carretera veredal en el Alto de Los Migueles, en dirección al valle del río Cane; pendientes medias y moderadas; sustratos rocoso-pedregosos con capa orgánica delgada y sujetos a fuerte erosión; precipitación 942 mm/año, con marcada estacionalidad; temperatura media 17 °C; alta radiación solar; fuertes vientos

y baja humedad relativa, 2250 m s.n.m., 21-25 sep 2015, *D. Giraldo-Cañas* 5957 (COL, UPTC).

Resultados y discusión

Tragopogon porrifolius L., Species Plantarum 2: 789. 1753. LECTOTIPO: Europa. Herb. Burser XV (2): 69, central plant (UPS) [lectotipo designado por C. Díaz de la Guardia y G. Blanca. 1992. Lectotypification of five Linnaean species of *Tragopogon* L. (Compositae). Taxon 41 (3): 549] (Figura 1).

Hierbas anuales o bienales, de 20–100 cm de alto, con raíz gruesa. Tallos glabros, laxamente hojosos en la parte superior y densamente hojosos en la inferior, con látex. Hojas alternas, enteras, lineares hasta linear-lanceoladas, de 5–20 × 1–1,4 cm, base dilatada y semiabrazadora, ápice atenuado, glabras. Capítulos homógamos, ligulados, solitarios, largamente pedunculados, con pedúnculo engrosado en el ápice. Involucro cilíndrico, de 30–40 (80) × 4–7 mm; filarios 8–12, lanceolados, 2-seriados, herbáceos, largamente atenuados en el ápice, glabros. Receptáculo plano o convexo, alveolado. Flores isomorfas, perfectas, más cortas que el involucro, corolas lilas, violáceas o azules, liguladas, con cinco dientes en el ápice, de 15–23 mm de longitud; anteras sagitadas en la base; estilo con ramas delgadas, filiformes, con tricomas desde debajo del punto de bifurcación. Cipselas fusiformes, de 35–50 mm de longitud, largamente rostradas, poco curvadas, costadas, con 10 costillas escabrosas (con granulaciones) o muricadas y espacios intercostales irregularmente reticulados o escalariformes; cuerpo de la cipsela en corte transversal redondeado o con ángulos obtusos; rostro subcilíndrico de 14–24 × 0,8–0,9 mm; apéndices del cuerpo de las cipselas hasta de 0,2 mm de longitud. Vilano plumoso, 2-seriado, ambas series de casi la misma longitud, blanquecino o amarillento, 14–25 mm de longitud.

Usos. Sus raíces son comestibles (Hieronymus 1882, Facciola 2001) y también se usan en la medicina popular (Grieve 1971, Lust 2001).



Figura 1. *Tragopogon porrifolius* L. A) Hábito (nótese los capítulos solitarios). B) Capítulo inmaduro (nótese el involucre muy largo y cónico). C) Capítulo maduro (vista frontal). D) Capítulo maduro (vista lateral, nótese los filarios). E y F) Cipselas [D. Giraldo-Cañas *et al.* 5096 (COL)].

Distribución geográfica y aspectos ecológicos

Esta especie es originaria de Europa, sudeste de Asia y norte de África e introducida en varias partes del mundo, en donde se puede comportar como una especie invasiva (Mavrodiev *et al.* 2007, 2012, Thompson 2007). En el continente americano sólo se conocía para Argentina (Urtubey 2015), Canadá (Mavrodiev *et al.* 2007), Chile (Marticorena y Quezada 1985), Estados Unidos de América (Ownbey 1950, Krahulec *et al.* 2005, Mavrodiev *et al.* 2007) y México (según www.tropicos.org). *Tragopogon porrifolius* fue cultivada como verdura en Europa durante la Edad Media y en los dos últimos siglos, muy pocos registros documentan su raro estatus de

especie escapada de cultivo (Krahulec *et al.* 2005). Aquí se registra, tanto el género como la especie, por primera vez para Colombia y el noroeste de Sudamérica. Así, el número de géneros y especies de Asteraceae registrados en Colombia se incrementa a 240 y 1271, respectivamente (véase Ávila *et al.* 2015).

En el área de estudio, *T. porrifolius* crece en áreas montañosas semiáridas, en medio de pastizales abiertos, en sustratos rocoso-pedregos –lo que concuerda con sus hábitats en Eurasia (Blanca y Díaz de la Guardia 1997, Sukhorukov y Nilova 2015)–,

donde dominan *Andropogon aequatoriensis* Hitchc., *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Chaptalia nutans* (L.) Pol., *Chloris ciliata* Sw., *Cuphea ciliata* Ruiz y Pav., *Emilia fosbergii* Nicolson, *Hypochoeris radicata* L., *Hypoxis decumbens* L., *Oxalis filiformis* Kunth, *Phytolacca octandra* L., *Sida rhombifolia* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Tripogandra multiflora* (Sw.) Raf., *Tripogon spicatus* (Nees) Ekman y *Zornia reticulata* Sm. Cabe destacar que las Asteraceae constituyen la segunda familia más rica en especies en el área de estudio, después de las Poaceae, con 27 y 55 especies, respectivamente.

Observaciones morfológicas

Tragopogon porrifolius es una especie muy variable, aunque fácilmente reconocible por sus pedúnculos marcadamente engrosados en la antesis, involucros con 8–12 filarios, los cuales pueden llegar a medir hasta 80 mm de alto, lígulas de color lila-violeta y cipselas grandes de hasta 50 mm de longitud (sin incluir el vilano) (Blanca y Díaz de la Guardia 1996,

1997, Kilian *et al.* 2009). No obstante, en algunos casos a esta especie se le podría confundir con una especie asiática, *T. paradoxus* S. A. Nikitin (GBIF 2013), ya que en ambas especies se encuentran las mayores dimensiones en varias de sus estructuras de todo el género. Éstas se pueden separar por las características mencionadas en la tabla 1. Por último, Mavrodiev *et al.* (2012) y Sukhorukov y Nilova (2015) destacaron que *T. porrifolius* podría corresponder a un conjunto de especies crípticas. $2n = 12$ (Mavrodiev *et al.* 2007).

Conclusiones

El nuevo registro aquí considerado permite ampliar el área de distribución geográfica de la especie citada y asimismo, eleva el número de las Asteraceae de Colombia a 1271 especies. La novedad aquí tratada se suma a otras recientemente documentadas para Colombia (Giraldo-Cañas 2003, 2004, 2013, 2015a, 2015b, y datos inéditos), sobre la base de

Tabla 1. Principales diferencias entre *Tragopogon paradoxus* S. A. Nikitin y *Tragopogon porrifolius* L. [de Blanca y Díaz de la Guardia (1996, 1997), Krahulec *et al.* (2005), Thompson (2007), Kilian *et al.* (2009), GBIF (2013), Sukhorukov y Nilova (2015) y obs. pers.].

Característica	<i>Tragopogon paradoxus</i>	<i>Tragopogon porrifolius</i>
Hojas	Linear-lanceoladas a oblongo-lanceoladas u oblongas.	Lineares hasta linear-lanceoladas.
Pedúnculos de los capítulos	Claviformes.	Marcadamente engrosados en su ápice.
Involucros	Hasta de 90 mm de longitud.	Hasta de 40 mm de longitud.
Número de filarios	8–9.	8–12.
Color de las corolas	Amarillas, blanquecinas o lila muy claro.	Lilas, violáceas o azules.
Cipselas	Ligeramente cóncavas, con cinco costillas lisas o algunas veces débilmente escabriúsculas y tuberculadas en su porción distal.	Fusiformes, largamente rostradas, poco curvadas y con diez costillas escabrosas o muricadas y espacios intercostales irregularmente reticulados o escalariformes.
Longitud de las cipselas	43–55 mm [cuerpo atenuado en la base, de 16 × 2,0–2,7 mm; rostro finamente sulcado de 20 × 0,6–0,9 mm].	35–50 mm [cuerpo fusiforme, de (10) 16–24 × 1,5–1,6 mm; rostro subcilíndrico de 14–24 × 0,8–0,9 mm].
Cuerpo de las cipselas en corte transversal	Con ángulos agudos u obtusos.	Redondeado o con ángulos obtusos.
Apéndices del cuerpo de la cipsela	Hasta de 0,1 mm de longitud.	Hasta de 0,2 mm de longitud.
Vilano	30–38 mm de longitud.	14–25 mm de longitud.

exploraciones realizadas en las áreas secas montañosas de la región andina de Boyacá, novedades que contemplan variados representantes de las familias Asparagaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Poaceae y Primulaceae. Con la nueva información aquí documentada, se contribuye al conocimiento de las Asteraceae de Colombia, país considerado como megadiverso.

Agradecimientos

Al Instituto de Ciencias Naturales y a la Universidad Nacional de Colombia por las facilidades brindadas para la preparación de este trabajo. A Juan Camilo Ospina González (SI) por sus valiosos comentarios y por el obsequio de valiosa bibliografía y material vegetal. A los campesinos de la región de estudio. A Lauren Raz (COL) por las fotografías que acompañan esta contribución. A todos los miembros del Comité Editorial por su valiosa gestión. A los tres evaluadores anónimos por sus diversos y valiosos comentarios. Este artículo es una contribución derivada del proyecto “Estudios florísticos en comunidades xerófilas de la cordillera Oriental andina (Boyacá, Colombia)”, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá D. C.

