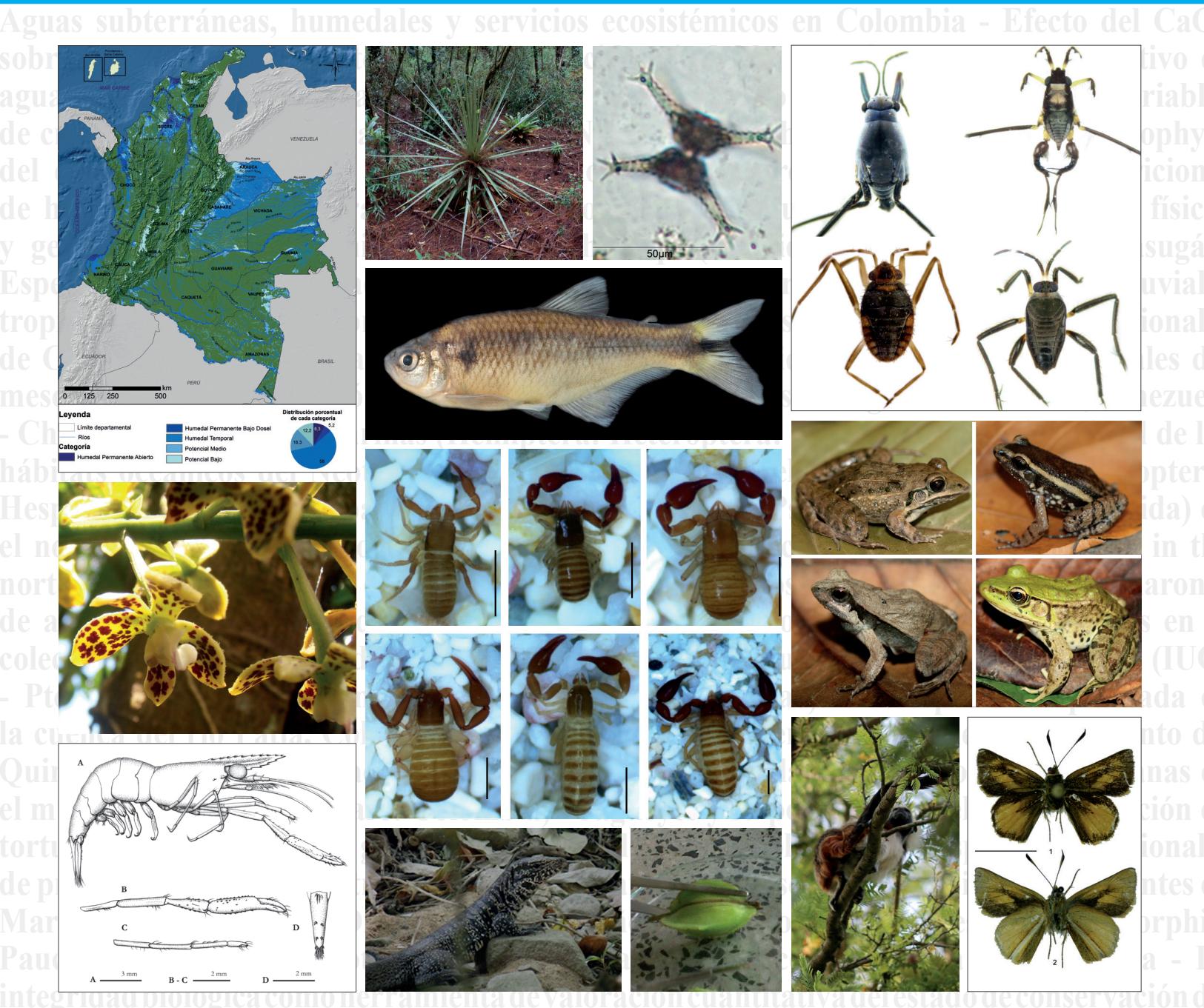


BIOTA COLOMBIANA

ISSN impreso 0124-5376
ISSN digital 2539-200X
DOI 10.21068/c001

Volumen 18 · Número 1 · Enero - junio de 2017



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 Publindex (Categoría A2), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex (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.

Comité Directivo / Steering Committee

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

Editor en jefe / Editor in Chief

Hernando García	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
-----------------	--

Editor asociado / Associate Editor

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

Editor Datos / Data papers Editor

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

Asistencia editorial / Editorial Assistance

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

Traducción / Translation

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

Comité Científico - Editorial / Editorial Board

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

Diseño, diagramación e impresión:

Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas - JAVEGRAF

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt

Teléfono / Phone (+57-1) 320 2767

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

Información

www.humboldt.org.co
biotacol@humboldt.org.co
www.sibcolombia.net

Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia

Groundwater, wetlands and ecosystem services in Colombia

Teresita Betancur-Vargas, Daniel A. García-Giraldo, Angélica J. Vélez-Duque, Angélica M. Gómez, Carlos Flórez-Ayala, Jorge Patiño y Juan Á. Ortiz-Tamayo

Resumen

A raíz de los efectos del ENSO (2010 – 2011), en Colombia se emprendió, entre otras iniciativas, el proyecto de generación de insumos técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos de páramos y humedales. Algunos de estos ecosistemas están relacionados con las aguas subterráneas al intercambiar aportes en zonas de recarga, tránsito o descarga de acuíferos. En épocas lluviosas los humedales contribuyen a la regulación de caudales y en tiempo de sequía se mantienen gracias al agua que les llega desde el subsuelo. Algunas acciones humanas sobre el terreno o los acuíferos ponen en riesgo sus funciones y servicios y la de los ecosistemas relacionados. En el marco del convenio No. 15-13-014-068 CE entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad de Antioquia, quedó manifiesta la interconexión entre humedales y aguas subterráneas en Colombia. A partir de la información disponible se identificaron catorce humedales relacionados con sistemas hidrogeológicos, para una primera caracterización de los servicios ecosistémicos con base en ejercicios de superposición cartográfica y en el estado y tendencia de los principales factores de cambio. Se identifica en este estudio el estado y tendencia tanto de los servicios ecosistémicos como de los factores de cambio resaltando los aspectos más importantes encontrados en los catorce humedales analizados. Es importante resaltar que se deben aunar esfuerzos para integrar y hacer coherente la formulación y aplicación de medidas de manejo y protección desde los Planes Ambientales referidos al agua y su biodiversidad, incluyendo tanto humedales como acuíferos.

Palabras clave. Adaptación. Gestión del riesgo. Interacción acuífero humedal. Tránsito y descarga. Zonas de recarga.

Abstract

Because of the effects of ENSO (2010 – 2011), a new project was undertaken in Colombia, among other initiatives, to generate technical inputs for the delimitation of strategic ecosystems of mountaintop moors and wetlands. Some of these ecosystems are related to groundwater when they exchange flows in recharge, transit and discharge zones of the aquifers. In wet periods the wetlands contribute to the regulation of river flow and in dry periods they maintain flow due to the contributions from aquifers. Some human actions on land or on the aquifers can put their functions and services to their related ecosystems at risk. The interconnection between wetlands and groundwater in Colombia was revealed as a result of the mutual collaboration agreement No. 15-13-014-068 CE between the Institute Alexander von Humboldt and the University of Antioquia. From the information available, fourteen wetlands' interactions with groundwater were identified, to make a first

characterization of their ecosystem services based on cartographic overlay exercises and to determine their current status and major factors of change. In this study the current state and trends of both the ecosystem services as well as the factors of change factors, and the most relevant aspects found in the fourteen wetlands analyzed are highlighted. It is important to emphasize that efforts must be made to integrate and make coherent the formulation and application of management and protection measures for Environmental Plans related to water and its biodiversity, including both wetlands and aquifers.

Key words. Aquifer-wetland interaction. Recharge. Transit and discharge zones. Risk management. Adaptation.

Introducción

Las inundaciones que se vivieron a raíz del fenómeno climático La Niña entre 2010 y 2011, por eventos de precipitación de alta intensidad, motivaron la intervención del Estado hacia la generación de conocimiento en torno a la localización, funcionalidad y dinámica de los humedales del país. La adaptación es la ruta para la permanencia y la supervivencia. Los efectos e impactos de la variabilidad pueden poner en riesgo los servicios que proporcionan los ecosistemas para el bienestar humano y el sostenimiento de las especies. En 2015 ha sido El Niño el fenómeno que ha generado sequía en amplias zonas del país y problemas por desabastecimiento de agua. La ocurrencia de ambos fenómenos impone retos para encarar su comprensión y el conocimiento del territorio, de manera que ante futuros eventos de la misma naturaleza se pueda estar preparado para responder oportuna y adecuadamente, mediante acciones preventivas que minimicen los impactos negativos.

La condición ecológica de los humedales como cunas de biodiversidad está estrechamente relacionada con sus características hidrológicas, al ser estas las que determinan el hidroperíodo -definido como el patrón estacional del nivel del agua del humedal-, hecho que está relacionado con el incremento o caída de los niveles de agua superficial o subterránea e influenciado por las entradas y salidas de agua. Tras identificar la precipitación, la escorrentía y el flujo base como las fuentes que pueden aportar agua al humedal, se va

evidenciando la importancia y la frecuencia de la relación entre los ambientes superficial y subterráneo en torno a los ecosistemas que los habitan.

En el contexto planetario, los humedales han sido reconocidos como sistemas dotados de un valor hidrológico, cultural y paisajístico que los convierte en foco de atención. En torno a estos se han firmado tratados y convenios y se han formulado directrices para su conservación y preservación. La convención Ramsar (Ramsar 1971) y el programa de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM 2005) han representado, entre otras, iniciativas con trascendencia internacional, en las que estos ecosistemas estratégicos han sido foco de atención.

En el marco de servicios ecosistémicos, cuando se hace referencia a los humedales, las funciones de aprovisionamiento, regulación y culturales se convierten en beneficios y por ende en servicios para el ser humano, tanto o más que en otros ecosistemas (Betancur *et al.* 2016).

Retomando las iniciativas plasmadas por Naciones Unidas en el programa de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM 2005), adoptando el marco de referencia del proyecto UNESCO-IGCP604 para la evaluación de los servicios de los humedales relacionados con el agua subterránea (Bocanegra *et al.* 2014) y poniendo en evidencia la conexión que existe en Colombia entre acuíferos y áreas de potencial

humedal, se identificaron y caracterizaron catorce humedales para los cuales se realizó una primera evaluación del estado de los servicios ecosistémicos de regulación, abastecimiento y culturales y los factores de cambio que generan impacto sobre ellos. En este artículo se resumen algunos resultados.

Antecedentes

Enmarcado en el rumbo de la investigación hidrogeológica en Colombia, la interacción de los humedales con aguas subterráneas constituye una línea emergente de trabajo sobre la que se han desarrollado las primeras investigaciones locales. Entre 2006 y 2010 Colombia hizo parte de un convenio con la Agencia Internacional de Energía Atómica, en el marco del cual se desarrollaron en la Universidad de Antioquia dos tesis de maestría para entender la interacción agua subterránea – humedal, empleando técnicas hidrogeoquímicas, isotópicas y modelación numérica (Santa *et al.* 2008; Montoya y Gaviria 2011). Abordando el tema de servicios ecosistémicos y su impacto para el bienestar humano, el país participó de una iniciativa de red internacional a través del proyecto UNESCO IGCP 604 *Groundwater and Wetlands in Ibero-América* en el que el trabajo se realizó principalmente en Argentina, Brasil, Colombia y España. En este se desarrolló y se aplicó una propuesta metodológica para caracterizar los servicios de humedales relacionados con aguas subterráneas; de los sesenta y cuatro casos de estudio documentados en dicho proyecto seis correspondieron a humedales de Colombia (Betancur *et al.* 2015). Recientemente, para los humedales del río León, asociados al sistema hidrogeológico del Eje Bananero de Urabá, se efectuó una primera aproximación a la valoración de los servicios ecosistémicos (Arana *et al.* 2015).

Debido a los efectos generados por los fenómenos de La Niña y El Niño, se hizo visible la alta vulnerabilidad que tiene Colombia ante estas circunstancias extremas y fue perentorio definir la implementación de políticas de gestión para garantizar un incremento en la capacidad de adaptación al cambio climático y

a la mitigación de sus impactos. Con base en esto, el Gobierno Nacional, a través del Fondo Adaptación, impulsó la implementación de estrategias para la gestión adaptativa y diferencial, que incluyeran acciones sobre los generadores de cambio para disminuir las presiones sobre los humedales y garantizar su integridad ecológica y el suministro de sus servicios ecosistémicos a medio y largo plazo, en funciones tan vitales como el abastecimiento de agua en épocas de escasez. En este sentido, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), con el apoyo del Fondo de Adaptación, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), han venido generando los insumos técnicos necesarios para la delimitación de ecosistemas estratégicos de páramos y humedales, con el fin de contribuir al fortalecimiento de los procesos de ordenamiento ambiental del territorio.

El IAvH ha inventariado 31.702 humedales y ha aplicado los criterios de delimitación construidos de manera participativa (Vilardy *et al.* 2014), para entregar en 2015 el primer mapa de humedales de Colombia, a escala 1:100.000 (Flórez *et al.* 2015). Así mismo, desde el punto de vista biológico el IAvH ha definido los criterios clave a utilizar para la identificación caracterización y establecimiento de límites de humedales (Lasso *et al.* 2014), incluyendo su aplicación práctica en las sabanas inundables en la Orinoquia (Osorio-Peláez *et al.* 2015). Este mapa demarca las zonas de humedal, clasificándolos en las categorías: humedal permanente abierto, humedal permanente bajo dosel, humedal temporal y humedales de potencial medio y potencial bajo.

En materia de aguas subterráneas, el Ideam ha resumido la información hidrogeológica del país en dos publicaciones en las que se incluye el estado del conocimiento sobre sistemas acuíferos: Aguas subterráneas en Colombia: una visión general (Ideam 2013) y el Estudio Nacional del Agua (ENA) (Ideam 2015).

De la unión de estos dos saberes (humedales e hidrogeología), se identificaron y caracterizaron los sistemas de flujo entre humedales y aguas subterráneas, en el marco de la prestación de servicios ecosistémicos en las unidades de análisis y sitios prioritarios definidos, teniendo en cuenta la disponibilidad de información hidrogeológica y de humedales.

Marco conceptual

El ciclo hidrológico, entendido como el movimiento continuo del agua en la hidrosfera, conecta los reservorios atmosférico, superficial y subterráneo, incluyendo la biosfera como elemento común de especial interés. Los movimientos de agua desde y hacia la atmósfera están determinados por la precipitación, la evaporación y la transpiración. Como resultado de la infiltración y la recarga se genera la humedad del suelo y se conforma la zona saturada de las unidades hidrogeológicas. Mediante flujos subsuperficiales y subterráneos el agua puede regresar a la superficie para incorporarse a los caudales que de nuevo, en algún momento, regresan a la atmósfera. Al representar el flujo base un aporte de los acuíferos a las fuentes superficiales de agua, él mismo constituye un factor importante en el sostenimiento de muchos ecosistemas acuáticos y terrestres. Así pues, para poder establecer medidas de manejo y protección efectivas es necesario entender el ciclo hidrológico y las relaciones entre sus componentes con una visión integral (Betancur *et al.* 2016).

Humedales relacionados con el agua subterránea

Los humedales relacionados con el agua subterránea están generalmente localizados en lugares donde el nivel freático está cerca de la superficie del terreno. En todos ellos, la presencia de agua constituye un factor determinante en el desarrollo de los suelos, la vegetación y el paisaje (Custodio 2010).

Muchos humedales están situados sobre llanuras de inundación o en las riberas de ríos, lagos o

estuarios, otros se forman en depresiones cerradas -cuencas endorreicas- en las que se acumula la escorrentía superficial o emerge una descarga de flujo subterráneo, otros aparecen sobre laderas o pendientes en las que la zona saturada corta o queda próxima a la superficie topográfica y da origen a un manantial o a una zona de rezume, o simplemente a una zona de más intensa evapotranspiración. En casi todos los casos los humedales se caracterizan por estar en contacto con una superficie freática muy próxima a la superficie topográfica. Prácticamente las únicas excepciones a esta ley general son las pequeñas depresiones cerradas que quedan colgadas sobre la superficie freática local y constituyen áreas de recarga para el acuífero infrayacente. En estas zonas de recarga los suelos pueden no tener las características hidromórficas típicas de los demás humedales y la zona saturada puede quedar próxima a la superficie topográfica sólo durante un breve periodo de tiempo. Usualmente un descenso regional del nivel de agua en un acuífero dará origen a cambios drásticos en el funcionamiento hidrológico de los humedales relacionados con él. En zonas de clima árido y semiárido, esos humedales dejarán de ser zonas de descarga del acuífero y pasarán a convertirse en zonas de recarga. El descenso generalizado de la superficie freática también suele implicar cambios significativos en las características químicas de las aguas del humedal (Llamas 1993).

Recientemente, el programa para la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Naciones Unidas (EEM) ha reconocido que el incremento en el uso del agua subterránea en todo el mundo representa un peligro para los humedales relacionados con ellas (Winter *et al.* 1998, Schot y Winter 2006, McEwan *et al.* 2006, Wada *et al.* 2012, Margat y van der Gun 2013).

Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas constituyen más del 97 % del agua líquida dulce disponible en el planeta (Shiklomanov 1997), y cada vez más representan la única fuente segura para abastecimiento humano y para satisfacer las demandas de actividades económicas, especialmente de la agricultura (National

Groundwater Association 2015). El resultado de la exploración y la investigación es un modelo hidrogeológico conceptual en el que se identifican claramente las condiciones de las distintas unidades hidrogeológicas, sus propiedades hidráulicas y las direcciones de flujo, desde las zonas de recarga, a través del tránsito y hasta las áreas de descarga. Las bases conceptuales de la hidrología subterránea están claramente expuestas en textos clásicos sobre el tema (Custodio y Llamas 1976), y la generación de nuevo conocimiento es permanente. La utilización de más y mejores tecnologías para la exploración del subsuelo y las posibilidades de modelación espacial de grandes volúmenes de información ha posibilitado una continua actualización del conocimiento y el refinamiento de los modelos conceptuales y la necesidad de incorporar el agua subterránea a la gestión integral del recurso hídrico ha abierto nuevos campos de aplicación y proyección a las ciencias hidrogeológicas. No obstante, no deja de reconocerse la necesidad de profundizar en la hidrogeología cuantitativa (Dennehy *et al.* 2015). Siempre será necesario contar con la existencia de modelos conceptuales validados a escala regional y local, la caracterización de hidroperiodos, la modelación numérica de flujo a distintas escalas (Joyce *et al.* 2014) y los análisis hidrogeoquímicos e isotópicos (Glynn y Plummer 2005) validan el conocimiento de las fuentes y áreas de recarga, las zonas de tránsito y los sitios descarga de acuíferos. Esta comprensión es crucial para establecer las posibles conexiones de las aguas subterráneas con los humedales.

Servicios ecosistémicos y humedales

El concepto de servicio ecosistémico ha sido objeto de discusión y análisis durante las últimas décadas. Daily (1997) definió los servicios ecosistémicos como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies conforman, sostienen y satisfacen la vida humana. En el mismo año, Costanza *et al.* (1997) se refieren a ellos como los beneficios que las poblaciones humanas derivan directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas. Esta acepción fue retomada en 2005 por Naciones Unidas en el programa sobre la Evaluación

de los Ecosistemas del Milenio (EEM 2005), por Boyd y Banzhaf (2007) y por Fisher *et al.* (2008), entre otros muchos.

En EEM (2005) se consideran tres categorías de servicios: abastecimiento, regulación y culturales. Los **servicios de abastecimiento** son los productos obtenidos directamente de la estructura biótica, hidrológica y geológica de los ecosistemas; incluyen agua de buena calidad, agua para distintos usos, producción artificial de recursos alimentarios y producción de materias primas, biológicas y minerales. Los **servicios de regulación** son los beneficios obtenidos de manera indirecta del funcionamiento de los ecosistemas e incluyen la regulación hídrica, la purificación del agua, el control de la erosión del suelo y el control climático, entre otros. Los **servicios culturales** son los beneficios intangibles o no materiales que las personas obtienen a través de las experiencias estéticas, educativas, turismo o de enriquecimiento espiritual, entre otras.

Saber cuáles son los factores que provocan cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y en los servicios que estos prestan es fundamental para diseñar medidas de manejo e intervenciones que potencien impactos positivos y minimicen los impactos negativos. En este contexto, un “impulsor” es cualquier factor que altere algún aspecto de un ecosistema (EEM 2005).

Los impulsores de cambio pueden ser de origen antrópico, asociados a actividades productivas y económicas que generan impacto en los humedales, pero también estos impulsores de cambio pueden ser de origen natural, como los son la ocurrencia de procesos naturales de sedimentación, colmatación e influencia de factores cambiantes como la precipitación y la temperatura en el área del humedal. De acuerdo con EEM (2005), los principales impulsores de cambios en el funcionamiento y los servicios de los humedales son la explotación intensiva de recursos, los cambios de uso del suelo, la modificación del ciclo hidrológico, la contaminación, los efectos asociados a cambios y el cambio climático y global.

La explotación intensiva de recursos incluye la extracción de agua del humedal y de las masas de agua a las que está vinculado –incluyendo los acuíferos–, y la explotación biológica y la obtención de minerales en sus diversas formas. Los cambios en el uso de suelo tratan de los efectos sobre los humedales relacionados con los aspectos de deforestación, agricultura, ganadería y urbanización, entre otros. El factor de modificación del ciclo hidrológico toma en cuenta tanto aquellos cambios en la red de flujo de la cuenca del humedal que influyen sobre la hidrología de éste, como los cambios en los flujos de entrada, salida y la variación de almacenamiento del propio humedal. La contaminación del humedal se asocia fundamentalmente a la contaminación difusa agrícola y atmosférica, y a procesos puntuales de origen urbano e industrial. Los efectos asociados a cambios contemplan alteraciones en la calidad mineral y biológica del agua y otros efectos en el suelo. Y finalmente, los factores de interés vinculados al cambio climático y global son las variaciones en la precipitación y en la temperatura y el aumento del nivel del mar (Betancur *et al.* 2016).

Los humedales están entre los ecosistemas del planeta más amenazados en los últimos 50 años; así mismo, la utilización humana de la mayoría de los servicios que proveen se está incrementando y están siendo degradados (Carpenter *et al.* 2009). Es por esto que el estudio de la relación de los humedales con las aguas subterráneas y de los servicios que dicha relación soporta, cobra importancia de cara a la gestión sostenible de los ecosistemas de humedal.

Materiales y métodos

La relación entre acuíferos y humedales se establece a partir de la superposición espacial de mapas que caractericen ambos sistemas hidrológicos. La extensión de y los sistemas de flujo subterráneo, indican rutas y conexiones entre aguas superficiales y subterráneas. Una clara definición de los humedales y la aplicación de criterios precisos para su delimitación constituye un procedimiento fundamental para establecer de manera argumentada las fronteras de la interconexión. En Colombia se desarrolló una metodología para la identificación de la relación entre humedales y agua subterránea, en el marco del convenio entre la Universidad de Antioquia y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, sobre el cual trata este artículo.

El programa de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ha propuesto mecanismos para identificar y evaluar los servicios ecosistémicos de los humedales. La aplicación de esos criterios permite identificar, en el contexto de la relación agua superficial-agua subterránea, la importancia de la vinculación entre ellos.

El recorrido de esta ruta metodológica (Figura 1) puede llevarse a cabo siempre y cuando se cuente con información documentada. Esta representa el primer e indispensable insumo para la ejecución de cualquier intento por establecer dependencia humedal – agua subterránea. La claridad en los procedimientos constituye el argumento para definir los caminos de selección y priorización de sistemas a evaluar y el disponer de un instrumento adecuado para la síntesis de información representa la clave del éxito en este propósito.

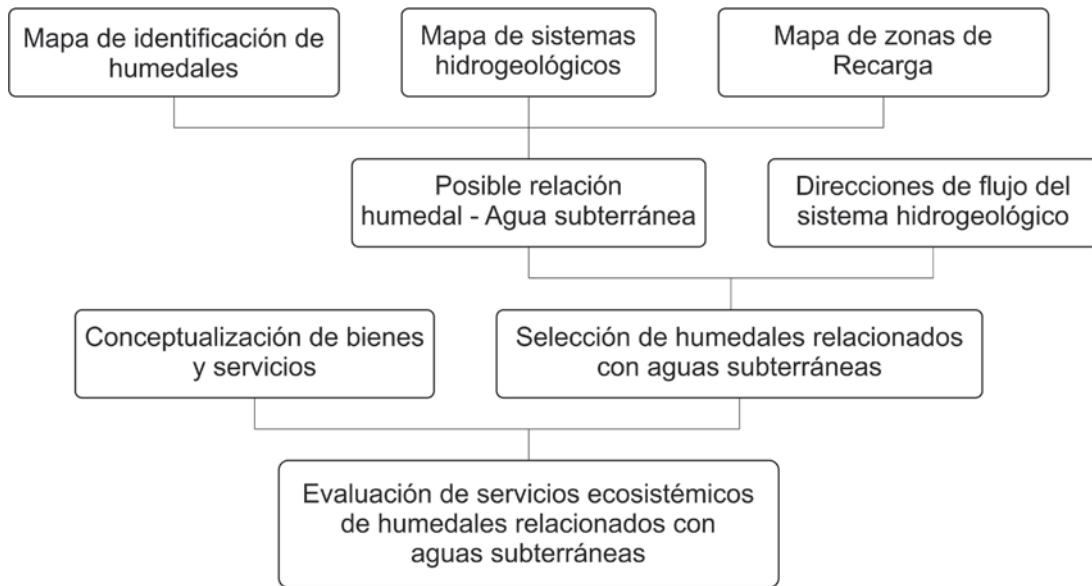


Figura 1. Esquema metodológico para la identificación de humedales relacionados con el agua subterránea y la evaluación de servicios ecosistémicos en ellos.

Información documentada

En el mapa de la figura 2 se representan las áreas de humedal identificadas por Flórez *et al.* (2015) para Colombia; cubren 30.781.149 ha, que corresponden al 26,99 % de la superficie continental del país; la mayor extensión corresponde a humedales temporales (58 %), seguido de las áreas de potencial medio (16,3 %). Es importante señalar que el 92 % de los humedales inventariados por el IAvH (31.702), se localizan sobre las zonas identificadas en el mapa.

Existe poca información disponible acerca de las caracterizaciones hidrológica, física o biológica de los humedales en el país. La documentación de los casos de estudio seleccionados para este primer ejercicio nacional de establecimiento de la relación entre humedales y aguas subterráneas se logró gracias a la colaboración de varias entidades nacionales, que atendieron la solicitud y suministraron los estudios que habían adelantado: la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) (Leguizamón 2010), la Corporación Autónoma Regional de la Meseta de

Bucaramanga (CDMB), la Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo de Urabá (Corpourabá) (Corpourabá 2013, Universidad de Medellín y Corpourabá 2014), la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) (Corantioquia2005, Corantioquia y Corporación Montañas 2005, 2006); Universidad de Antioquia (Santa 2010, Montoya 2010, Gómez 2010). El acceso a otras fuentes de información se logró mediante consultas y selección de material en las páginas web de entidades oficiales y centros de documentación. A través de ellas se pudo conocer el estado del conocimiento de los humedales: Buenavista en La Guajira (Invemar *et al.* 2009), Cabezón (CVC y Funecorobles s.f.) y Timbique (Fundalimento 2005) en el Valle del Cauca, Ciénagas de la región Panzenú (Corantioquia y Neotrópicos 2000, 2001), Humedales en la Sabana de Bogotá (UNAL e IDEA 2006, Adessa y EAAB 2006, Universidad Pontificia Javeriana y EAAB 2009), Lago Sochagota en Sogamoso (UIS



Figura 2. Mapa de humedales del IAvH y distribución porcentual de las categorías según áreas (Adaptado de Flórez *et al.* 2015).