Bibliografía

- Ávila, F., V. A. Funk, M. Diazgranados, S. Díaz-Piedrahíta y O. Vargas. 2015. Asteraceae. En: R. Bernal, S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.), Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantascolumbia.unal.edu.co> (consultado 28 oct 2015).
- Blanca, G. y C. Díaz de la Guardia. 1996. Sinopsis del género *Tragopogon* L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 54: 358–363.
- Blanca, G. y C. Díaz de la Guardia. 1997. Fruit morphology in *Tragopogon* L. (Compositae: Lactuceae) from the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society* 125: 319–329.
- Crisci, J. 1994. La especie: realidad y conceptos. En: J. Llorente Bousquets e I. Luna (compiladores), *Taxonomía biológica*: 53–64. Universidad Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México D. F.
- Díaz de la Guardia, C. y G. Blanca. 1988a. El género *Geropogon* L. (Compositae, Lactuceae). *Lazaroa* 9: 31–44.
- Díaz de la Guardia, C. y G. Blanca. 1988b. La posición sistemática de *Geropogon* L. (Compositae) en la subtribu Scorzonerinae Dumort. *Lagascalia* 15 (Extra): 361–367.
- Facciola, S. 2001. *Cornucopia II. a sourcebook of edible plants*. 2da. Impr. Kampong Publ., Vista. 714 pp.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2013. GBIF Secretariat: GBIF Backbone Taxonomy. <http://www.gbif.org/species/5386916> (consultado el 18 de noviembre de 2015).
- Giraldo-Cañas, D. 2003. Novedades taxonómicas y corológicas en la tribu Paniceae (Poaceae: Panicoideae) para Colombia: *Digitaria* y *Panicum*. *Caldasia* 25: 209–227.
- Giraldo-Cañas, D. 2004. El género *Polypogon* (Poaceae: Pooideae) en Colombia. *Caldasia* 26: 417–422.
- Giraldo-Cañas, D. 2013. Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana 26. Bogotá D. C. 380 pp.
- Giraldo-Cañas, D. 2015a. Novedades taxonómicas y corológicas en *Echeandia* (Asparagaceae). *Caldasia* 37: 61–71.
- Giraldo-Cañas, D. 2015b. Novedades corológicas para las floras de Colombia y Ecuador: *Andropogon* y *Eleusine* (Poaceae). *Ciencia en Desarrollo* 6: 113–118.
- Giraldo-Cañas, D., P. M. Peterson y I. Sánchez Vega. 2012. The genus *Eragrostis* (Poaceae: Chloridoideae) in northwestern South America (Colombia, Ecuador, and Peru): morphological and taxonomic studies. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana 24. Bogotá D. C. 195 pp.
- Grieve, M. 1971. *A modern herbal*. 2 volúmenes. Dover, Nueva York. 512 pp.
- Hieronymus, J. 1882. *Plantae Diaphoricae Florae Argentinae*. Kraft, Buenos Aires. 404 pp.
- Kilian, N., B. Gemeinholzer y H. W. Lack. 2009. Chapter 24 - Cichorieae. Pp. 343–383. En: V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy y R. J. Bayer (Eds.), *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae*: International Association for Plant Taxonomy, Institute of Botany, University of Vienna, Viena.
- Krahulec, F., Z. Kaplan y J. Novák. 2005. *Tragopogon porrifolius* × *T. pratensis*: the present state of an old hybrid population in Central Bohemia, the Czech Republic. *Preslia* 77: 297–306.
- Krak, K. y P. Mráz. 2008. Trichomes in the tribe Lactuceae (Asteraceae) – taxonomic implications. *Biologia* 63: 1–15.
- Lack, H. W. 2007. Tribe Cichorieae Lam. y D. C. Pp. 180–199. En: K. Kubitzki (Ed.), *The families and genera of vascular plants 8 (Flowering plants – Eudicots – Asterales)*. Springer, Berlín.

- Lust, J. 2001. *The Herb Book*. Lust Publ., Nueva York. 675 pp.
- Marticorena, C. y M. Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana (Botánica)* 42: 1–157.
- Mavrodiev, E. V., M. Tancig, A. M. Sherwood, M. A. Gitzendanner, J. Rocca, P. S. Soltis y D. E. Soltis. 2005. Phylogeny of *Tragopogon* L. (Asteraceae) based on internal and external transcribed spacer sequence data. *International Journal of Plant Sciences* 166: 117–133.
- Mavrodiev, E. V., P. S. Soltis, M. A. Gitzendanner, R. M. Baldini y D. E. Soltis. 2007. Polyphyly of *Tragopogon porrifolius* L. (Asteraceae), a European native with intercontinental disjuncts. *International Journal of Plant Sciences* 168: 889–904.
- Mavrodiev, E. V., M. Gitzendanner, A. K. Calaminus, R. M. Baldini, P. S. Soltis y D. E. Soltis. 2012. Molecular phylogeny of *Tragopogon* L. (Asteraceae) based on seven nuclear loci (Adh, GapC, LFY, AP3, PI, ITS, and ETS). *Webbia* 67: 111–137.
- Ownbey, M. 1950. Natural hybridization and amphiploidy in the genus *Tragopogon*. *American Journal of Botany* 37: 487–499.
- Rangel-Ch., J. O. 2006. La biodiversidad de Colombia. *Palimpsesto* 5: 292–304.
- Sukhorukov, A. P. y M. V. Nilova. 2015. Carpology of the genus *Tragopogon* L. (Asteraceae). *Phytotaxa* 201: 27–49.
- Thompson, I. R. 2007. A taxonomic treatment of tribe Lactuceae (Asteraceae) in Australia. *Muelleria* 25: 59–100.
- Uribe Meléndez, J. 2008. Monografía de *Frullania* subgénero *Meteoriopsis* (Frullaniaceae, Marchantiophyta). *Caldasia* 30: 49–94.
- Urtubey, E. 2015. *Tragopogon*. En F. O. Zuloaga, M. J. Belgrano y A. M. Anton (Eds.), *Flora Argentina* 7 (2): 80–82.

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

Susana E. Freire
 Instituto de Botánica Darwinion
 Buenos Aires, Argentina
 sfreire@darwin.edu.ar

Estrella Urtubey
 Instituto de Botánica Darwinion
 Buenos Aires, Argentina
 eurtubey@darwin.edu.ar

Estudios en Asteraceae de Colombia: primer registro del género *Tragopogon* L.

Citación del artículo. Giraldo-Cañas, D., S. E. Freire y E. Urtubey. 2016. Estudios en Asteraceae de Colombia: primer registro del género *Tragopogon* L. *Biota Colombiana* 17 (1): 118-123. DOI: 10.21068/C2016v17r01a08

Recibido: 22 de noviembre de 2015

Aprobado: 7 de junio de 2016

Equinodermos del Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) en la colección de referencia de la Universidad El Bosque

Echinoderms from Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) in the reference collection of the El Bosque University

M. Pilar Urrego-Salinas, Helena Peña-Quevedo y Fernando Dueñas-Valderrama

Resumen

Los Equinodermos presentes en la colección de referencia del Museo de Ciencias de la Universidad El Bosque fueron colectados durante las diferentes salidas de campo realizadas por los estudiantes del programa de Biología al Cabo de la Vela entre 2005 y 2010. Los ejemplares fueron revisados y determinados usando diferentes claves y guías taxonómicas y confirmados por especialistas. Se identificaron 107 ejemplares distribuidos en 9 órdenes, 11 familias, 12 géneros y 17 especies, distribuidas en 9 órdenes, 11 familias y 12 géneros.

Palabras clave. Clase Asteroidea. Clase Echinoidea. Clase Holothuroidea. Clase Ophiuroidea. Museo de Ciencias.

Abstract

The echinoderms present in the reference collection of the Museum of Sciences University El Bosque were collected during various field trips by students of Biology program at Cabo de la Vela between 2005 and 2010. The specimens were reviewed and identified using different keys and taxonomic guides and confirmed by specialists. A total of 107 specimens, distributed in 9 orders, 11 families 12 genus and 17 species was obtained.

Key words: Class Asteroidea. Class Echinoidea. Class Holothuroidea. Class Ophiuroidea. Science Museum.

Introducción

Dentro del Museo de Ciencias de la Universidad El Bosque se encuentra el área de invertebrados marinos, la cual está conformada por diferentes colecciones como la de Echinodermata.

Los equinodermos constituyen un grupo muy diversificado y bien caracterizado entre los invertebrados marinos; estos se encuentran en todos los ambientes marinos como las zonas intermareales, los ecosistemas rocosos, arenosos y los abismos (Hooker

et al. 2005, Reyes *et al.* 2005). Actualmente existen en el mundo alrededor de 7000 especies de equinodermos los cuales se encuentran distribuidos en cinco clases: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea y Holothuroidea (Benavides-Serrato *et al.* 2011).

Las estrellas de mar (Asteroidea), registran actualmente 2100 especies de las cuales 67 han sido citadas para el Caribe colombiano. Esta clase se caracteriza por presentar un disco central no distinguible y cinco

brazos dispuestos simétricamente, aunque existen especie con 50.

Los individuos de la clase Ophiuroidea, también conocidas como estrellas quebradizas, son consideradas como uno de los grupos más prósperos debido a su movilidad, su diversidad de hábitos alimentarios y sus dimensiones. Actualmente se ha registrado 2000 especies de los cuales 80 se encuentran en el Caribe colombiano (Benavides-Serrato *et al.* 2011).

Por otro lado, la clase Echinoidea incluye a los erizos regulares e irregulares; los primeros presentan una testa esférica, radialmente simétrica y provista de espinas largas, a diferencias de los segundos, donde la testa es ovalada en forma globosa o aplanada, con simetría bilateral secundaria y provista de espinas cortas. En la actualidad se han registrado 900 especies, de las cuales 51 han sido señaladas para el Caribe colombiano (Borrero-Pérez *et al.* 2002, 2012).

Por último, está la clase Holothuroidea, también conocidos como pepinos de mar. Estos se caracterizan por presentar un cuerpo blando, coriáceo, alargado y cilíndrico (Borrero-Pérez *et al.* 2012, Obando 2014); se han registrado 1400 especies de las cuales para el Caribe colombiano se cuenta con 44 especies, siendo uno de los países con más especies de pepinos de mar en el Mar Caribe junto con Cuba, Venezuela y México (Borrero-Pérez *et al.* 2012).

Los equinodermos presentes en la colección de referencia de la Universidad del Bosque fueron colectados en los ecosistemas rocoso ($12^{\circ}12'25''N$ $72^{\circ}10'45''W$) (Figura 1A) y arenoso ($12^{\circ}12'23''N$ $72^{\circ}10'8''W$) (Figura 1B) presentes en las inmediaciones de la ranchería Kayussipaa (Figura 1C) en el Cabo de La Vela, La Guajira, Colombia (Figura 2); entre el 2005 y 2010 por los estudiantes en las áreas de Zoología II y Ecosistemas Marinos del programa de Biología.