2010), Laguna del Otún en Risaralda (CARDER y Parques Nacionales Naturales de Colombia 2013), Complejo Papayal en Rionegro Santander (CDMV 2010).

En sus publicaciones sobre las aguas subterráneas en Colombia y el Estudio Nacional del Agua, el Ideam (2013 y 2015) ha reunido una gran cantidad de información procedente de diferentes estudios realizados por muchos autores y entidades en el país. De esta forma se logró sintetizar un estado del conocimiento sobre los sistemas hidrogeológicos. De acuerdo con el panorama que presenta el Ideam, más del 75 % del territorio colombiano está sin explorar en materia de hidrogeología y existe un conocimiento desigual para 61 sistemas acuíferos reconocidos; 27 de esos acuíferos tendrían un nivel de conocimiento adecuado y 73 no cuentan con un nivel de conocimiento adecuado. Las zonas menos estudiadas se localizan en las áreas hidrográficas del Pacífico, Orinoco y Amazonas.

Para algunos casos específicos se logró trascender hacia un mayor detalle los alcances de los estudios del Ideam y se tuvo acceso a modelos hidrogeológicos a escala 1:25.000. Estos casos corresponden a los sistemas hidrogeológicos de la cuenca del río Ranchería (Duque *et al.* 2014), el bajo Cauca antioqueño (Betancur 2014) y el Eje Bananero de Urabá (Villegas *et al.* 2013).

La información hidrogeológica se complementó con la caracterización de las zonas de recarga. Una delimitación parcial y preliminar de ellas ha sido realizada por el Servicio Geológico de Colombia (SGC) (SGC 2013).

Criterios de priorización y síntesis de información según fichas IGCP

Para seleccionar los humedales a ser analizados, inicialmente se superpusieron los sistemas hidro-

geológicos con información suficiente y aceptable (Ideam 2013) y el mapa de zonas de recarga del Servicio Geológico Colombiano, con el inventario de humedales y el mapa de humedales del IAvH (Flórez *et al.* 2015). Posteriormente a este ejercicio de identificación se aplicó un filtro para seleccionar los humedales que habiendo sido objeto de algún estudio al que se pudiera acceder, contaran con un nivel de conocimiento que se pudiera considerar aceptable para los propósitos del trabajo. Se consideró deseable poder analizar humedales ubicados en diferentes ambientes geográficos. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se eligió el conjunto de humedales que se ajustaban a los requerimientos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto.

Para la evaluación de los servicios que prestan los humedales relacionados con las aguas subterráneas seleccionados mediante los criterios de priorización, se implementó la metodología del proyecto UNESCO IGCP 604, dentro de la cual, para evaluar las interacciones aguas subterráneas–humedales–bienestar humano en Iberoamérica, se diseñó una ficha en la que se diligencia, para cada humedal, información correspondiente a aspectos generales, estado de los servicios del humedal y factores que inducen cambios en los servicios ecosistémicos.

También se contó con un formato o ficha síntesis en la que, aplicando las convenciones propuestas por (EEM 2005), se emplea un código estilo semáforo para poder evaluar y comparar el estado de los servicios; dicho código propone el uso del color verde para representar un servicio Alto, amarillo para la categoría Medio y rojo para un servicio Bajo. También a los factores impulsores de cambios sobre los servicios ecosistémicos se les aplica un código de colores: rojo para un impacto Alto en los servicios del humedal, amarillo si el impacto es Moderado y verde cuando el factor perturba a un nivel Bajo. Las figuras 3 y 4 representan el estilo de las fichas síntesis para la identificación de servicios e impactos.

Nombre y País	Tipo:	ABASTECIMIENTO						REGULACIÓN			CULTURALES					
		Abastecimiento de agua de buena calidad	Abastecimiento de agua para distintos usos	Producción natural de recursos alimentarios	Producción artifical de recursos alimentarios	Producción de materias primas biológicas	Producción de materias primas minerales	Espacios naturales de interés medicinal	Regulación hídrica	Depuración de aguas	Control de la erosión	Regulación climática local	Turísticos	Educativos	Paisajísticos y estéticos	Turístico cultural y sentido de pertenencia
Sabana de Bogotá, Colombia	2aB	→	↗	↙	→	→	→	→	↗	↙	→	→	↗	↗	↗	→
Cabezón, Colombia	1dQ	→	→	→	→	→	→	→	↙	→	→	→	→	→	↙	→

Figura 3. Ficha síntesis para la caracterización de los servicios ecosistémicos, su estado y su tendencia.

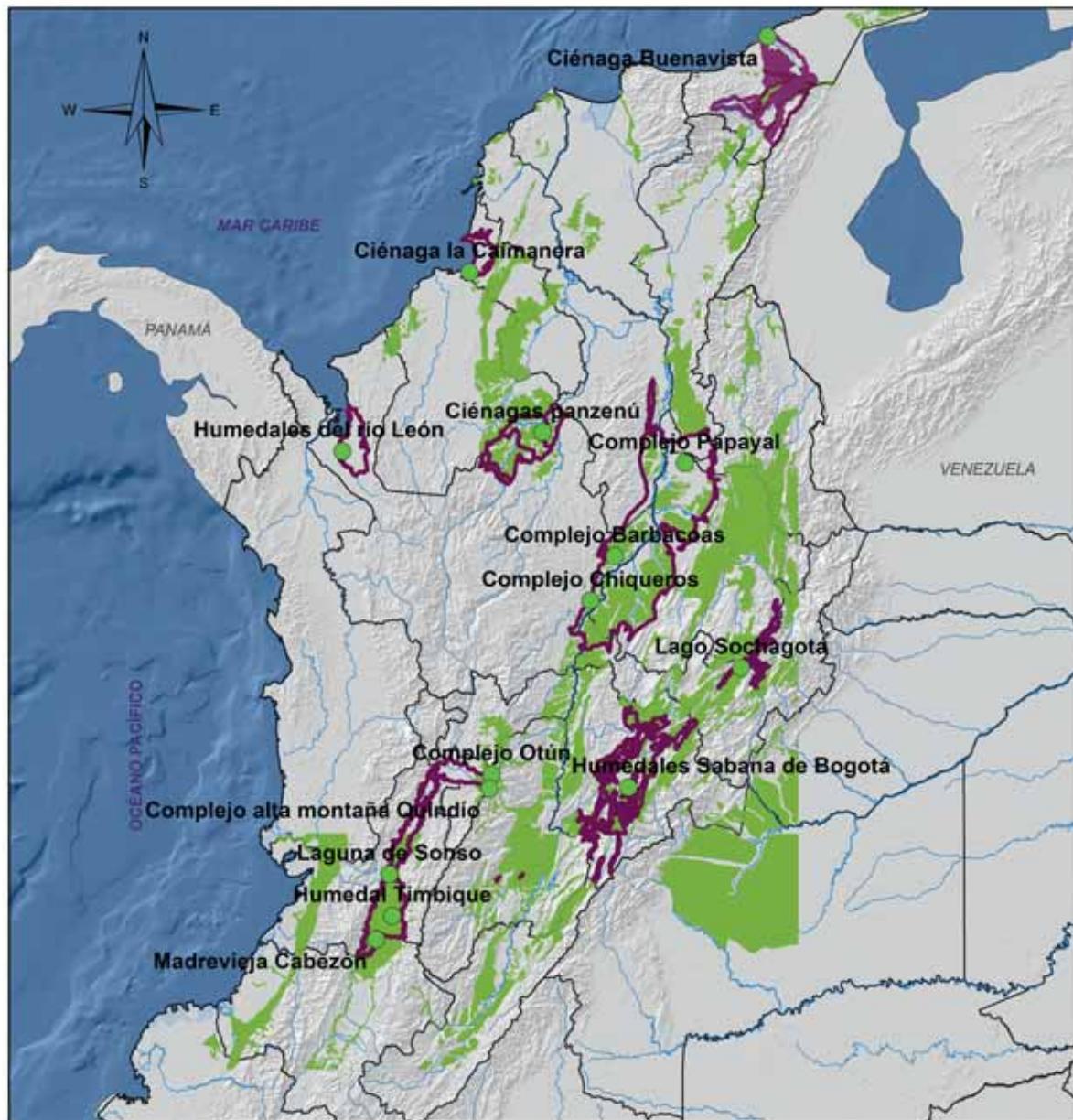
Nombre y País	Tipo	Explotación intensiva de recursos						Cambios de uso del suelo	Modificación del ciclo hidrológico	Contaminación	Efectos asociados a cambios	Cambio climático global					
		Extracción de agua		Explotación biológica		Explotación mineral											
		Deshumidificación	Desalentamiento	Explotación primaaria	Explotación secundaria de la tierra	Cultivo	Silvicultura										
Bolívar de Bragado, Corrientes	zell	+	+	+	+	+	+	Manipulación	+	+	+	+					
Caseros, Corrientes	terG	+	+	+	+	+	+	Explotación de vegetación	+	+	+	+					
								Agricultura de secano	+	+	+	+					
								Conversión de ecosistemas	+	+	+	+					
								Urbanización	+	+	+	+					
								Alta de contaminación	+	+	+	+					
								Otros	+	+	+	+					
								Drenaje	+	+	+	+					
								Despoblamiento	+	+	+	+					
								Alta de suelos salinos	+	+	+	+					
								Uso del suelo en conflicto	+	+	+	+					
								Acciones de manejo agropecuario	+	+	+	+					
								Otros agroindustriales	+	+	+	+					
								Calidad ambiental del agua	+	+	+	+					
								Cártula biológica del agua	+	+	+	+					
								Ocaso agropecuario tradicional	+	+	+	+					
								Incremento de erosión	+	+	+	+					
								Destrucción del suelo	+	+	+	+					
								Preservación	+	+	+	+					
								Tiempo seco	+	+	+	+					

Figura 4. Ficha síntesis para la caracterización de los factores impulsores de cambio sobre los servicios, su estado y su tendencia.

Resultados y discusión

Inicialmente se presentan los resultados que conciernen a la identificación de la relación entre aguas subterráneas y humedales vinculados a ellas en zonas de recarga, tránsito o descarga; para cada una de estas condiciones se ilustra un caso de estudio representativo. Respecto a la evaluación de servicios ecosistémicos y factores impulsores de impacto, se consideran los catorce humedales identificados en este estudio, haciendo énfasis en los aspectos que tienen que ver con su vinculación con las aguas

subterráneas (Figura 5 y Tabla 1). Es necesario señalar que los humedales que se citan en este trabajo no representan los únicos que tienen la condición de estar relacionados con acuíferos en Colombia; ellos constituye los pocos que cumplían los criterios de selección para ser analizados luego de superponer la escasa información hidrogeológica adecuada y sobre conocimiento de los humedales con que se cuenta en el país.



Leyenda

	Límite departamental		Acuíferos
	Ríos		Zonas de recarga
	Humedales/Complejos de humedales		0 50 100 200 km

Figura 5. Humedales relacionados con aguas subterráneas en Colombia considerados en este estudio.

Tabla 1. Humedales vinculados con sistemas hidrogeológicos con información aceptable.

Complejo/conjunto	Zona hidrográfica / Subzona hidrográfica	Acuífero/Relación con agua subterránea
Laguna de Sonso, Valle del Cauca	Cauca / Ríos Guadalajara y San Pedro	
Humedal Timbique, Valle del Cauca	Cauca / Río Guachal (Bolo - Fraile y Párraga)	Acuífero del Valle del Cauca, Zona de recarga
Madrevieja Cabezón Valle del Cauca	Cauca / Ríos Claro y Jamundí	
Río León, Urabá - Antioquia	Caribe – Litoral / Río León	Acuífero de Urabá
Sistema de humedales de la Sabana de Bogotá	Alto Magdalena / Río Bogotá	Acuífero de la Sabana de Bogotá
Ciénaga la Caimanera, Coveñas - Sucre	Caribe – Litoral / Directos Caribe Golfo de Morrosquillo	Acuífero Golfo de Morrosquillo
Lago Sochagota, Duitama, Sogamoso - Boyacá	Sogamoso / Río Chicamocha	Acuífero Duitama Sogamoso
Ciénaga Buenavista, Manaure - Guajira	Caribe – Guajira / Río Ranchería	Acuífero de la Cuenca río Ranchería
Humedales de la región Panzenú	Nechí / Directos al Cauca entre Pto. Valdivia y Bajo Nechí	Acuífero del Bajo Cauca Antioqueño, Zona de recarga
Complejo Otún, Santa Rosa de Cabal - Risaralda	Cauca / Río Otún y otros directos al Cauca	Acuífero Glacis del Quindío, Zona de recarga
Complejo Papayal, Rionegro - Santander	Medio Magdalena / Río Lebrija y otros directos al Magdalena	
Complejo Barbacoas, Yondó - Antioquia	Medio Magdalena / Río Cimitarra y otros directos al Magdalena	Acuífero Valle medio del Magdalena, Zona Recarga
Complejo Chiqueros, Puerto Berrio - Antioquia	Medio Magdalena / Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	
Complejo zona de alta montaña del río Quindío, Salento, Pereira - Quindío	Cauca / Río La vieja	Acuífero Glacis del Quindío y Zonas de recarga

Humedales y zonas de recarga de acuíferos

Producto de la superposición de las zonas de recarga difusa de los 61 sistemas hidrogeológicos reconocidos por el Ideam, con las áreas de humedal identificadas por el IAvH, se comprueba que 18 % de estas (5.490.639 ha) se localizan en áreas a través de las cuales ingresa agua a los acuíferos (Figura 6). La distribución de las categorías de las áreas de humedales ubicadas en zonas de recarga directa comprenden: humedal temporal (40 %), potencial bajo (21,8 %) y potencial medio (19,1 %).

Asumiendo desde el mapa del SGC las áreas que aportan regionalmente agua subterránea a los

acuíferos que configuran sistemas de flujos regionales, se encuentra que 8 % de las áreas de humedales (2.433.930 ha) se ubican dentro de ellas (Figura 7). Las categorías con mayor representatividad para estas zonas corresponden a potencial bajo (39,3 %) y humedal permanente abierto (38,6 %).

El conjunto de humedales de la cuenca alta del río Quindío y la Laguna del Otún se ubican en áreas de recarga del sistema hidrogeológico Glacis del Quindío, localizado entre el centro y el oriente del departamento de Risaralda (Figura 8).

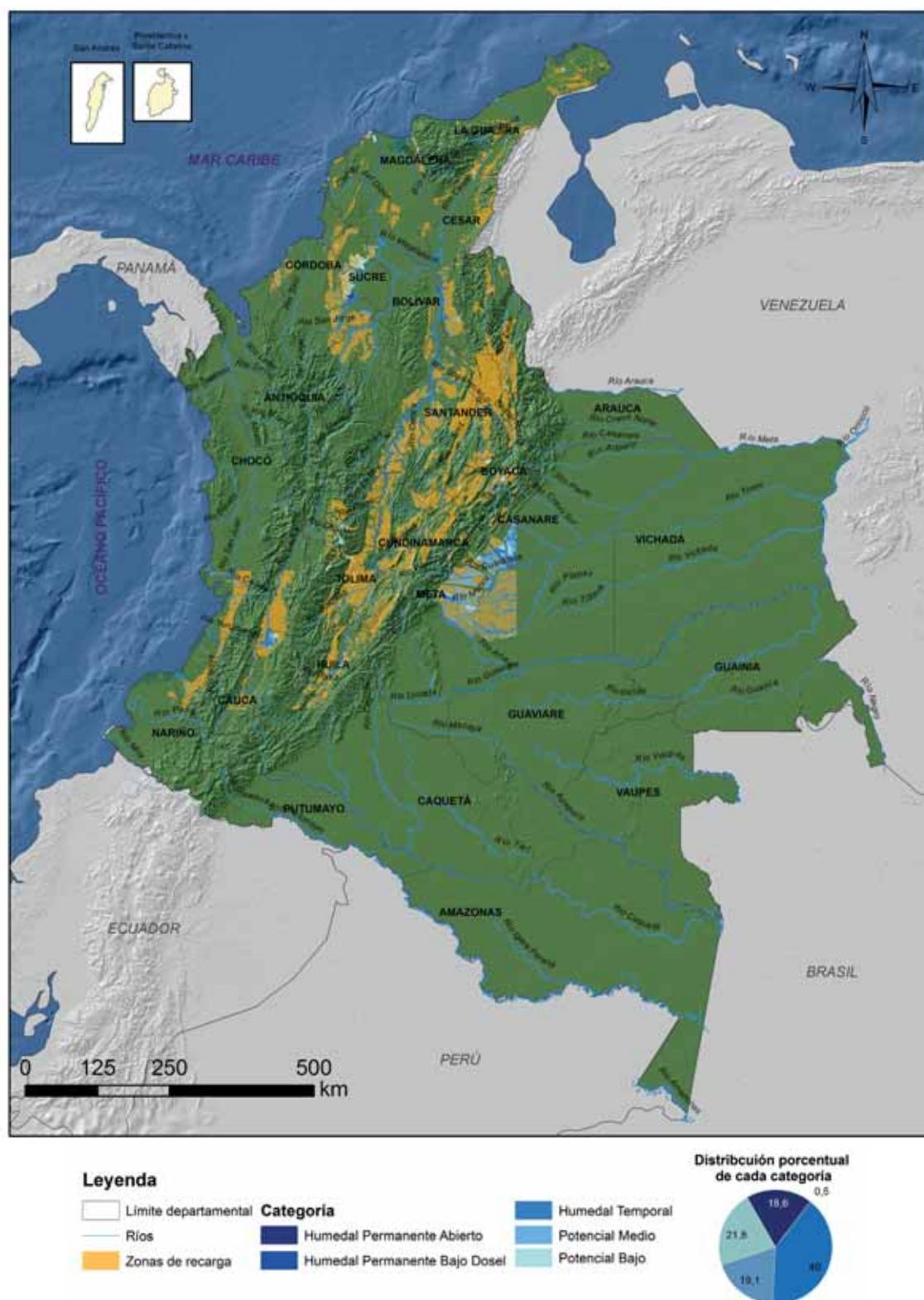
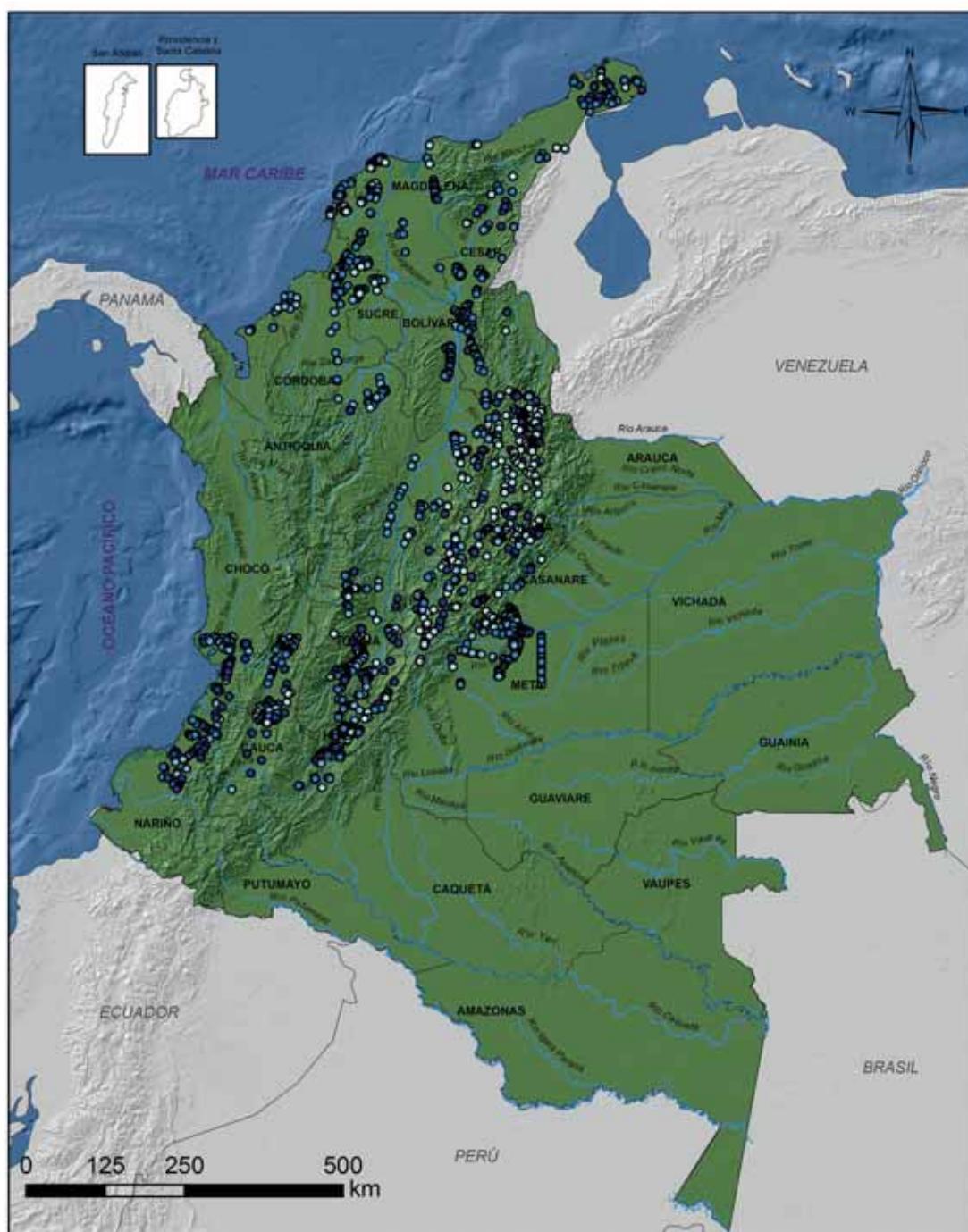


Figura 6. Humedales sobre zonas de recarga y distribución porcentual de las categorías según áreas.

**Leyenda**

- | | | |
|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | Límite departamental | ● Humedal Permanente Bajo Dosel |
| | Ríos | ● Humedal Temporal |
| Categoría | | ○ Potencial Medio |
| ● | Humedal Permanente Abierto | ○ Potencial Bajo |

Figura 7. Humedales sobre zonas de recarga que aportarían flujos regionales.

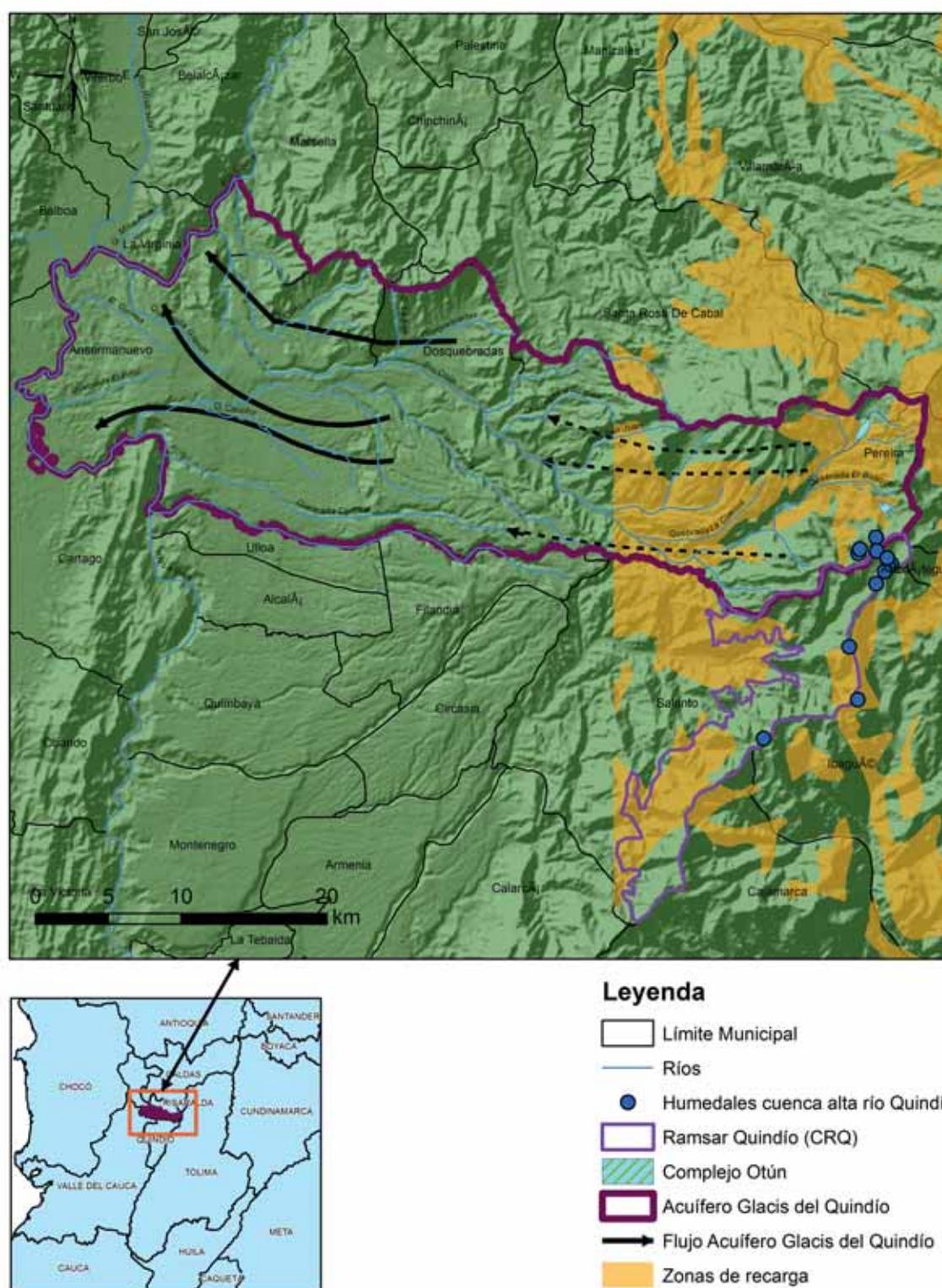


Figura 8. Complejo laguna del Otún, complejo cuenca alta del río Quindío, acuífero Glacis del Quindío y zonas de recarga.

Según el Ideam (2013), el acuífero del Glacis del Quindío está compuesto por cinco unidades hidroestratigráficas denominadas A1, A2, A3, B1, B2, donde el acuífero más productivo es el A1, que es de extensión local y está asociado a las formaciones zarzal y aluviales del río Cauca y río La Vieja; muestra un flujo preferencial en sentido este-oeste desde las zonas altas de recarga hasta descargar las aguas subterráneas en los ríos antes mencionados.

Según la información suministrada por la CRQ (Leguizamón 2010), el conjunto de humedales de la cuenca alta del río Quindío corresponden a un complejo de charcos y pantanos de alta montaña, con una precipitación media de 1500 mm/año y una temperatura media de 14,6 °C, donde predomina el bosque alto andino. En general los servicios ecosistémicos de este complejo están en un estado alto y el más importante es el de abastecimiento de agua de buena calidad; los factores que más impactan su entorno son la deforestación e introducción de especies maderables y la expansión de la frontera ganadera y agrícola. La laguna del Otún, donde predomina el bosque altoandino y la vegetación de páramo, presta servicios en un estado alto y la actividad más impactante es la ganadería extensiva. La explotación intensiva de aguas subterráneas podría producir descensos en el nivel freático, amenazando la funcionalidad de la laguna.