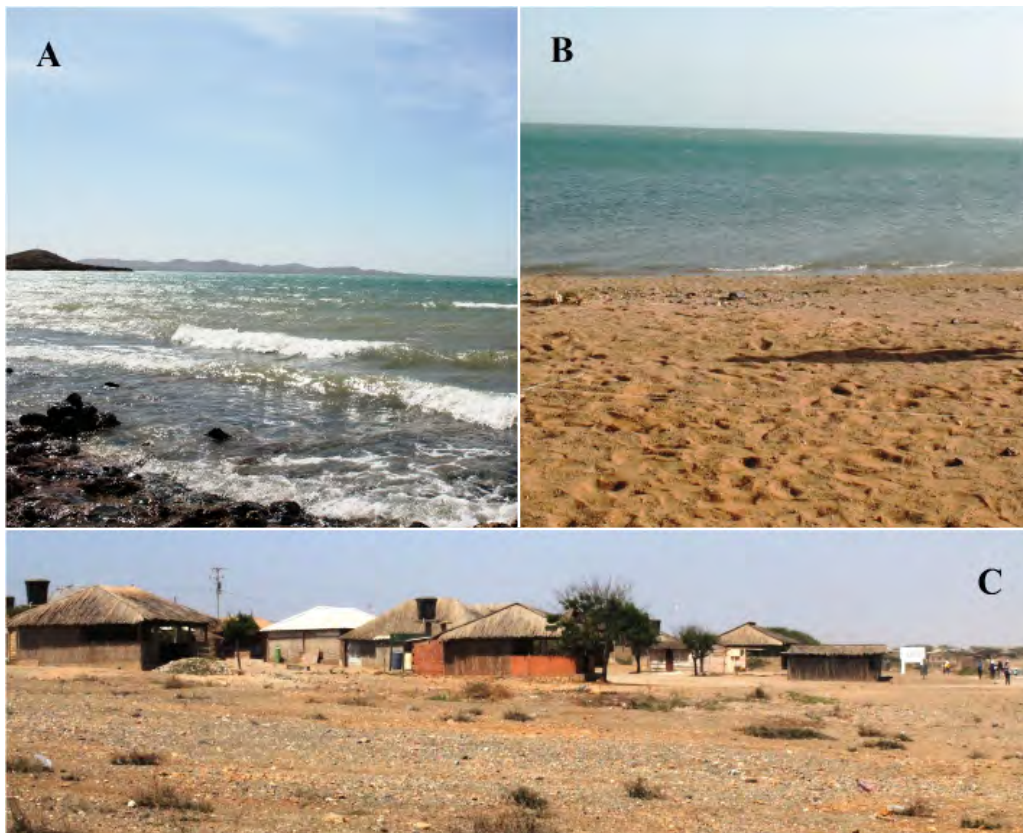


Figura 1. Área de estudio: A) Vista del ecosistema rocoso. B) Vista del ecosistema arenoso. C) Ranchería Kayussipaa. Fotos: M. Pilar Urrego-Salinas.



Figura 2. Localización del área de estudio en el Cabo de la Vela (círculo rojo), La Guajira. Ecosistema rocoso (estrella roja), ecosistema arenoso (estrella amarilla). Tomado y modificado de Paramo *et al.* (2012) y Bing Maps.

En la colección se manejan dos diferentes métodos de conservación: en húmedo y en seco. El primero consta en el almacenamiento y fijación de los ejemplares en alcohol al 70 % y en el segundo los ejemplares se almacenan en cajas Cornell cerradas herméticamente, evitando de esta forma el deterioro.

Los ejemplares fueron revisados y determinados usando las claves y guías taxonómicas de Matsumoto (1915), Hernández-Herrejón *et al.* (2008), Benavides-Serrato *et al.* (2011), Borrero-Pérez *et al.* (2012), Gondim *et al.* (2013, 2014). Para los ejemplares de la clase Holothuroidea se realizaron cortes del tegumento, los cuales fueron depositados en hipoclorito de sodio, una vez extraídos los micro-osículos se usaron las claves de Miller *et al.* (1984), Rowe (1969), Pawson *et*

al. (2010), Borrero-Pérez *et al.* (2012) y Olguín *et al.* (2014), para la determinación. Para la confirmación de las especies se contactaron a los especialistas Carolina Olguín Jacobson y Giomar Borrero en la Clase Holothuroidea y Milena Benavides y Gordon Hendler para las Clases Echinoidea y Ophiuroidea.

Se determinaron 107 ejemplares que estuvieron distribuidos en 9 órdenes, 11 familias, 12 géneros y 17 especies (Anexo 1). El 51 % del total de los ejemplares pertenecen a la clase Echinoidea la cual está representada por 6 especies (Figura 3), seguida por la clase Holothuroidea con 29 % y 6 especies (Figura 4), Ophiuroidea 19 % con 4 especies (Figura 5B-E) y la Clase Asteroidea 1 % con 1 especie (Figura 5A).

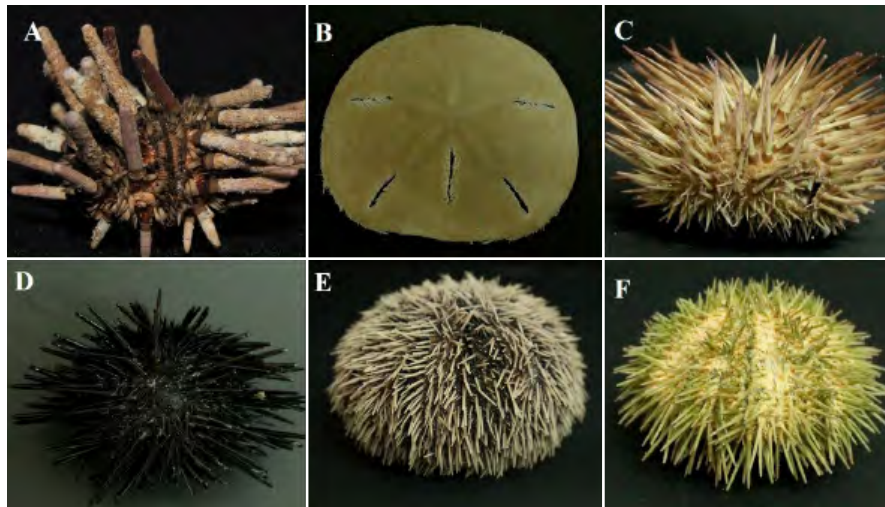


Figura 3. Especies determinadas para la clase Echinozoa: A) *Eucidaris tribuloides*. B) *Mellita quinquesperforata*. C) *Echinometra viridis*. D) *Echinometra lucunter*. E) *Tripneustes ventricosus*. F) *Lytechinus variegatus*. Fotos: M. Pilar Urrego-Salinas.



Figura 4. Especies determinadas para la clase Holothurozoa: A) *Parathyone surinamensis*. B) *Parathyone suspecta*. C) *Holothuria (Halodeima) floridana*. D) *Holothuria (Halodeima) grisea*. E) *Holothuria (Selenkothuria) glaberrima*. F) *Holothuria (Thymiosycia) arenicola*. Fotos: M. Pilar Urrego-Salinas.

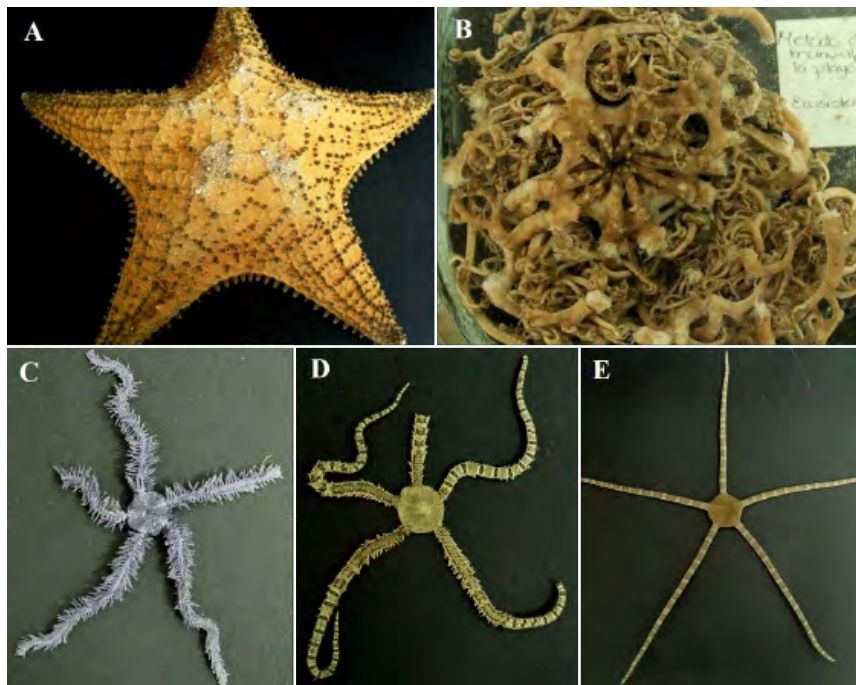


Figura 5. Especies determinadas para las clases Asteroidea y Ophiuroidea A) *Oreaster reticulatus*. B) *Astrophyton muricatum*. C) *Ophiothrix* (*Ophiothrix*) *angulata*. D) *Ophionereis reticulata*. E) *Ophioderma appressa*. Fotos: M. Pilar Urrego-Salinas.

Agradecimientos

A los especialistas en el tema Giomar Borrero, Carolina Olguín Jacobson, Milena Benavides y Gordon Hendler por su colaboración en la confirmación de las especies. A todos los miembros del Museo de Ciencias de la Universidad El Bosque por permitirnos trabajar con la colección de referencia y así poder generar este trabajo. Al docente Sergio Llano Consuegra por su colaboración y aporte al documento.

Bibliografía

- Benavides-Serrato, M., G. H. Borrero-Pérez y C. M. Díaz-Sánchez. 2011. Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar 22. Santa Marta. 384 pp.
- Borrero-Pérez, G., O. Solano y M. Benavides Serrato. 2002. Lista revisada de los erizos (Echinodermata: Echinoidea) del mar caribe colombiano. *Biota Colombiana* 3 (1): 141-148.
- Borrero-Pérez G. H., M. Benavides-Serrato y C. M. Díaz-Sánchez. 2012. Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 30. Santa Marta, 250 pp.
- Gondim, A., C. Alonso, T. Dias, C. Manso y M. Christoffersen. 2013. A taxonomic guide to the brittle-stars (Echinodermata, Ophiuroidea) from the State of Paraíba continental shelf, Northeastern Brazil. *ZooKeys* 307: 45–96.
- Gondim, A., M. Christoffersen y T. Pereira, T. 2014. Taxonomic guide and historical review of starfishes in northeastern Brazil (Echinodermata, Asteroidea). *ZooKeys* 449: 1–56
- Hernández-Herrejón, L. A., A. Laguarda-Figueras y F. A. Solís-Marín. 2008. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 56: 83-167.
- Hooker, Y., F. A. Solís-Marín y M. Llellish. 2005. Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú). *Revista Peruana de Biología* 12 (1): 77-82.