Humedales y zonas de tránsito de aguas subterráneas

La coincidencia espacial que se registra entre la localización de los 61 sistemas hidrogeológicos identificados en Colombia por Ideam (2013, 2015) y las áreas de humedales definidas por IAvH (Figura 9), es contundente para evidenciar la relación entre estos dos componentes del sistema hidrológico nacional. Del total de las zonas de humedales, se encuentra que el 23,6 % (7.226.440 ha) se ubica sobre los sistemas hidrogeológicos identificados. Puede constatarse que la mayor cobertura está en la categoría de humedal temporal, con el 49,8 % (3.595.920 ha), seguido de potencial medio con 23,4 % (1.694.390 ha).

Para ilustrar la interacción humedal–agua subterránea en zonas de tránsito, se exponen los casos de los acuíferos del Eje Bananero de Urabá (Figura 10) y del Valle del Cauca (Figura 11).

Si se comparan las áreas de humedal en relación con la extensión del sistema hidrogeológico del Eje Bananero de Urabá (120.800 ha), se encuentra que el 61,2 % de la superficie del acuífero está cubierta por diferentes categorías de áreas de humedal, predominando la condición de potencial medio (58.580 ha). Este sistema hidrogeológico, ubicado en una de las zonas económicas más importantes para el departamento de Antioquia, está compuesto por un acuífero libre de extensión local y un acuífero multicapa confinado del cual captan agua la mayoría de los pozos profundos que utilizan las fincas productoras de banano; el sentido de flujo de agua subterránea describe una trayectoria desde la margen oriental en la serranía de Abibe hacia el río León, en el extremo occidental del acuífero y la costa del mar Caribe al norte (Corporación y Universidad de Antioquia 2013).

El humedal Timbique es otro caso en el cual se verifica la ubicación del ecosistema en zonas de tránsito de aguas subterráneas (Figura 11). El acuífero del Valle del Cauca está compuesto por tres unidades denominadas A, B y C; la A corresponde a un acuífero libre, la B a un acuífero como capa confinante y la C es menos conocida pero con características de calidad del agua adecuada para el abastecimiento de agua potable. La dirección del flujo en el sistema hidrogeológico configura una trayectoria desde las vertientes de la cordillera Central hacia el río Cauca y se tornan paralelas al río en sus inmediaciones (Ideam 2013). Este humedal se encuentra ubicado al sureste del acuífero del Valle del Cauca y está sometido a condiciones de alta presión antrópica, al estar afectado por el vertimiento de aguas residuales domésticas y de residuos de la industria azucarera y por la expansión de la frontera agrícola; se ha constatado que la explotación de un pozo cercano provoca el descenso del nivel freático, generando mayor deterioro sobre el humedal (Fundalimento 2005).



Figura 9. Humedales sobre los sistemas hidrogeológicos de Colombia recopilados por el Ideam (2015) y distribución porcentual por categorías según áreas.

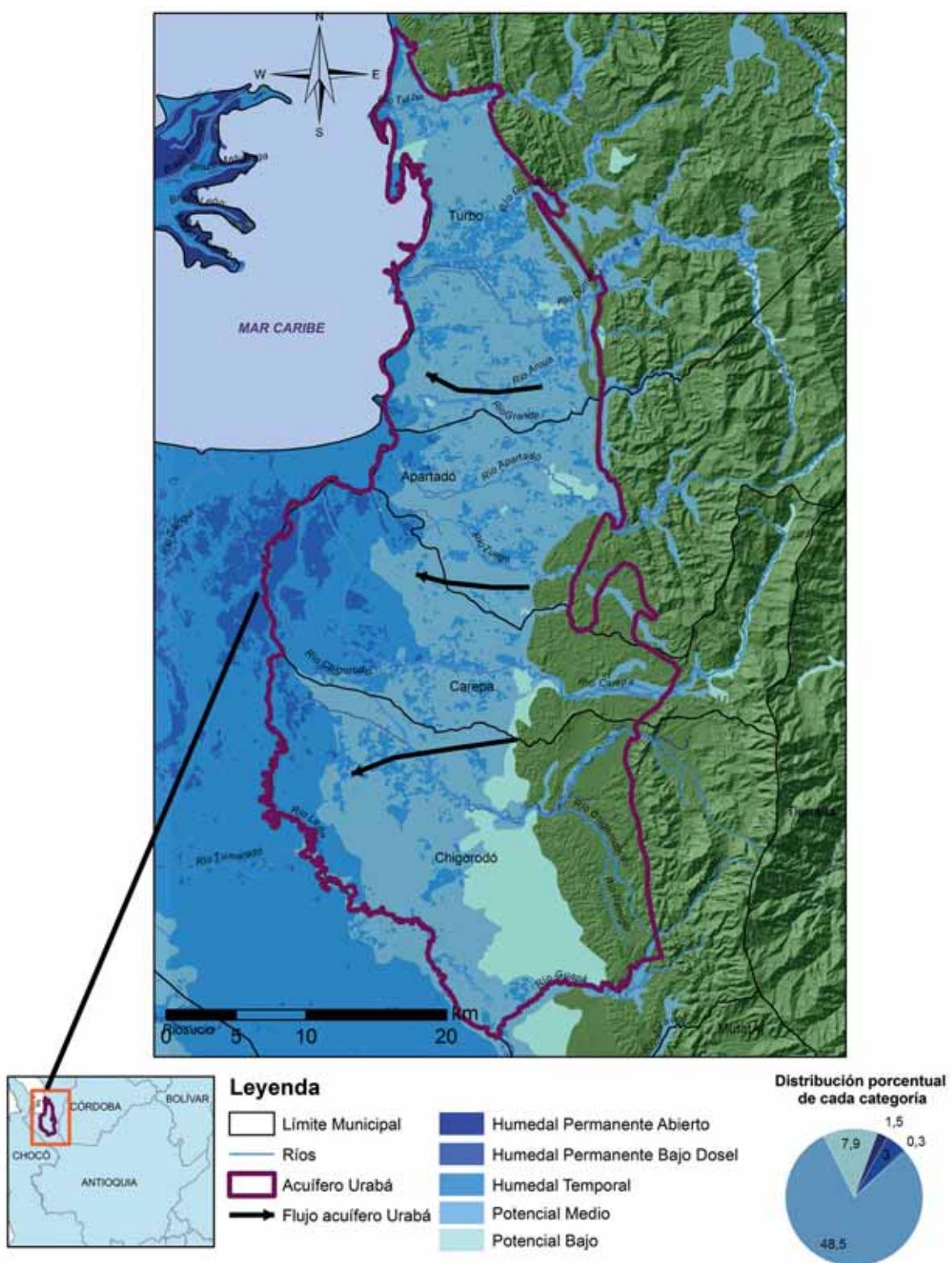


Figura 10. Zonas de humedales relacionados con zonas de tránsito de aguas subterráneas en el acuífero del Golfo de Urabá y distribución de las áreas de humedal respecto al acuífero.

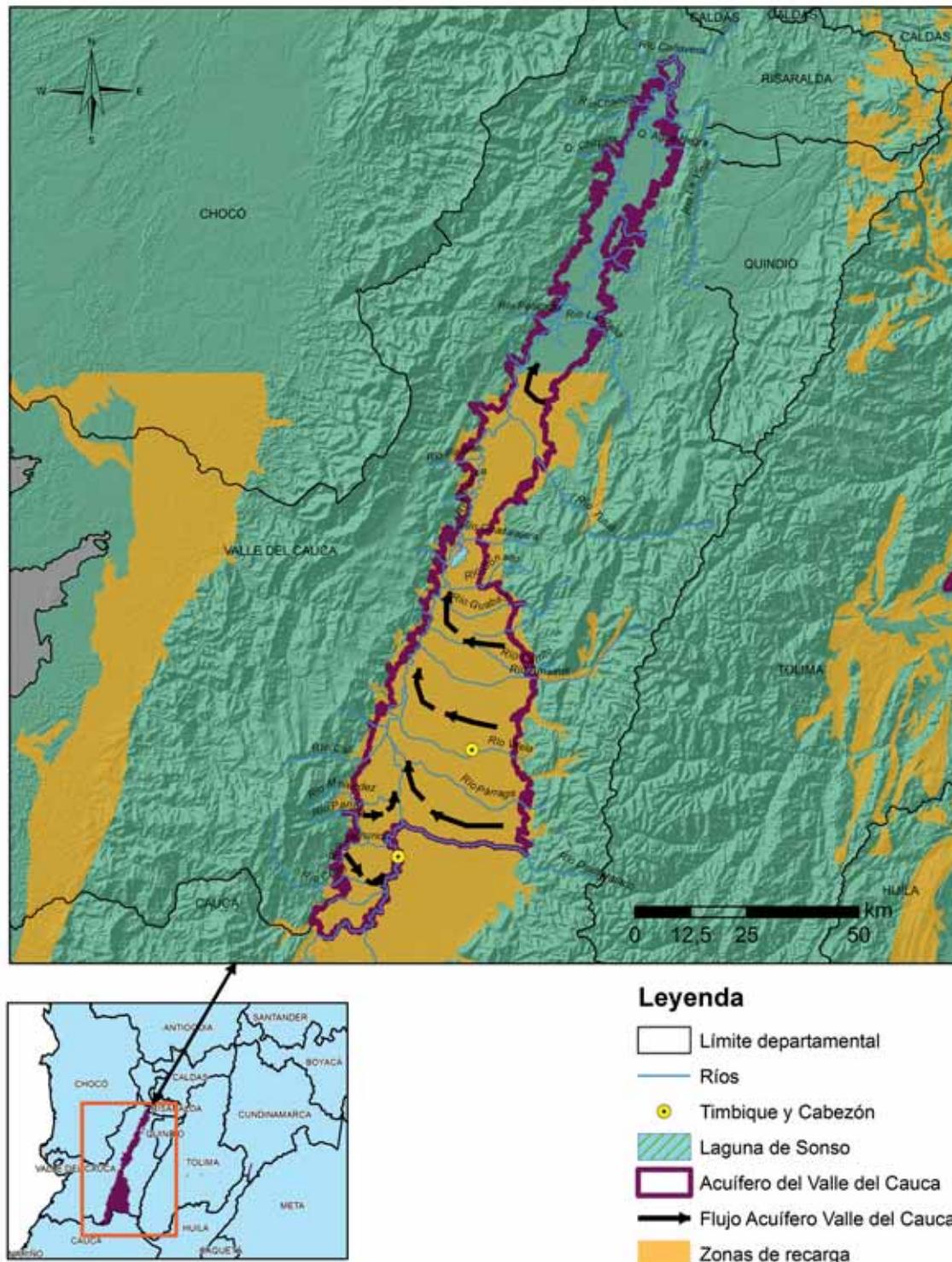


Figura 11. Humedales y acuífero del Valle del Cauca, líneas de flujo y zonas de recarga.

Hoy los servicios ecosistémicos del humedal Timbique se encuentran en un estado bajo debido a su deterioro. La comunidad está realizando acciones para cambiar este panorama.

Descarga de aguas subterráneas en humedales

Los sistemas de flujo de aguas subterráneas conocidos en Colombia revelan la presencia de humedales en las zonas de descarga de los acuíferos.

Se destaca dentro de este tipo de conexión la presencia de humedales en diferentes ambientes, siendo los más representativos los humedales costeros de Buenavista y La Caimanera, los humedales del río León en la llanura de inundación del mismo río, los humedales de altiplano de la Sabana de Bogotá, los humedales de Sonso y Cabezón en la llanura de inundación y en meandros abandonados del río Cauca.

En las inmediaciones del río León se encuentra una amplia zona de humedales asociados a su llanura de inundación, tal y como se observa en la representación de las direcciones de flujo (Figura 9); esta sería una zona de descarga de aguas subterráneas del sistema hidrogeológico del Eje Bananero. Debido al aporte de fósforo y nitrógeno proveniente de la materia orgánica y fertilizantes, este complejo se encuentra en estado eutrófico (U de M y Corpourabá 2014), por lo tanto, el servicio de abastecimiento de agua de buena calidad para consumo se encuentra en un estado bajo aunque el agua tiene otros usos, como el riego. En general los servicios que se encuentran en un mejor estado son los culturales. Respecto a los impactos, los más significativos se encuentran relacionados a la extracción de agua por trasvases, deforestación cambios en el uso del suelo por ganadería y agricultura, que deterioran el ecosistema; la tendencia de estos impactos es a aumentar.

En la figura 11 se pueden identificar las zonas de descarga del acuífero del Valle del Cauca (Ideam 2013) y la relación de ella con los humedales Cabezón y Sonso.

Como puede verse en la figura 12, la ciénaga de Buenavista es un humedal costero localizado en la zona de descarga del sistema hidrogeológico de la cuenca del río Ranchería, específicamente sobre el acuífero libre de Ranchería (Corpoguajira y Universidad de Antioquia 2013).

Este sistema hidrogeológico está compuesto por seis unidades acuíferas: acuífero libre de Ranchería, acuífero multicapa de Monguí, acuífero libre de Oca, acuífero libre de Fonseca, acuífero multicapa El Cerrejón y acuífero Cogollo. La ciénaga Buenavista recibe aportes de la marea, río Ranchería y desde el nivel freático; según se puede concluir a partir de (Invemar *et al.* 2009), presta servicios ambientales relacionados con regulación hídrica, producción de materias primas biológicas, control de la erosión y paisajísticos y estéticos; aunque hay una marcada tendencia de esos servicios a empeorar, ya que se presentan impactos negativos por intervención antrópica donde se identifica una explotación intensiva del acuífero y un alto grado de deforestación que deteriora el ecosistema.

Servicios ecosistémicos de humedales relacionados con agua subterránea en Colombia

Aplicando el criterio metodológico de priorización adoptado para este trabajo, el cual se soporta en la disponibilidad de información, tanto en relación con la caracterización de sistemas hidrogeológicos como de humedales, que además debían coincidir en su ubicación para poder establecer la relación entre ambos, se identificaron catorce humedales para los cuales se efectuó una primera evaluación de servicios ecosistémicos y factores de impacto sobre los servicios. Se reconocieron humedales de diferente tipo, ambiente, origen y génesis, tanto continentales como costeros, ciénagas, charcos, lagunas y embalses. Para todos ellos los aportes de agua freática representa una característica predominante de su origen, combinado con escorrentía, precipitación y marea. Todos los humedales están siendo intervenidos por actividad humana, lo cual en mayor o menor medida ha modificado su funcionalidad.

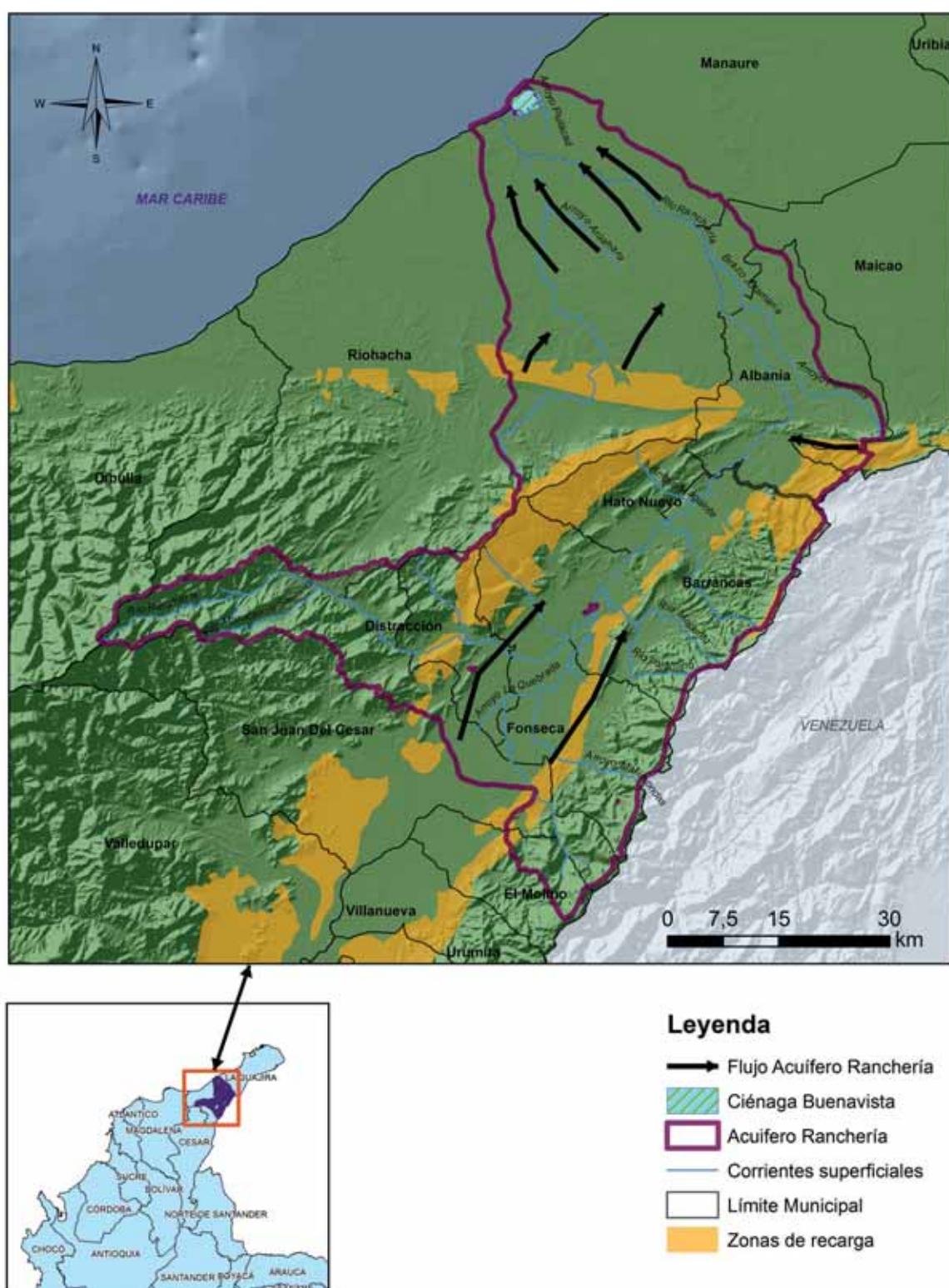


Figura 12. Ciénaga Buenavista, acuífero de la cuenca del río Ranchería, líneas de flujo y zonas de recarga.

En la figura 13 se resume el estado de los servicios ecosistémicos de los humedales considerados. En relación con los servicios de abastecimiento, el estado es entre alto y medio para el suministro de agua y recursos alimentarios. Como se preveía desde el inicio, los humedales cumplen funciones de regulación hídrica, depuración de agua y control de la erosión. Finalmente se identifica la prestación de servicios turísticos, educativos, paisajísticos y de identidad cultural dentro de la categoría de servicios culturales. Deberá ser objeto de análisis en materia de gestión la condición de tendencia en todos los servicios ya que se reconoce que ella va en el sentido de empeorar.

Los hallazgos en relación con los factores que inducen cambios en los servicios ecosistémicos de los humedales identificados merecen especial

atención. Como puede observarse en la Figura 14, la extracción de agua subterránea tiene un impacto alto para seis humedales y un impacto entre medio y bajo para tres de ellos; este factor de explotación intensiva de recursos hidrogeológicos tendría un impacto comparable con aquellos asociados a la extracción de bosque y a las actividades agrícola y ganadera. Los efectos por descenso del nivel freático también empiezan a ser manifiestos en los humedales.

Una rápida mirada a la tendencia de estos factores de cambio (Figura 15), debe generar alerta acerca del marcado sentido de aumento, seguido de la condición estable. Concordante con esta apreciación se dan las condiciones de tendencia de los impactos relacionados con la extracción de agua subterránea y el descenso del nivel freático.

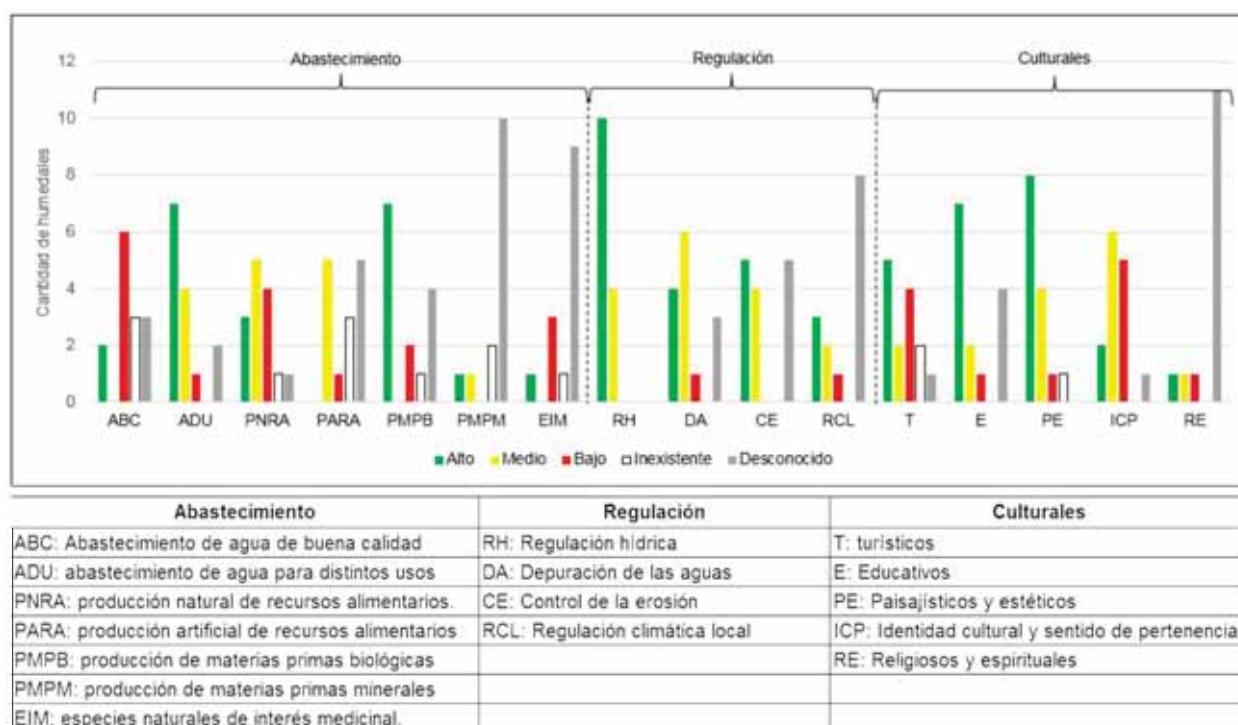


Figura 13. Estado de los servicios ecosistémicos de los 14 humedales identificados.

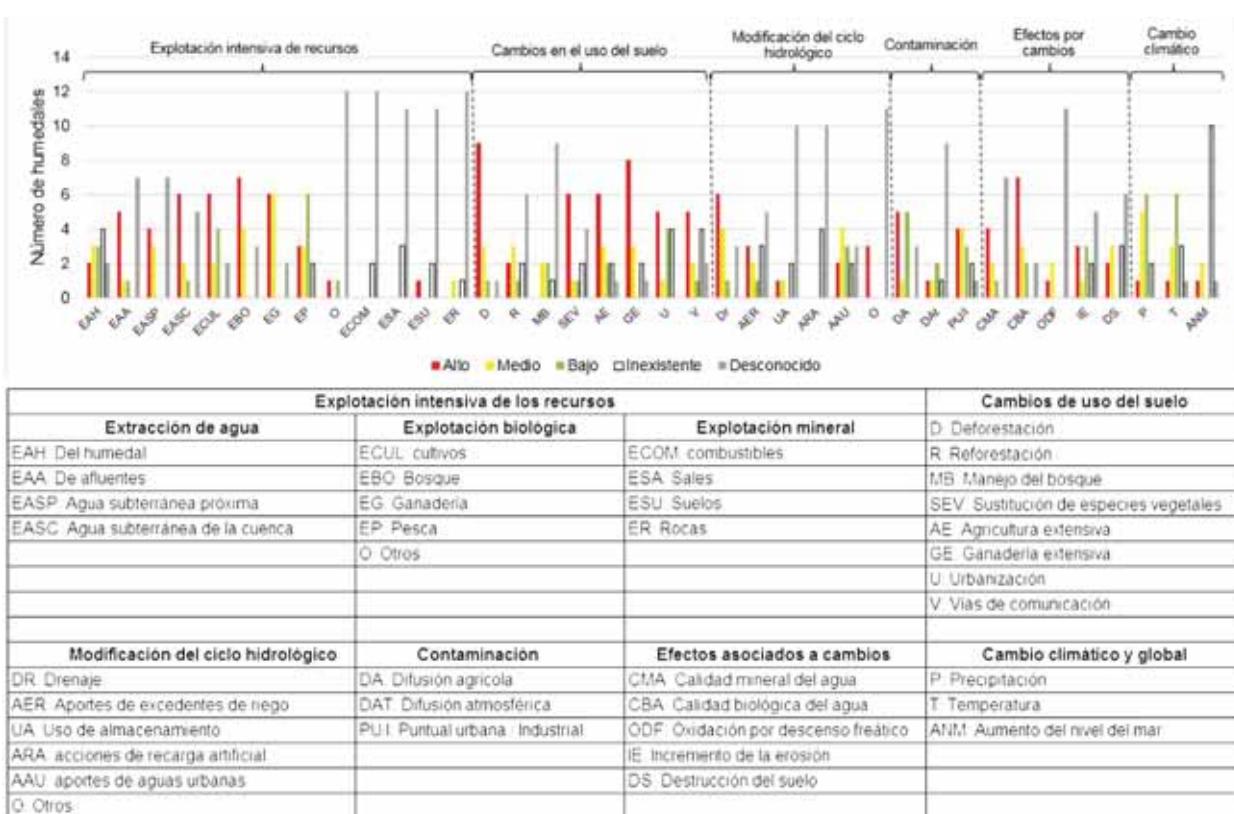


Figura 14. Factores de cambio en los servicios ecosistémicos de los humedales considerados.