- Matsumoto, H. 1915. A new classification of the Ophiuroidea: with descriptions of new Genera and Species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 67: 43-92.
- Miller, E. y D. Pawson. 1984. Holothurians (Echinodermata: Holothuroidea). Memoirs of the Hurlglass Cruises. Published Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory.
- Obando, G. 2014. Variación en la distribución horizontal de los equinodermos epibentónicos del sustrato rocoso en El Faro, Cabo de la Vela de La Guajira, colombiana. Tesis Biología Universidad El Bosque. Bogotá, D. C., Colombia. 65 pp.
- Olgún, C., F. Alonso y A. Laguarda-Figureas. 2014. Revisión de la familia Phyllophoridae (Holothuroidea: Dendrochirotida) de las aguas mexicanas. *Revista de Biología Tropical* 63 (2): 77-85.
- Paramo J., Espinosa L., Posada B., Núñez S. Y Benavides S. 2012. Distribución espacial de sedimentos en la región norte del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 41 (1): 9-28.
- Pawson, D., D. Pawson y R. King, R. 2010. A taxonomic guide to the Echinodermata of the South Atlantic Bight, USA: 1. Sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea). *Zootaxa* 2449: 1-48.
- Reyes, H., A. González y A. Rojas, A. 2005. Estructura de las asociaciones de las estrellas de mar (Asteroidea) en arrecifes rocosos del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 53: 233-244.
- Rowe, F. 1969. A review of the family holothuriidae (Holothuroidea: Aspidochirotida). *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 18 (4): 111-170. Disponible en: <http://www.biodiversitylibrary.org/page/2636612#page/169/mode/1up>

Anexo 1. Equinodermos colectados en el Cabo de la Vela presente en la colección de referencia del Museo de Ciencias de la Universidad el Bosque.

Taxón	Código de referencia
Clase Asteroidea	
Orden Valvatida Perrier, 1884	
Familia Oreasteridae Fisher, 1911	MCUBE000012
<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	
Clase Ophiuroidea	
Orden Euryalida Lamarck, 1816	
Familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867	
<i>Astrophyton muricatum</i> (Lamarck, 1816)	MCUBE000021
Orden Ophiurida Müller y Troschel, 1840	
Familia Ophiothichidae Ljungman, 1867	
<i>Ophiothrix (Ophiothrix) angulata</i> (Say, 1825)	MCUBE000046, 74, 76, 77, 78, 79, 89, 91, 93
Familia Ophionereididae Ljungman, 1867	
<i>Ophionereis reticulata</i> (Say, 1825)	MCUBE000070, 85
Familia Ophiodermatidae Ljungman, 1867	
<i>Ophioderma appressa</i> (Say, 1825)	MCUBE000075
Clase Echinoidea	
Orden Cidaroida Claus, 1880	
Familia Cidaridae Gray, 1825	
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	MCUBE000022, 26, 72, 81

Cont. **Anexo 1.** Equinodermos colectados en el Cabo de la Vela presente en la colección de referencia del Museo de Ciencias de la Universidad el Bosque.

Clase Echinoidea	
Orden Clypeasteroidea A. Agassiz, 1872	
Familia Mellitidae Stefanini, 1912 <i>Mellita quinquesperforata</i> (Leske, 1778)	MCUBE000015, 67
Orden Camarodonta Jackson, 1912	
Familia Echinometridae Gray, 1855 <i>Echinometra viridis</i> A. Agassiz, 1863	MCUBE000006, 30, 54
<i>Echinometra lucunter lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	MCUBE000003, 7, 5, 16, 17, 18, 32, 34, 42, 43, 45, 49, 50, 56, 57, 58, 62, 64, 86, 87
Orden Camarodonta Jackson, 1912	
Familia Toxopneustidae Troschel, 1872 <i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)	MCUBE000029
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	MCUBE000001, 8, 11, 20, 23, 31, 35, 53, 55, 68, 69, 83, 84, 88.
Clase Holothuroidea	
Orden Dendrochirotida Grube, 1840	
Familia Cucumariidae Ludwig, 1894 <i>Parathyone surinamensis</i> (Semper, 1867)	MCUBE000024, 48
<i>Parathyone suspecta</i> (Ludwig, 1875)	MCUBE000040, 61, 65
Orden Aspidochirotida Grube, 1840	
Familia Holothuriidae Burmeister, 1837 <i>Holothuria (Halodeima) floridana</i> (Pourtalès, 1851)	MCUBE000059, 60
<i>Holothuria (Halodeima) grisea</i> (Selenka, 1867)	MCUBE000004, 27, 41, 44, 47, 63
<i>Holothuria (Selenkothuria) glaberrima</i> (Selenka, 1867)	MCUBE000010
<i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i> Semper, 1868	MCUBE000002, 9, 19, 36, 39, 82

M. Pilar Urrego-Salinas
Universidad El Bosque,
Área de Invertebrados Marinos, Museo de Ciencias
Bogotá, D.C., Colombia
pilar.salinas49@gmail.com

Helena Peña-Quevedo
Universidad El Bosque,
Área de Invertebrados Marinos, Museo de Ciencias
Bogotá, D.C., Colombia
penahelena@unbosque.edu.co

Fernando Dueñas Valderrama
Universidad El Bosque,
Museo de Ciencias
Bogotá, D.C., Colombia
duenasfernando@unbosque.edu.co

Equinodermos del Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) en la colección de referencia de la Universidad El Bosque.

Citación del artículo. Urrego-Salinas, M. P., H. Peña-Quevedo y F. Dueñas-Valderrama. 2016. Equinodermos del Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) en la colección de referencia de la Universidad El Bosque. *Biota Colombiana* 17 (1): 124-130. DOI: 10.21068/C2016v17r01a09

Recibido: 20 de abril de 2016
Aprobado: 13 de junio de 2016

Leucismo en *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), de la provincia de Imbabura, Ecuador

Leucism in *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), in Imbabura Province, Ecuador

Patricio Mena-Valenzuela y Jonathan Valdiviezo-Rivera

Resumen

El leucismo es una aberración en la pigmentación, producto de una anomalía genética y se presenta en todos los grupos de vertebrados incluyendo los peces. En Ecuador no se ha reportado este tipo de anomalía en peces. Se presenta por primera vez un caso de leucismo parcial, en un individuo de *Astroblepus ubidiai* (Astroblepidae), observado en un manantial ubicado cerca del lago San Pablo del cantón Otavalo, cuenca del río Mira, provincia de Imbabura, Ecuador.

Palabras clave: Anomalía pigmentaria. Manantial. Pez gato andino.

Abstract

The leucism is an aberration in pigmentation, resulting from a genetic abnormality and occurs in all vertebrate groups in which the fish are included. In Ecuador it has not reported such anomalies in fish. Is presented for the first time a case of partial leucism in an individual of Andean Catfish (Astroblepidae), observed in a spring located near the Lake San Pablo Canton Otavalo, Imbabura Province, Ecuador.

Key words. Andean catfish. Fount. Pigmentary anomaly.

Introducción

El color en los vertebrados es causado por la presencia o ausencia de pigmentos, la melanina y los carotenoides (van Grouw 2006), pigmentos presentes en la piel, el pelo y los ojos. Sin embargo, los animales pueden presentar colores anormales en baja proporción y afectar a una gran cantidad de especies (Sage 1962, Bried *et al.* 2005). El exceso o deficiencia de melanina, generan una coloración atípica que puede manifestarse en todo el cuerpo o en varias partes, y de acuerdo a las características

fenotípicas de los individuos, se las reconoce como albinismo, dilución, esquizocroismo y leucismo (García-Morales *et al.* 2010).

La mayoría de estas rarezas son provocadas por mutaciones, deficiencias en la dieta y decoloración por la luz (van Grouw 2006, Cestari y Vernaschi Vieira da Costa 2007). El albinismo es una condición genética rara, causada por mutaciones en genes recesivos, que generan ausencia del pigmento llamado melanina y

puede afectar la piel, cabello y ojos (Oliveira y Foresti 1996). Esta condición, ocasiona que los organismos adopten una coloración blanca en la piel, el pelo y ojos rojos (Griffiths *et al.* 2000). Este fenómeno se manifiesta prácticamente en todos los vertebrados (Rey y Acero 1982, Veiga 1994, Ramírez y Arana 2005, Tizón *et al.* 2008, Mansur 2011, Alaminos y Lázaro 2011, Milessi *et al.* 2013, Wakida-Kusunoki 2015). La dilución, se manifiesta cuando la tonalidad del color se reduce por la disminución de los pigmentos (van Grouw 2006, Urcola 2011). El esquizocromatismo, es la reducción completa de la eumelanina o feomelanina y otros pigmentos como los xantófilos (van Grouw 2006, Guay *et al.* 2012). El leucismo, es la pérdida completa de un pigmento en particular o de todos ellos, menos aquellos de las partes blandas (Buckley 1982, Jehl 1985, García-Morales *et al.* 2010, Medina y López 2010, Nolazco 2010, López-González 2011), dando como resultado animales con piel, pelo, plumaje o escamas, completamente blancos (leucismo completo) o parcialmente blancos (leucismo parcial), pero con pigmentación oscura, en los ojos y uñas (Miller 2005). Se produce como resultado de mutaciones genéticas con gran variación en los mecanismos de herencia y los genes asociados (Buckley 1982).

Los peces de la familia Astroblepidae (Pisces: Siluriformes) viven en los ríos, quebradas, manantiales y lagunas de gran altitud en los Andes de América del Sur, en donde se han registrado 54 especies (Nelson 2006). Los miembros de esta familia son conocidos como peces gato o bagres y en Ecuador como preñadillas y pertenecen a un solo género (*Astroblepus*). En la cordillera de los Andes de Ecuador, habitan 24 especies de preñadillas (Barriga 2012). *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin 1931), es un pez óseo, endémico de Ecuador y solamente conocido de la provincia de Imbabura. Fue descrito por primera vez como *Cyclopium ubidiai* (Pellegrin 1931) con especímenes del lago San Pablo de la provincia de Imbabura, Ecuador.