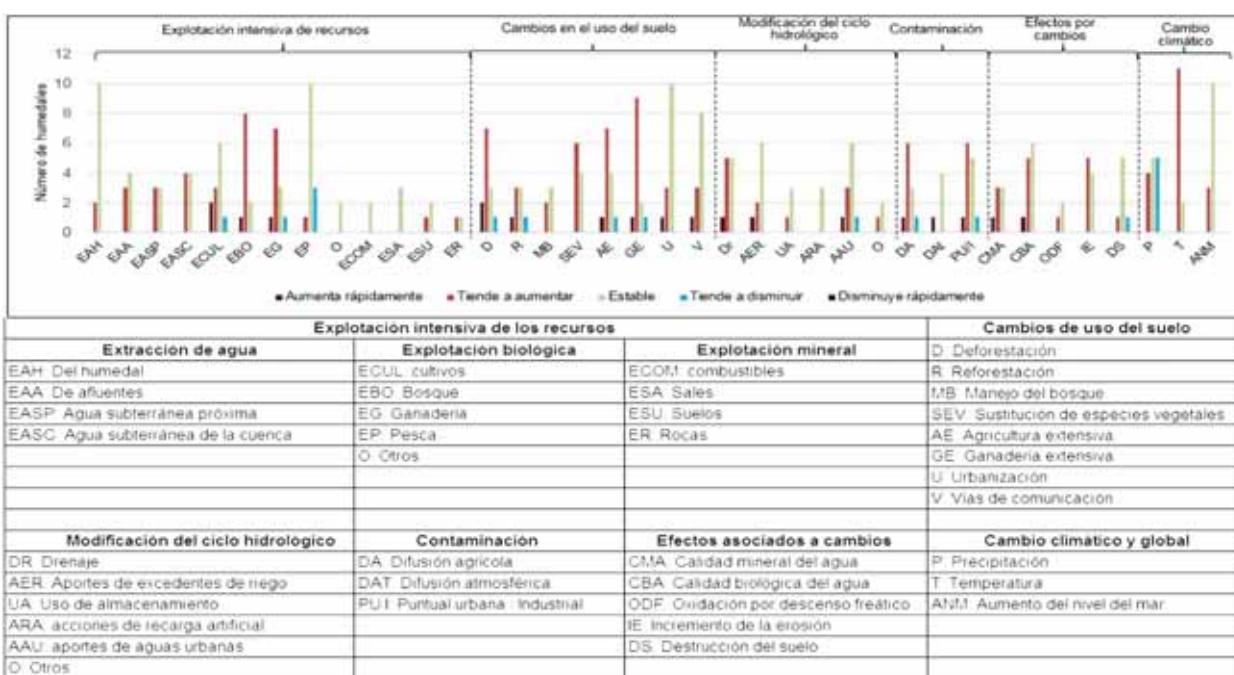


Figura 15. Tendencia de los factores de cambio de los servicios ecosistémicos de los humedales considerados.

Mirando en conjunto el estado y los impactos sobre los servicios en los catorce humedales hasta ahora considerados, se destacan algunas situaciones especiales. En relación con el estado (Figura 12) de los servicios ecosistémicos, los servicios ecosistémicos de la laguna El Otún se encuentran entre las categorías Medio y Alto, mientras que para en la laguna Sochagota cuatro de los siete servicios de abastecimiento están en estado Bajo; también en el humedal Cabezón tres de los cinco servicios culturales tienen categoría Baja. En lo que concierne a los factores impulsores de cambio (Figura 13), los humedales Laguna de Sonso y conjunto de humedales del río León, relacionados ambos con sistemas hidrogeológicos relevantes en términos de la economía de los departamentos de El Valle del Cauca y Antioquia, registran impactos en categoría Alta, por explotación intensiva de recursos, mientras que sobre el humedal Barbacoas solo se reportan impactos de carácter Medio o Bajo.

Conclusiones

La relación entre aguas subterráneas y humedales determina en gran medida la sostenibilidad de las funciones y servicios ecosistémicos de estos. A partir de la información disponible en Colombia se ejecuta una primera caracterización en este sentido.

Tras una serie de ejercicios de superposición cartográfica, involucrando información adecuada para sistemas hidrogeológicos, áreas de recarga, zonas y sistemas de humedales, mediante procesos de recarga, flujo o descarga en relación con aguas subterráneas fue posible identificar 14 humedales vinculados con las aguas subterráneas en Colombia.

Para cada uno de los 14 humedales identificados por su vínculo con las aguas subterráneas se realizó una caracterización de los servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y culturales, aplicando la metodología propuesta en el proyecto *Groundwater and wetlands in Iberoamerica*. También se identificaron en cada caso los factores de cambio que pueden generar impacto sobre los servicios.

Respecto a los servicios ecosistémicos que prestan los humedales se observa:

1. Los servicios de abastecimiento de agua de buena calidad, producción natural de recursos alimentarios, turísticos, identidad cultural y el sentido de pertenencia predominan en un estado “Bajo”.
2. El servicio de abastecimiento de agua para distintos usos tiene una tendencia estable y los de producción de materias primas biológicas, producción natural de recursos alimentarios y servicio paisajístico y estético, tienden a empeorar.
3. Los servicios de regulación tienden, en su mayoría, a empeorar.
4. Con relación a los servicios culturales, los servicios turísticos y educativos tienden a mejorar y los de identidad cultural y sentido de pertenencia tienden a mantenerse estables.

Con relación a los impactos y sus efectos:

1. Los impactos más altos en los servicios ecosistémicos se deben a las actividades cambio del uso del suelo: de deforestación, ganadería extensiva, extracción de agua subterránea de la cuenca, explotación del bosque y efectos asociados a la calidad biológica del agua.
2. Se encontró que las actividades de explotación intensiva pesquera y la difusión de áreas agrícolas predominan como actividades de bajo impacto, así como el cambio de la temperatura y precipitación con relación al cambio climático.

Los resultados que se presentan corresponden a una evaluación parcial, lograda a partir del estado disponible del conocimiento de acuíferos y humedales en Colombia. En la medida en que se tenga mayor y mejor información se podrán realizar análisis más profundos de la relación aguas subterráneas-humedales.

El poder contar con una delimitación del sistema hidrogeológico y una red de monitoreo piezométrica que permita deducir la red de flujo es indispensable para observar la potencial relación. Además, si se cuentan con estudios hidroquímicos e isotópicos de ambos compartimientos, y en general un modelo, ciertamente la identificación de la relación puede ser más precisa. Los Llanos Orientales y La Amazonia deberían ser zonas a priorizar en este sentido.

Agradecimientos

Este estudio se realizó gracias al convenio 13 -014 (FA. 005 de 2013) que existe entre el IAvH y el Fondo de Adaptación. Agradecemos a los directivos y profesionales que han suministrado información para la realización de este trabajo: Ideam, CRQ, Corantioquia, CDMB, Corpourabá y Cortolima.

Referencias

- ADESSA, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 2006. Plan de Manejo Ambiental Humedal Jaboque. Bogotá D.C. 601 pp.
- Arana, V., T. Betancur, M. Hernández y M.V. Vélez. 2015. Identificación y evaluación de servicios ecosistémicos estratégicos de los humedales del río León como base para su valoración económica. Pp: 5. En: Cuarto congreso internacional de servicios ecosistémicos en los neotrópicos: de la investigación a la acción. Mar del Plata, Argentina.
- Betancur, T. 2014. Atlas Hidrogeológico del bajo Cauca antioqueño. Medellín. 103 pp.
- Betancur, T., E. Bocanegra, M. Manzano, E. Custodio y G. Cardozo. 2015. Evaluación de bienes y servicios ecosistémicos en humedales vinculados a aguas subterráneas en Iberoamérica. Pp. 4. En: Cuarto congreso internacional de servicios ecosistémicos en los neotrópicos: de la investigación a la acción. Mar del Plata, Argentina.
- Betancur, T., E. Bocanegra, E. Custodio, M. Manzano y G. Cardoso da Silva. 2016. Estado y factores de cambio de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en humedales relacionados con aguas subterráneas en Iberoamérica y España. *Biota Colombiana* 16 (Suplemento 1- Humedales): 106-119. DOI: 10.21068/c2016s01a06.
- Bocanegra, E., M. Manzano, E. Custodio, T. Betancur y G. Cardoso da Silva. 2014. Análisis de las acciones de gestión en humedales que brindan servicios altos al bienestar humano en Iberoamérica. Pp. 83. En: Actas V Congreso Colombiano de Hidrogeología. Medellín, Colombia.
- Boyd, J. y S. Banzhaf. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616 - 626.
- Carpenter, S. R., J. Agard, H. A. Mooney, D. Capistrano, R. S. De Fries, S. Díaz, T. Dietz, A. K. Duraiappah, A. Oteng-Yeboah, H. M. Pereira, C. Perrings, W.V. Reid, J. Sarukhan, R. J. Scholes y A. Whyte. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium ecosystem assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 1305-1312.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), Neotrópicos. 2000. Ciénagas de la Región Panzenú: Informe final, Resumen. Medellín. 12 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), Neotrópicos. 2001. Diseño e Implementación Inicial de los Componentes Institucional y Operativo de Visión Panzenú. 156 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). 2005. Plan de manejo ambiental del complejo cenagoso Barbacoas. Medellín. 163 pp.
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMV). 2010. Declaración de un área protegida. Distrito regional de manejo integrado, complejo ciénagas Papayal. Rionegro, Bucaramanga. 31 pp.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2013. Plan de Manejo Ambiental de la Zona Ramsar “Complejo de Humedales del Otún” Parque Nacional Natural los Nevados. Pereira. 55 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Fundación para la protección, conservación y vigilancia de los recursos naturales del sur del Valle (FUNECOROBLES). 2009. Plan de Manejo Ambiental Madrevieja Cabezón. Valle del Cauca. 143 pp.
- Corporación Montañas, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). 2006a. Informe final del plan de manejo ambiental Ciénaga de Corrales. Medellín. 184 pp.
- Corporación Montañas, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). 2006b. Plan de manejo ambiental del complejo cenagoso de Chiqueros y su área de influencia en el municipio de Puerto Berrio. Antioquia, 212 pp.
- Costanza, R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J.

- Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Custodio, E. y R. M. Llamas. 1976. Hidrología subterránea. Barcelona. 2350 pp.
- Custodio, E. 2010. Las aguas subterráneas como elemento básico de la existencia de numerosos humedales. *Ingeniería del Agua* 17: 119 – 135.
- Daily, G. C. 1997. Nature's services. Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington, D. C. Covelo, California. 392 pp.
- Dennehy, K. F., T. E. Reilly y W. L. Cunningham. 2015. Groundwater availability in the United States: the value of quantitative regional assessments. *Hydrogeology Journal* 23:1629-1632.
- Duque, C., M. Benjumea, M. Fernández T. Betancur. 2014. Plan de Manejo Ambiental de Acuífero según la norma colombiana. Caso de estudio: cuenca del río Ranchería. Pp. 9. En: V Congreso Colombiano de Hidrogeología. Agua subterránea: recurso, bien, derecho, patrimonio. Medellín, Colombia.
- Evaluación de los ecosistemas del milenio (EEM). 2005. Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe síntesis. *World Resources Institute*, Washington D.C. 68 pp.
- Fisher B., K. R. Turner, P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643 - 653.
- Flórez C., L. M. Estupiñán-Suárez, S. Rojas, C. Aponte, M. Quiñones, O. Acevedo, S. Vilard y U. Jaramillo. 2015. Identificación espacial de los sistemas de humedales continentales Colombia. *Biota Colombiana* 17: 44 – 62.
- Fundación Alimento (FUNDALIMENTO). 2005. Plan de Manejo Participativo Humedal Timbique. Valle del Cauca. 157 pp.
- Glynn, P. D. y L. N. Plummer. 2005. Geochemistry and the understanding of ground-water systems. *Hydrogeology Journal* 13: 263 – 287.
- Gómez, A. M. 2010. Propuesta metodológica para la generación de un modelo hidrológico conceptual: Aplicación a la cuenca del río Man. Bajo Cauca antioqueño. Trabajo de maestría. Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería. Medellín. 152 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 2013. Aguas Subterráneas en Colombia: Una Visión General. Bogotá D.C. 284 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 2015. Estudio Nacional del Agua. Bogotá D. C. 496 pp.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar), Corporación Autónoma Regional de la Guajira (Corpoguajira), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares de la alta, media y baja Guajira. Caribe colombiano. 340 pp.
- Joyce S., L. Hartley, D. Applegate, J. Hoek y P. Jackson. 2014. Multi-scale groundwater flow modeling during temperate climate conditions for the safety assessment of the proposed high-level nuclear waste repository site at Forsmark, Sweden. *Hydrogeology Journal* 22: 1233 - 1249.
- Lasso, C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. (Editores). 2014. X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. 255 pp.
- Leguizamón J. (Editor). 2010. Diagnóstico biofísico del complejo de humedales de la cuenca alta del río Quindío. Informe Técnico. Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). Quindío, Colombia. 72 pp.
- Llamas R. 1993. Explotación de Aguas subterráneas y explotación de ecosistemas. Pp. 193-208. En: Pernía J. M., F. Cuesta, B. Ballesteros, J. Barba-Romero y E. García. Aguas subterráneas, importancias y perspectivas. España.
- Margat, J. y J. van der Gun. 2013. Groundwater around the world: A geographic synopsis. Unesco-PHI/IGRAC/CRC. 376 pp.
- McEwan, K., I. Jolly, y K. Holland. 2006. Groundwater-surface water interactions in arid/semi-arid wetlands and the consequences of salinity for wetland ecology. CSIRO Land and Water. Australia. 36 pp.
- Montoya, D. 2010. Modelo conceptual y numérico del sistema hidrológico Ciénaga Colombia. Bajo Cauca Antioqueño. Tesis de Maestría, Universidad de Antioquia. Medellín. 227 pp.
- Montoya, D. M. y J. I. Gaviria. 2011. Las aguas subterráneas un recurso vital para la sostenibilidad. Corantioquia. Medellín. 340 pp.
- National Groundwater Association (Compilador). 2015. Facts about global groundwater usage. United States of America. 2 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (Unesco). 1971. Convención relativa a los humedales de importancia internacional. Ramsar. Irán. 6 pp.
- Osorio-Peláez, C., C. A. Lasso y F. Trujillo (Editores). 2015. XIII. Aplicación de criterios bioecológicos para

- la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales en humedales de las sabanas inundables de la Orinoquia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 426 pp.
- Pontificia Universidad Javeriana, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. 2009. Plan de Manejo Ambiental Humedal de Techo. Bogotá D.C. 202 pp.
- Santa, D. P., T. Betancur y D. C. Martínez. 2008. Relaciones hidrogeoquímicas e isotópicas entre los elementos superficial y subterráneo del sistema hidrológico ciénaga Colombia Pp. 53. En: Libro de Resúmenes Primer Congreso Nacional de Ciénagas y Lagunas de Colombia. Homenaje al profesor Thomas van der Hammen. Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Medellín – Bogotá D. C.
- Santa, D. 2010. Identificación de interacciones hidrológicas entre el humedal ciénaga Colombia y el acuífero libre del Bajo Cauca Antioqueño mediante la utilización de técnicas hidroquímicas. Trabajo de Maestría, Universidad de Antioquia. Medellín. 118 pp.
- Schot, P. y T. Winter. 2006. Groundwater–surface water interactions in wetlands for integrated water resources management. *Journal of Hydrology* 320 (3-4): 261–263.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). 2013. Plan estratégico de conocimiento geológico del territorio Colombiano 2013-2023. Bogotá D. C. 123 pp.
- Shiklomanov, I. A. 1997. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. *World Meteorological Organization*. 88 pp.
- Universidad de Medellín, Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá (Corpurabá). 2014. Sistemas hídricos Sector Río León, Suriquí, Ciénaga de Tumaradó. En el marco del desarrollo de actividades científicas y tecnológicas. Línea de investigación de Geomática Aplicada a los Recursos Naturales, grupo Gema. Medellín. 57 pp.
- Universidad Industrial de Santander. 2010. Identificación de las características hidrológicas y sanitarias del lago Sochagota y de fuentes de agua termomineral en el municipios de Paipa. Boyacá. 56 pp.
- Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Instituto para el Desarrollo de Antioquia (Idea). 2006. Formulación del Plan de Manejo Ambiental del Parque Ecológico Distrital Humedal Tibanica. Bogotá D. C. 206 pp.
- Vilardy, S., U. Jaramillo, C. Flórez., J. Cortés-Duque, L. Estupiñán, J. Rodríguez, C. Aponte. 2014. Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 100 pp.
- Villegas, P., V. Paredes, T. Betancur y R. Luís. 2013 Assessing the hydrochemistry of the Urabá Aquifer, Colombia by principal component analysis. *Journal of Geochemical Exploration* 13: 120-129.
- Wada, Y., L. P. H. van Beek, y F. P. Bierkens. 2012. Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment. *Water Resources Research* 48: 1-18.
- Winter, T.C., J. W. Harvey, O. L. Franke, y W. M. Alley. 1998. Groundwater and surface water a single resource. U.S. Geological Survey Circular 1139. 87 pp.