El pez gato andino (*Astroblepus ubidiai*) alcanzan una longitud total de 13 cm según Vélez-Espino (2002), aunque en las observaciones se han visto ejemplares más grandes. En el pasado, eran muy abundantes en

las quebradas, manantiales y lagunas; actualmente, sus refugios son manantiales y quebradas cercanas a ellos. Sus poblaciones están aisladas y reducidas por varios factores, por lo que está considerada En Peligro Crítico (CR), dentro de la lista roja de UICN (Vélez-Espino 2004. *Astroblepus ubidiai*. En: IUCN 2016. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2015-4. <www.iucnredlist.org>. 9 de marzo de 2016).

En este trabajo, se reporta el leucismo en *Astroblepus ubidiai* (Astroblepidae) con base en un ejemplar videograbado el 26 de diciembre 2014, con una cámara GOPRO HERO3. Este fenómeno fue observado en un ejemplar de una metapoblación, que habita un manantial cercano al lago San Pablo de la provincia de Imbabura.

Resultados

Las observaciones de *Astroblepus ubidiai* se realizaron en el manantial conocido como “Proaño”, ubicado al nororiente del lago San Pablo del Cantón Otavalo en la provincia de Imbabura, a una altitud de 2642 m s.n.m., en las coordenadas 0°12'31.31"N-78°12'23.23"O (Figura 1). El manantial vierte sus aguas al lago San Pablo y este a través de la quebrada Jatun Yaku al río Ambi tributario del río Mira.

Este manantial derrama el agua a dos piscinas de cemento. Las observaciones se realizaron en 10 ocasiones entre el 14 de junio de 2014 y el 17 de octubre de 2015, con el propósito de registrar a la especie mediante el uso de una cámara de video subacuática GOPRO HERO3.

Astroblepus ubidiai presenta una gran complejidad de colores, que se parecen al color del sustrato y varía de acuerdo a la edad y sexo. En los adultos, el dorso va de marrón claro, pardo-oscuro, a gris, moteado con manchas grandes o pequeñas de diversa tonalidad de negro, marrón y más claras, hasta llegar al blanco. Las aletas pueden presentar los mismos colores y patrones mencionados para el dorso. El vientre generalmente pardo a amarillo claro o blanco.

El ejemplar registrado es un adulto y presentó leucismo parcial, carece de pigmento en casi todo su

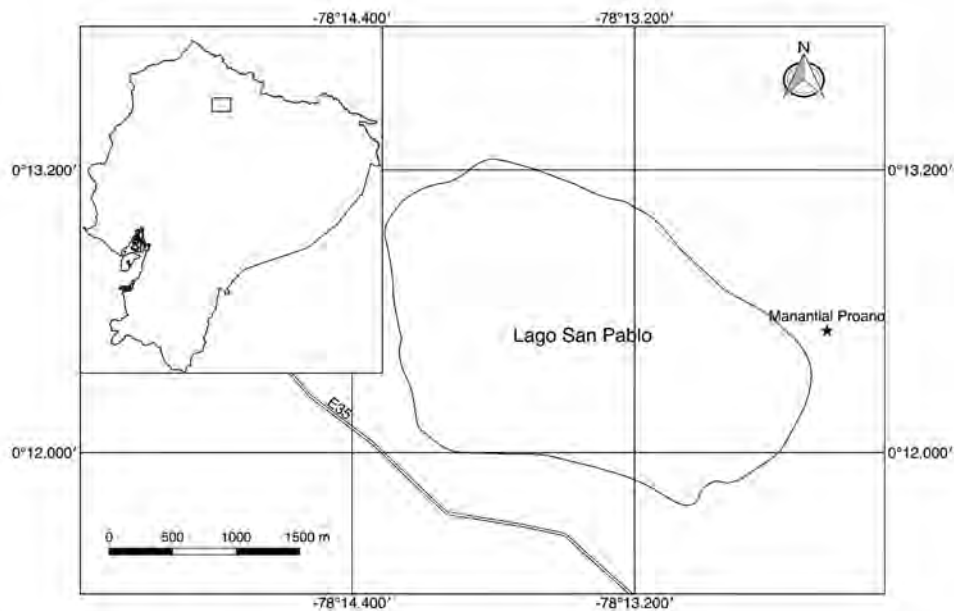


Figura 1. Ubicación geográfica del manantial “Proaño” en el que se registró el ejemplar leucístico de *Astroblepus ubidiai*.

cuerpo, inclusive el pedúnculo caudal y las barbillas maxilares, excepto en la parte superior de la cabeza, entre los ojos y la base de la aleta dorsal y aletas pectorales, así como parte de las aletas (caudal, pélvica y anal), que conservan escasamente el color original pardo-oscuro de las preñadillas. En general, la coloración de la preñadilla leucística es rosada-rojiza (Figura 2). En la figura 3 se observan varios ejemplares adultos de la misma metapoblación con sus colores típicos.

La descripción de los colores de las preñadillas, se hizo con base en las observaciones directas de ejemplares vivos en su hábitat y videos tomados en esta investigación. El ejemplar leucístico no fue colectado y su evidencia está registrada en una videograbación. Este ejemplar midió aproximadamente 10 cm de longitud total. El individuo reportado presentó comportamiento normal en su hábitat libre de predadores, nadando entre la vegetación acuática y algas buscando y capturando alimento como lo hacían otros individuos sin esta alteración pigmentaria. Después del primer registro, no se volvió a ver a pesar de las continuas visitas al mismo manantial.

Discusión

Entre los vertebrados, el grupo en el que más se han reportado anomalías cromáticas y específicamente leucismo, son las aves (Kimball 1990, Thompson *et al.* 2000, Nolzco 2010, Cadena 2015) y los reportes en peces dulceacuícolas son escasos. En el Neotrópico se han registrado 15 especies con alteraciones pigmentarias como el albinismo (Batista *et al.* 2016). Aparentemente, este caso de leucismo es el primero en peces del Ecuador. En otros lugares, los peces de la familia Loricariidae (Siluriformes) han registrado manifestaciones de este fenómeno (De Brito y Caramaschi 2005). Se conoce de un caso excepcional en el que toda la población de *Astroblepus riberai*, que habita las grutas de Ninabamba de Perú, es completamente albina (Cardona y Guerao 1994).

Se ha propuesto también que poblaciones con altas frecuencias de leucismo podrían ser indicativas de endogamia o estrés ambiental (Bensch *et al.* 2000), aunque no se conocen con certeza los verdaderas causas y mecanismos que la provocan. Además, reducciones de pigmentación se han observado en peces que habitan galerías subterráneas (Romero y Paulson 2001).



Figura 2. Individuo leucístico de *Astroblepus ubidiai*, registrado en el manantial “Proaño” ubicado cerca al lago San Pablo de la provincia de Imbabura.



Figura 3. Coloración de otros ejemplares adultos de la especie. Nótese la variación del color de los individuos de esta metapoblación. Estas fotografías fueron tomadas dentro del agua en el manantial.

El hábitat del ejemplar registrado en este estudio presenta características muy particulares: es un manantial aislado de otras poblaciones por lo que aparentemente la probabilidad de endogamia es alta. Sin embargo, no se puede aseverar tácitamente que esta sea la causa, ya que las razones de las alteraciones cromáticas pueden deberse a varios factores ambientales.

Agradecimientos

A Sebastián Mena González por la elaboración del mapa del sitio de estudio. A los administradores del manantial por permitirnos el ingreso a realizar las observaciones.

Bibliografía

- Alaminos, E. y J. Lázaro. 2011. Un caso de albinismo en *Natrix maura* en el sur de la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 22: 81-82.
- Barriga, R. 2012. Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador. Quito Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Ciencias Biológicas. *Revista Politécnica* 30 (3): 83-119.
- Batista, A., D. Freitas-Souza, F. Pontieri de Lima, A. Acosta y R. J. Da Silva. 2016. Partial albinism in *Rhinelepis aspera* from the Upper Paraná Basin, Brazil, with a review of albinism in South American freshwater fishes. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 531-534.
- Bensch, S., B. Hansson, D. Hasselquist y B. Nielsen. 2000. Partial albinism in a semi-isolated population of great reed warblers. *Hereditas* 133: 167-170.
- Bried, J., H. Fraga, P. Calabuig-Miranda y V. C. Neves. 2005. First two cases of melanism in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea*. *Marine Ornithology* 33: 19-22.
- Buckley, P. A. 1982. Avian genetics. Pp: 21-110. *En*: Petrak, M. L. (Ed.) *Diseases of cage and aviary birds* Lea and Febiger, Philadelphia, USA.
- Cadena-Ortíz, H., D. Bahamonde, D. Cisneros y G. Buitrón. 2015. Alteraciones de coloración en el plumaje de las aves silvestres del Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías* 7 (2): 75-90.
- Cardona, L. y G. Guerao. 1994. *Astroblepus riberae*, una nueva especie de Siluriformes cavernícola del Perú (Osteichthyes: Astroblepidae). *Mémoires de Biospéologie* 21: 21-24.
- Cestari, C. y T. Vernaschi Vieira da Costa. 2007. A case of leucism in Southern Lapwing (*Vanellus chilensis*) in the Pantanal, Brasil. *Boletín SAO* 17: 145-147.
- De Brito, M. y É. Caramaschi. 2005. An albino armored catfish *Schizolecis guntheri* (Siluriformes: Loricariidae) from an Atlantic Forest coastal basin. *Neotropical Ichthyology* 3 (1):123-125.
- García-Morales, R., E. J. Gordillo-Chávez y J. Bello-Gutiérrez. 2010. Primer registro de albinismo en *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) en México. *Chiroptera Neotropical* 16 (2): 743-747.
- Griffiths, A. J. F., J. H. Miller, D. T. Suzuki, R. C. Lewontin y W. M. Gelbart (Eds.). 2000. *An introduction to Genetic Analysis*. W. H Freeman & Company press, New York. 860 pp.
- Guay, P. J., D. A. Potvin y R. W. Robinson. 2012. Aberrations in plumage coloration in birds. *Australian Field Ornithology* 29: 23-30.
- Jehl, J. R. 1985. Leucism in paired grebes in western North America. *The Condor* 87: 439-441.
- Kimball, L. G. 1990. Leucistic black-vented shearwaters (*Puffinus opisthomelas*) in Southern California. *Western Birds* 21: 69-72.
- López-González, C. A. 2011. Record of a white-colored coyote (*Canis latrans*) in the Chihuahuan Desert of Durango, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 27: 871-873.
- Mansur, L. 2011. First record of partial albinism in the temperate rocky reefs fish *Acanthistius patachonicus* (Insertae sedis) off Southwestern Atlantic Ocean. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 6 (2): 185-187.
- Medina, C. y E. López. 2010. Primer registro de leucismo en *Sturnira lillium* (Pyllostomidae) en el sureste de Perú. *Chiroptera Neotropical* 16 (2): 758-761.
- Miller, J. D. 2005. All about albinism. *Missouri Conservationist* 66: 5-7.
- Milessi, A., F. Cortéz y A. Jaureguizar. 2013. First report of albinism in the marine catfish *Genidens barbatus* (Lacepède 1803) in Argentine waters. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 8 (2): 139-141.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the World*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. USA. 622 pp.
- Nolazco, S. 2010. Leucismo parcial en gallareta andina *Fulica ardesiaca* (Familia: Rallidae). *Boletín de Lima* 159: 9-10.
- Oliveira, C. y F. Foresti. 1996. Albinism in the banded knifefish, *Gymnotus carapo*. *Tropical Fish Hobbyist* 44 (12): 92-96.
- Ramírez, O. E. y M. Arana 2005. Albinism in the andean leaf-eared mouse, *Phyllotis andium* (Rodentia, Cricetidae). *Mastozoología Neotropical* 12: 269-270.
- Rey, I. y A. Acero. 1982. Primer registro de albinismo en la familia Muraenesocidae (Pisces: Anguilliformes), *Cynoponticus savanna* (Bancroft). *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín* 12: 93-95.

- Romero, A. y K. M. Paulson. 2001. It's a wonderful hypogean life: A guide to the troglomorphic fishes of the world. Pp. 13-41. *En*: Aldemaro, R. (Ed.). The biology of hypogean fishes *Developments in Environmental Biology of Fishes*, vol. 21. Springer.
- Sage, B. L. 1962. Albinism and melanism in birds. *British Birds* 55: 55-201.
- Tizón, F. R., M. A. Carrizo y P. A. Seewald. 2008. Registro de albinismo imperfecto del pecho colorado grande (*Sturnella loyca*). *BioScriba* 1: 27-29.
- Thompson, D., R. Murdoch y M. Page. 2000. A near albino cape pigeon (*Daption capense*) off Kaikoura. *Notornis* 47: 235-236.
- Urcola, M. R. 2011. Aberraciones cromáticas en aves de la colección ornitológica del Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia'. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 13 (2): 221-228.
- Veiga, L. A. 1994. Um caso de albinismo em *Tayassu tajacu* Linnaeus (Artiodactyla, Tayassuidae) na Serra Do Mar, São José Dos Pinhais, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 11: 341-343.
- Van Grouw, H. 2006. Not every white bird is an albino: sense and nonsense about color aberrations in birds. *Dutch Birding* 28: 79-89.
- Vélez-Espino, L. A. 2002. Ecología y Biología de conservación del pez andino ecuatoriano "Preñadilla". Pp: 473-488. *En*: Mercure, S., W. Wilson y T. Whillans (Eds.). Gestión integral de cuencas y asentamientos humanos, basado en experiencias del primer encuentro intercultural: Imbakucha. Primera edición. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador.
- Wakida-Kusunoki, A. 2015. First record of total albinism in southern stingray *Dasyatis americana*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50 (1): 135-139.

Patricio Mena-Valenzuela
 Instituto Nacional de Biodiversidad,
 Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales
 Ecuador
patricio.mena@ambiente.gob.ec / pmenavalenzuela@yahoo.es

Jonathan Valdiviezo-Rivera
 Instituto Nacional de Biodiversidad,
 Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales
 Ecuador
jonathan.valdiviezo@ambiente.gob.ec / bioictiojona@yahoo.com

Leucismo en *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), de la provincia de Imbabura, Ecuador.

Cítese como: Mena-Valenzuela, P. y J. Valdiviezo-Rivera. 2016. Leucismo en *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), de la provincia de Imbabura, Ecuador. *Biota Colombiana* 17 (1): 131-136. DOI: 10.21068/C2016v17r01a10

Recibido: 12 de febrero de 2015

Aprobado: 6 de junio de 2016

Registros recientes de los puercoespines, género *Coendou* (Mammalia: Erethizontidae) para el departamento de Córdoba, Colombia

Recent records of porcupines, genus *Coendou* (Mammalia: Erethizontidae), from Córdoba Department, Colombia

Javier Racero-Casarrubia, Julio Chacón-Pacheco, Erika Humanéz-López y Héctor E. Ramírez-Chaves

Resumen

Se presentan registros recientes de los puercoespines *Coendou quichua* y *Coendou prehensilis* para el departamento de Córdoba, en la región del Caribe colombiano. Estos provienen del sur del departamento, así como al interior y en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Paramillo. La localidad presentada para *C. quichua* en este trabajo constituye la séptima verificada en el país. Igualmente, se registra el intento de tráfico ilegal de un ejemplar de *C. prehensilis* y notas sobre uso y amenazas a nivel nacional.

Palabras clave. Córdoba. Parque Nacional Natural Paramillo. Región Caribe. Rodentia. Tráfico ilegal.

Abstract

Recent records of porcupines, *Coendou quichua* and *Coendou prehensilis* are reported for the department of Córdoba, in the Caribbean region of Colombia. These are from the southern part of the department, from remote regions and the buffer area of the Paramillo National Nature Park. The locality reported here is the seventh verified for the country. Illegal trafficking of one individual of *C. prehensilis* was observed and comments on its use and threats it faces on a national level are given.

Key words: Caribbean Region. Córdoba. Illegal traffic. Paramillo National Park. Rodentia.

Introducción

Para Colombia el género *Coendou* se encuentra representado por siete especies: *Coendou* cf. *bicolor* (Tschudi 1844), *C. ichillus* Voss y Da Silva 2001, *C. prehensilis* (Linnaeus 1758), *C. pruinusus* Thomas 1905, *C. quichua* Thomas 1899, *C. rufescens* (Gray 1865) y *Coendou vestitus* Thomas 1899 (Ramírez-Chaves *et al.* 2016), que se distribuyen en todas las regiones naturales, en un intervalo altitudinal

comprendido entre los 0 y 3000 m s.n.m. (Solari *et al.* 2013). En general los puercoespines de género *Coendou* son considerados arborícolas, solitarios y nocturnos, pasan el día descansando en las ramas de los árboles o en huecos (Reid 1997, Aranda 2012). Aunque en ocasiones son difíciles de observar, se presume que pueden ser abundantes en los bosques neotropicales (Husson 1978).

En Colombia, al igual que en otros países, es poco lo que se conoce sobre las amenazas que enfrentan las especies de puercoespines. Sin embargo, existen diversas actividades que afectan directamente a las especies de *Coendou*, así como a otros organismos. Entre estas se encuentran la destrucción de hábitat, considerada una amenaza para *C. vestitus* (Alberico y Moreno 2006), atropellamientos (Delgado-V 2007) y cacería para consumo de *C. rufescens* en la región andina (Ramírez-Chaves *et al.* 2008). Para *C. prehensilis* se registra el tráfico en los valles interandinos (Rojas-Briñez *et al.* 2013) y el uso como mascotas en la región orinoquense (Cruz-Antía y Gómez 2010). Además, existen casos en donde ejemplares procedentes del norte de Colombia fueron enviados a zoológicos o tiendas de mascotas de Alemania, a mediados del siglo XX (Ramírez-Chaves 2014).

Para la región Caribe colombiana, la cual está conformada por siete departamentos continentales (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre) y un departamento en el área insular (San Andrés, Providencia y Santa Catalina, sin representantes del género *Coendou*), se cuenta con registros de las especies *C. prehensilis*, para los departamentos Atlántico, Cesar, Córdoba y Magdalena (Racero-Casarrubia *et al.* 2008, Voss 2011,

Racero-Casarrubia y González-Maya 2014 [como *C. sanctamartae*, sic.], Ramírez-Chaves 2014, Ramírez-Chaves *et al.* 2016), y *C. quichua* para los departamentos de Cesar (Voss 2011, Voss *et al.* 2013) y Córdoba (Racero-Casarrubia *et al.* 2015). Aunque *C. bicolor* fue registrada para algunas localidades en los departamentos de Cesar, Magdalena y Sucre (ver Cuervo-Díaz *et al.* 1986, Alberico *et al.* 2000, Muñoz-Saba 2009, Solari *et al.* 2013), su presencia en la región ha sido descartada por tratarse de identificaciones erróneas (Voss 2011, 2015, Ramírez-Chaves y Suárez-Castro 2014, Ramírez-Chaves *et al.* 2016).

Los registros conocidos de *Coendou* en el departamento de Córdoba son escasos (Racero-Casarrubia *et al.* 2008, Racero-Casarrubia y González-Maya 2014) y carecen de validación ya que se basan principalmente en entrevistas a cazadores y campesinos por lo que sus identificaciones son dudosas. Así, hasta la fecha, sólo se ha registrado en encuestas la especie *C. prehensilis* para la cuenca alta del río San Jorge, en el resguardo indígena quebrada Cañaveral – Emberá-Katío (Racero-Casarrubia *et al.* 2008, 2015) y en cinco veredas de la zona amortiguadora del PNN Paramillo, en el sector oriental del cerro Murrucucú (Racero-Casarrubia y González-Maya 2014, como *C. sanctamartae*, sic.) (Tabla 1, Figura 1), y a *C. quichua* para el alto Sinú (Racero-Casarrubia *et al.* 2015).

Tabla 1. Localidades de registro de *Coendou prehensilis* para el departamento de Córdoba (Colombia), que requieren de verificación debido a la falta de evidencias para clarificar su identidad taxonómica.

Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)	Localidad	Vereda	Municipio
Latitud	Longitud				
7°27'46,9"	75°57'34,2"	321	Resguardo quebrada Cañaveral Emberá Katío*	Tres Playitas	Puerto Libertador
7°59'4"	75°58'00"	460	Sector oriental cerro Murrucucú	El Diamante	Montelíbano
8°0'23"	75°58'42"	462	Sector oriental cerro Murrucucú	La Chica	Montelíbano
7°52'26"	75°58'48"	338	Sector oriental cerro Murrucucú	El Venado	Montelíbano
7°52'40"	75°56'16"	247	Sector oriental cerro Murrucucú	Cañaveral medio	Montelíbano
7°55'59"	75°57'51"	431	Sector oriental cerro Murrucucú	Tolobá	Montelíbano

A continuación se extiende la información asociada a un registro reciente de *C. quichua* para el departamento de Córdoba, presentado en Racero-Casarrubia *et al.* (2015), que constituye el primero verificado para el departamento y se consolida la información disponible sobre *Coendou* en Córdoba con el fin de aportar al conocimiento de este grupo a nivel regional.

Coendou quichua fue registrada a partir de un individuo adulto capturado en agosto de 2013 en un fragmento de bosque húmedo tropical en la vereda Zancón (7°34'40,8"N - 76°05'19,6"O; 227 m s.n.m.), en inmediaciones de la quebrada Crisanta, cuenca hidrográfica del río Manso – zona de ocupación campesina, al interior del Parque Nacional Natural (PNN) Paramillo, al sur del departamento de Córdoba (Figura 1).

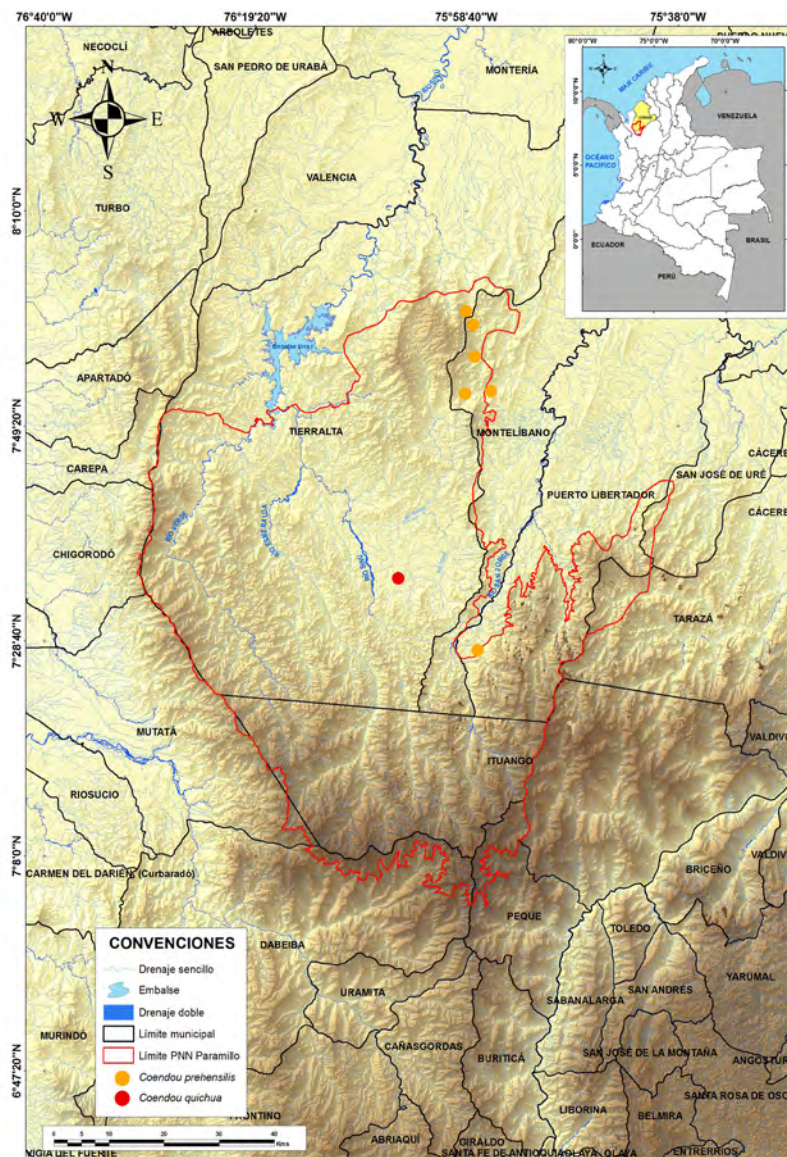


Figura 1. Ubicación geográfica de los registros de individuos del género *Coendou* en el departamento de Córdoba, Colombia.

El ejemplar fue fotografiado y liberado por un operario del PNN Paramillo en el mismo lugar de registro, por lo que no se tienen datos morfométricos u otros asociados (como sexo, estado reproductivo, etc.) del individuo. El área donde fue encontrado el animal es una zona de rastrojo alto en inmediaciones a la quebrada Crisanta. El individuo presentó las características externas de ejemplares adultos registradas para la especie, que incluye solo un tipo de espinas bi y tricoloreadas y ausencia de cerdas y pelaje suave. La base de las espinas tricoloreadas eran de color amarillento, seguido de una banda oscura y puntas de coloración crema. La franja de coloración de la punta de las espinas era en general, la de menor tamaño (Figura 2A). Esta coloración es similar a la observada en un ejemplar depositado en la colección del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH 3083) procedente del PNN Katíos, en la provincia Chocó-Magdalena, según las delimitaciones sugeridas por Hernández-Camacho *et al.* (1992).

Así mismo, se registró el ingreso de un individuo de la especie *C. prehensilis* en el año 2014, al Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAV-CVS) producto del decomiso preventivo por tráfico ilegal (Figura 2B). Después de obtener registros fotográficos, este individuo fue liberado por la Corporación Autónoma Regional de los Valles de los ríos Sinú y del San Jorge (CVS) teniendo en cuenta el área de procedencia reportada en el corregimiento de Patio Bonito, jurisdicción del municipio de Montería, en la finca Santa Isabel, Reserva Natural de la Sociedad Civil de Resnatur (8°34'24,65"N - 75°41'54,83"O; 75 m s.n.m.). Este ejemplar presentó espinas tricoloreadas, con la base clara, seguido de una franja oscura y puntas de coloración crema (Figura 2B), características externas observadas en individuos adultos de la especie. El registro de *C. prehensilis* sirve para ratificar las afirmaciones previas sobre su presencia en el departamento de Córdoba, sin embargo mayores esfuerzos en campo se requieren para validar previos registros de esta especie en seis localidades del departamento (Tabla 1). De dichas zonas de registro, las comunidades indígenas Emberá-Katío de la parte alta del río San Jorge mencionan que

representantes del género *Coendou* (posiblemente *C. prehensilis*) son abundantes (Racero-Casarrubia *et al.* 2008), y que tienen preferencia por los frutos de la guayaba de pava (*Bellucia grossularioides* (L.) Triana 1871 Melastomataceae) donde continuamente se ha observado alimentándose en los meses de febrero y octubre.

Por otra parte, la información sobre los usos y amenazas ejercidos por las comunidades locales sobre las especies de *Coendou* es escasa y se limita a registros de consumo esporádico de individuos atribuidos a *C. prehensilis* por campesinos e indígenas



Figura 2. Individuos del género *Coendou* en el departamento de Córdoba. A) *Coendou quichua* encontrado al interior del PNN Paramillo. Foto: Mario Molina. B) *Coendou prehensilis* que ingresó al Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre producto del tráfico ilegal en el departamento de Córdoba. Foto: Kaleigh Ann Motan.

de la cuenca alta del río Sinú (Racero-Casarrubia *et al.* 2008). Sin embargo, es probable que otras causas de amenazas reconocidas en otras localidades del país, puedan estar afectando a las especies de puercoespines presentes en el departamento de Córdoba. A partir de una búsqueda exhaustiva de literatura, se identificaron que las mayores causas de amenaza para las especies de *Coendou* en Colombia son la pérdida de hábitat (Alberico y Moreno 2006), los atropellamientos (Delgado-V 2007, Ciuderis-Aponte y Ochoa-Amaya 2009), el tráfico ilegal (Rojas-Briñez *et al.* 2013, Ramírez-Chaves 2014), las actividades de aprovechamiento para consumo humano (Plata 2006, Ramírez-Chaves *et al.* 2008, Tafur 2010) o para ser mantenidas como mascotas (Cruz-Antía y Gómez 2010).

Aunque los registros presentes en este trabajo proceden de regiones biogeográficas donde las especies habían sido registradas con anterioridad, es de resaltar que estos registros llenan vacíos de información sobre la distribución actual y algunas características externas de dichas especies. Por ejemplo, en el caso de *C. quichua*, la especie sólo es conocida en seis localidades previas y menos de diez ejemplares en Colombia, todas basadas en ejemplares de colecciones (Ramírez-Chaves *et al.* 2016). Observaciones preliminares sobre las características externas de las dos especies registradas muestran que *C. prehensilis* es de mayor tamaño que el ejemplar de *C. quichua* y que externamente presentan algunas características que pueden ser útiles para su diferenciación en campo. Entre estas se destaca la parte anterior de la nariz que está localizada por encima del nivel superior de los ojos en *C. prehensilis*, mientras que es más baja en *C. quichua*. La parte distal de la cola aún cubierta por espinas presenta una coloración más clara en *C. prehensilis*, mientras que es de coloración negra en *C. quichua*. La región desnuda de la cola es mayor en *C. quichua* que en *C. prehensilis*. Estas observaciones deben ser puestas a prueba en una muestra más grande de individuos para corroborar si pueden emplearse para diferenciar, hasta cierto punto, ejemplares vivos o en condiciones de campo (Figura 2).

Agradecimientos

A la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) por facilitar información relacionados al tráfico ilegal de fauna silvestre. A Kaleigh Ann Motan y Mario Molina por el material fotográfico suministrado.

Bibliografía

- Alberico, M. y J. G. Moreno. 2006. Puerco espín pardo *Coendou vestitus*. Pp. 291-293. En: Rodríguez-Mahecha, J. V., M. Alberico, F. Trujillo y J. Jorgenson (Eds.). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.
- Alberico, M., V. Rojas-Díaz y J. G. Moreno. 2000 "1999". Aporte sobre la taxonomía y distribución de los puercoespines (Rodentia: Erethizontidae) en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 95-612.
- Aranda, M. 2012. Manual de rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ciudad de México. 255 pp.
- Ciuderis-Aponte, K. A. y J. E. Ochoa-Amaya. 2009. Meningoencefalitis zigomocítica piogranulomatosa en un puercoespín de cola prensil (*Coendou prehensilis*). *International Journal of Morphology* 27: 1187-1194.
- Cruz-Antía, D. y J. Gómez. 2010. Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo* 14 (26): 35-62.
- Cuervo Díaz, A., J. Hernández Camacho y A. Cadena. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15: 471-501.
- Delgado-V., C. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas* 29 (87): 229-233.
- Hernández-Camacho, J. I., A. H. Guerra, R. O. Quijano y T. Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. Pp. 105-151. En: Halfiter, G. (Ed.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.).
- Husson, A. 1978. The Mammals of Suriname. Leiden, The Netherlands: E. J. Brill. 729 pp.
- Muñoz-Saba, Y. 2009. Fauna de mamíferos de la Serranía de Perijá, Colombia. Pp. 475-488. En: Rangel-Ch. O (Ed.). Colombia. Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía del Perijá. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.
- Plata, A. 2006. Uso y percepción de la fauna silvestre en la cultura Sikuaní, comunidad de Cumarianae, selva

- de Matavén, Vichada, Colombia. Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Programa de Ecología, Bogotá D. C. 86 pp.
- Racero-Casarrubia, J. A. y J. F. González-Maya. 2014. Inventario preliminar y uso de mamíferos silvestres por comunidades campesinas del sector oriental del cerro Murrucucú, municipio de Tierralta, Córdoba, Colombia. *Notas Mastozoológicas* 1: 25-28.
- Racero-Casarrubia, J. A., C. C. Vidal, O. D. Ruíz y J. Ballesteros. 2008. Percepción y patrones de uso de la fauna silvestre por las comunidades indígenas Emberá-Katío en la cuenca del río San Jorge, zona amortiguadora del PNN-Paramillo. *Revista de Estudios Sociales* 31: 118-131.
- Racero-Casarrubia, J., J. Ballesteros Correa y J. Pérez-Torres. 2015. Mamíferos del departamento de Córdoba-Colombia: historia y estado de conservación. *Biota Colombiana* 16: 128-148.
- Ramírez-Chaves, H. E. 2014. Mammals of Colombia deposited at the Zoologische Staatssammlung Muenchen, Germany. *Biota Colombiana* 15: 104-114.
- Ramírez-Chaves, H. E. y A. F. Suárez-Castro. 2014. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. *Notas Mastozoológicas* 1(2): 31-34.
- Ramírez-Chaves, H. E., W. Pérez y J. Ramírez-Mosquera. 2008. Mamíferos presentes en el municipio de Popayán, Cauca-Colombia. *Boletín Científico, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas* 12: 65-89.
- Ramírez-Chaves, H. E., A. F. Suárez-Castro, D. M. Morales-Martínez y M. C. Vallejo-Pareja. 2016. Richness and distribution of porcupines (Erethizontidae: *Coendou*) from Colombia. *Mammalia* DOI: 10.1515/mammalia-2014-0158 [Published Online: 01/30/2015]
- Reid, A. F. 1997. A Field guide to the mammals of Central and Southeast Mexico. Oxford University Press. Nueva York, EE.UU. 334 pp.
- Rojas-Briñez, D. K., M. Regis-Silva y J. E. García-Melo. 2013. Estado actual y perspectivas de conservación frente al comercio ilegal de fauna silvestre en el departamento del Tolima (Colombia). *Revista Tumbaga* 8: 97-111.
- Solari, S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Mahecha, T. R. Defler, H. E. Ramírez-Chaves y F. Trujillo. 2013. Riqueza, Endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoológica Neotropical* 20: 301-365.
- Tafur, M. 2010. Evaluación de la sostenibilidad de la cacería de mamíferos en la comunidad de Zancudo, Reserva Nacional Natural Puinawai, Guainía-Colombia. Tesis de grado. Magíster en Ciencias-Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C. 101 pp.
- Voss, R. S. 2011. Revisionary notes on Neotropical porcupines (Rodentia, Erethizontidae). 3. An annotated checklist of the species of *Coendou* Lacépède, 1799. *American Museum Novitates* 3720: 1-36.
- Voss, R. S. 2015. Superfamily Erethizontoidea Bonaparte, 1845. Pp. 786-805. *En*: Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas y G. D'Elía (Eds.). *Mammals of South America Volume 2. Rodents*. The University of Chicago Press.
- Voss, R. S., C. Hubbard y S. A. Jansa. 2013. Phylogenetic relationships of New World porcupines (Rodentia, Erethizontidae): implications for taxonomy, morphological evolution, and biogeography. *American Museum Novitates* 3769: 1-36

Javier Racero-Casarrubia
Universidad de Córdoba,
Parque Nacional Natural Paramillo,
Grupo Investigaciones Biodiversidad
Montería (Córdoba), Colombia
javierracero@yahoo.es

Julio Chacón-Pacheco
Universidad de Córdoba,
Parque Nacional Natural Paramillo,
Grupo Investigaciones Biodiversidad
Montería (Córdoba), Colombia
jchacon_bio@hotmail.com

Erika Humanez-López
Universidad de Córdoba,
Parque Nacional Natural Paramillo,
Grupo Investigaciones Biodiversidad
Montería (Córdoba), Colombia
erikahl_91@hotmail.com

Héctor E. Ramírez-Chaves
University of Queensland
Weisbecker Lab, School of Biological Sciences
Brisbane, Australia
hera.chaves@gmail.com

Registros recientes de los puercoespines, género *Coendou* (Mammalia: Erethizontidae) para el departamento de Córdoba, Colombia.

Cítese como: Racero-Casarrubia, J., J. Chacón-Pacheco, E. Humanez-López y H. E. Ramírez-Chaves. 2016. Registros recientes de los puercoespines, género *Coendou* (Mammalia: Erethizontidae) para el departamento de Córdoba, Colombia. *Biota Colombiana* 17 (1): 137-142. DOI: 10.21068/C2016v17r01a11

Recibido: 12 de febrero de 2015

Aprobado: 6 de junio de 2016

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.
- Expresé los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53"N-56°28'53"O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Fotografías, figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las fotografías y figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

ARTÍCULO EN REVISTAS

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

LIBROS, TESIS E INFORMES TÉCNICOS

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos.* Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

PÁGINAS WEB

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota)

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.humboldt.org.co/es/biblioteca/publicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co

[www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](http://www.sibcolombia.net-sib+iac@humboldt.org.co)

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)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 al 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@humboldt.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_avestiniye 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 DEL 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.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota-biotacol@humboldt.org.co |
[www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co](http://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

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

Una publicación del /A publication of: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
 En asocio con /In collaboration with:
 Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
 Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar
 Missouri Botanical Garden

TABLA DE CONTENIDO / TABLE OF CONTENTS

Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. Corine Land Cover (CLC) methodology validation for the space temporary coverage determination: Mecha creek case (Cómbita, Boyacá), Colombia. <i>Karen V. Suárez-Parra, Germán E. Cély-Reyes y Fabio E. Forero-Ulloa</i>	1
Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela. Methods of participative monitoring of ecological restoration by primary school students in cacao plantations in Mérida, Venezuela. <i>Marina Mazón, Dionys Sánchez, Francisco A. Díaz y Juan C. Gaviria</i>	16
Contribución proteica de animales silvestres y domésticos a los menús de los contextos rurales, peri-urbanos y urbanos de varias regiones de Colombia. Protein contribution of wild and domestic animals in rural, peri-urban and urban diets in different regions of Colombia. <i>Liliana Vanegas, Nathalie van Vliet, Daniel Cruz y François Sandrin</i>	26
Sustancias alternativas para el control del caracol africano (<i>Achatina fulica</i>) en el Valle del Cauca, Colombia. Alternative substances to control the African snail (<i>Achatina fulica</i>) in Valle del Cauca, Colombia. <i>Mario F. Garcés-Restrepo, Angie Patiño-Montoya, Mónica Gómez-Díaz, Alan Giraldo y Wilmar Bolívar-García</i>	44
Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Ephemeroptera associated with eight rivers in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. <i>Esteffany P. Barros-Núñez y Cristian E. Granados-Martínez</i>	53
Benthic fish community structure in the Orinoco River Delta and Gulf of Paria (Venezuela), fifty years after the construction of a dike across Manamo Channel. Estructura comunitaria de la ictiofauna bentónica del delta del Orinoco y Golfo de Paria (Venezuela), 50 años después de la construcción del dique del caño Manamo. <i>Paula Sánchez-Duarte y Carlos A. Lasso</i>	64
Aproximación al estado actual del conocimiento de la avifauna del departamento del Atlántico, Colombia. The current state of knowledge of the bird fauna of the Atlántico state (Colombia). <i>Leyn Castro-Vásquez</i>	90
Notas	
Estudios en Asteraceae de Colombia: primer registro del género <i>Tragopogon</i> L. Studies in Colombian Asteraceae: first report of the genus <i>Tragopogon</i> L. <i>Diego Giraldo-Cañas, Susana E. Freire y Estrella Urtubey</i>	118
Equinodermos del Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) en la colección de referencia de la Universidad El Bosque. Echinoderms from Cabo de la Vela (La Guajira, Colombia) in the reference collection of the El Bosque University. <i>María del Pilar Urrego-Salinas, Helena Peña-Quevedo y Fernando Dueñas-Valderrama</i>	124
Leucismo en <i>Astroblepus ubidiai</i> (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), de la provincia de Imbabura, Ecuador. Leucism in <i>Astroblepus ubidiai</i> (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), in Imbabura Province, Ecuador. <i>Patricio Mena-Valenzuela y Jonathan Valdiviezo-Rivera</i>	131
Registros recientes de los puercoespines, género <i>Coendou</i> (Mammalia: Erethizontidae) para el departamento de Córdoba, Colombia. Recent records of porcupines, genus <i>Coendou</i> (Mammalia: Erethizontidae), from Córdoba Department, Colombia. <i>Javier Racero-Casarrubia, Julio Chacón-Pacheco, Erika Humanes-López y Héctor E. Ramírez-Chaves</i>	137
Guía para autores. Guidelines for authors	143