Teresita Betancur-Vargas
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
teresita.betancur@udea.edu.co

Daniel Alejandro García-Giraldo
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
dalejandro.garcia@udea.edu.co

Angélica Julieth Vélez-Duque
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
ayuvelezz@gmail.com

Angélica María Gómez
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
angelica.gomez@gmail.com

Carlos Flórez-Ayala
Instituto Alexander von Humboldt
Bogotá D.C., Colombia
cflorez@humboldt.org.co

Jorge E. Patiño
Instituto Alexander von Humboldt
Bogotá D.C., Colombia
jpatinoq@eafit.edu.co

Juan Álvaro Ortíz-Tamayo
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
juanalvaroortiz@hotmail.com

Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos
en Colombia

Citación del artículo: Betancur-Vargas, T., D. A. García-Giraldo, A. J. Vélez-Duque, A. M. Gómez, C. Flórez-Ayala, J. Patiño y J. A. Ortíz-Tamayo. 2017. Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 1–28. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a1

Recibido: 10 de diciembre de 2015
Aprobado: 16 de febrero de 2017

Efecto del CaCl₂ sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por NaCl

CaCl₂ effect on protein, proline, titratable acidity, chlorophyll and relative water content from *Aloe vera* exposed to salinity by NaCl

Selwin Pérez-Nasser

Resumen

Con el fin de determinar el efecto del calcio sobre la fisiología de *Aloe vera* sometida a dos niveles salinos (100 y 150 mmol.m⁻³ de NaCl), se determinó el contenido relativo de agua del clorénquima (CRA), acidez titulable, pigmentos, proteínas y prolina (Pro) clorenquímatica a 25 plantas jóvenes de dicha especie. Ninguno de los tratamientos salinos con o sin adición de calcio (NaCl+CaCl₂) presentó diferencias estadísticamente significativas sobre variables como el CRA y pigmentos (clorofilas a y b, clorofila total y carotenoides). El tratamiento con NaCl provocó la disminución en los valores de acidez titulable, contenido de proteínas y prolina. No obstante, al ser suplementadas con calcio y tratadas con las mismas concentraciones salinas, se alivian los síntomas causados por tal estrés. Estos resultados indican que a una osmolaridad de 100 mmol.m⁻³ de NaCl, presente en medio radical, al ser suplementado con 10 mmol.m⁻³ de CaCl₂ resulta propicio para el cultivo de sábila en una zona donde se hallen problemas de sales disueltas en el suelo.

Palabras clave. Calcio. Fijación de CO₂. Plantas MAC. Prolina. Proteínas.

Abstract

To determine the effect of calcium on the physiology of *Aloe vera* subjected to two salinity levels (100 and 150 mmol m⁻³), the relative water content chlorenchyma (CRA), acidity, pigments, and proteins was determined proline (Pro) clorenquímatica 25 young plants of this species. None of the saline treatments with or without addition of calcium (CaCl₂+NaCl) showed statistically significant differences on variables such as CRA and pigments (chlorophyll a and b, the total chlorophyll and carotenoids). Treatment with NaCl caused a decrease in the values of acidity, protein and proline. However, when supplemented with calcium and treated with the same salt concentrations, such symptoms caused by stress are relieved. These results indicate that an osmolarity of 100 mmol m⁻³ NaCl, present in radical medium being supplemented with 10 mmol m⁻³ CaCl₂ is suitable for growing aloe in an area where there are problems of dissolved salts in the soil.

Key words. Calcium. CAM plants. CO₂ fixation. Proline. Proteins.

Introducción

La salinidad es un factor que limita la productividad de los cultivos y la distribución de las plantas, en el caso de las glicófitas (plantas no resistentes a la sal). Los efectos negativos causados por este factor perjudican el crecimiento, la morfología y anatomía de la planta y, provoca también la disminución del contenido de agua, azúcares y minerales (Prat y Fathi 1990, Serrano *et al.* 1999).

Hasegawa y Bressan (2000) señalan que en ambientes salinos, algunas glicófitas evitan los efectos de las sales limitando la absorción de iones tanto en las raíces como en los tallos, mediante la biosíntesis de osmolitos (prolina, betaina, trealosa, polioles, entre otros) o controlando el flujo de agua y transporte de iones a través de la membrana y su compartmentalización, lo cual les permite mantener y/o restablecer la homeostasis iónica.

La sequía es otro factor que limita el crecimiento vegetal y esta es propia de los ambientes secos, pero también es ocasionada por el efecto osmótico de los iones, producto del exceso de sales en los suelos secos y costeros. No obstante, las plantas MAC (metabolismo ácido de las crasuláceas) son resistentes a la sequía, dado que su apertura estomática y fijación de CO₂ ocurre durante la noche. En este tipo de metabolismo, el CO₂ es incorporado a una molécula de tres átomos de carbono para formar malato durante la noche, este es almacenado en la vacuola de las células clorenquimáticas, acidificando el tejido progresivamente y, posteriormente, durante la mañana, el CO₂ es liberado del malato haciendo que la acidez disminuya (Lütge 2004). Todo esto le permite a las plantas con metabolismo MAC evitar la evapotranspiración durante el día, cuando las altas temperaturas podrían ocasionar la deshidratación. Por otra parte, la presencia de un gran hidroparénquima en la anatomía de la hoja, el cual acumula gran cantidad de agua, bien puede suprir los requerimientos hídricos de la planta cuando esta así lo necesite.

Aloe vera es una planta MAC documentada como una especie altamente resistente a la sequía, la misma no escapa a los efectos adversos de la salinidad (Franco-

Salazar *et al.* 2012). García (2008) demostró que al cultivar a *A. vera* en varios niveles de salinidad (50, 100, 150, 200, 250, y 300 mmol m⁻³ de NaCl) dicha especie experimenta desbalance iónico: disminución en la absorción de K⁺ y aumento en la absorción del Na⁺, Cl⁻, Mg²⁺ y Ca²⁺. En concordancia, Franco-Salazar *et al.* (2012) demostraron que la absorción de iones esenciales disminuye ante el estrés salino.

Fisiológicamente, el calcio es un nutriente esencial para las plantas y como catión divalente, Ca²⁺, es requerido para roles estructurales en las paredes y membranas celulares. El calcio también juega un papel como mensajero secundario en concordancia con numerosos tipos de estrés ambientales (White y Broadley 2003). Fuentes-Carvajal *et al.* (2006) examinando el efecto de la deficiencia de Ca²⁺ sobre *Aloe vera*, lo señalan como un elemento que puede estar relacionado con la fotosíntesis y formación de nuevos tejidos, debido a la escasa formación y necrosis en hojas nuevas.

El Ca²⁺ alivia los efectos causados por el estrés salino, ya que disminuye la inhibición del crecimiento a nivel de la raíz y el vástago y mejora la absorción del K⁺ sobre el Na⁺ en la zona de crecimiento de la raíz, quizás como resultado de que el Ca²⁺ es esencial en la regulación del trasporte de K⁺ y Na⁺ en la membrana plasmática de las células (Epstein 1961, Rains y Epstein 1967, Lauchli y Grattan 2007). Shah *et al.* (1990) demostraron que la suplementación con Ca²⁺ tiende a mejorar la acumulación de prolina en callos de alfalfa (*Medicago sativa*) cultivados bajo salinidad. También, Colmer *et al.* (1996) sugieren que la acumulación de prolina en sorgo (*Sorghum bicolor*) está relacionada con el mantenimiento de una relación más favorable hacia K⁺ que al Na⁺ en los ápices radiculares de plantas tratadas con NaCl y adicionalmente suplementadas con Ca²⁺. Los mismos autores indican que la incapacidad de mantener una relación favorable entre K⁺ y Na⁺ puede inhibir las funciones enzimáticas, que a su vez puede inhibir la síntesis de prolina en los ápices radicales con un suministro menor de Ca²⁺. También se ha señalado que la aplicación del calcio tiene efectos benéficos en

plantas cultivadas bajo estrés por sequía. En la especie *Lonicera japonica*, se demostró que la aplicación exógena de calcio mejoró la tasa fotosintética, evitó el daño a la estructura del cloroplaso e incrementó el contenido de clorofila (Li *et al.* 2012).

Aloe vera es una especie importante desde el punto de vista agrícola e industrial, cuyos productos (gel y acíbar) tienen propiedades farmacológicas, medicinales y cosméticas; sin embargo, la salinidad afecta adversamente su productividad. En vista de que se ha señalado al calcio como un elemento que alivia los efectos de la salinidad en vegetales, en el presente trabajo se indagó acerca de los efectos de la aplicación externa de Ca^{2+} en plantas de *A. vera* sometidas a estrés salino con la finalidad de comprobar si este mejora su adaptación a la salinidad como se ha observado en otros cultivos.

Material y métodos

Material vegetal, acondicionamiento y selección

Se colectaron 30 hijuelos (plantas jóvenes de origen asexual) de plantas adultas de *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Asphodelaceae) en la localidad de Guayacán, península de Araya ($10^{\circ}36'34''\text{N}$ y $64^{\circ}07'18''\text{O}$), estado Sucre, Venezuela.

A los hijuelos se les eliminó los restos de tejidos secos, fueron desinfectados con hipoclorito de sodio

al 1 % y lavados con agua de grifo. Posteriormente, se dejaron cicatrizar en sombra durante tres días, luego fueron sembrados en bolsas individuales que contenían arena de río, previamente lavada durante dos días, esterilizada en autoclave por 90 minutos y secada en la estufa a 80°C durante tres días, y regados con solución nutritiva para su enraizamiento y aclimatación. Se seleccionaron 25 hijuelos para el experimento, a los cuales se les regó diariamente con solución nutritiva Hoagland, según Ross (1974) durante dos meses. Luego de 15 días, se aplicaron los tratamientos (preparados en solución nutritiva) durante tres meses (Tabla 1). Las plantas se cultivaron bajo condiciones de vivero a temperatura ambiente (29°C).

Contenido relativo de agua

Al final del experimento se extrajeron secciones de la región media de una hoja basal. Las muestras fueron pesadas inmediatamente para determinar su biomasa fresca y seca. El contenido relativo de agua se determinó siguiendo la metodología de Ghoulam *et al.* (2002) y Franco-Salazar y Véliz (2007).

Ácidos orgánicos

Se utilizaron tres secciones de tejido previamente extraídas de una hoja basal cosechada a las 6:00 am para la determinación de ácidos orgánicos siguiendo la metodología descrita por Ball *et al.* (1991).

Tabla 1. Tratamientos salinos (NaCl) combinados con Ca^{2+} (CaCl_2).

NaCl (mmol m ⁻³)	CaCl ₂ (mmol m ⁻³)	Nomenclatura
0	0	0NaCl+0CaCl ₂
100	0	100NaCl+0CaCl ₂
100	10	100NaCl+10CaCl ₂
150	0	150NaCl+0CaCl ₂
150	10	150NaCl+10CaCl ₂

Pigmentos

Se obtuvieron tres discos de clorénquima de una hoja basal por cada tratamiento, y el contenido de pigmentos (clorofillas *a*, *b*, total y carotenoides) se determinó de acuerdo metodología descrita por Takemoto *et al.* (1988).

Proteínas y prolina

Se prepararon extractos a partir de 0,5 g de clorénquima y de raíces, macerándolos cada uno por separado. El contenido de proteínas se determinó usando el método de Lowry *et al.* (1951), empleando una curva estándar de suero albúmina bovina (0,25 Mg.mL⁻¹).

Siguiendo el método descrito por Ghoulam *et al.* (2002), se determinó el contenido de prolina utilizando 0,6 mL del sobrenadante empleado para la determinación de proteínas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco plantas por tratamiento y cinco tratamientos, para un total de 25 plantas. Los datos

fueron analizados a través del programa StatGraphics Centurión XV mediante un análisis de varianza y las diferencias significativas entre tratamientos (en el caso de los ácidos orgánicos), fueron sometidos a la prueba *a posteriori* de Duncan para la separación de grupos (Sokal y Rohlf 1979).

Resultados y discusión

El contenido relativo de agua (CRA) del clorénquima de *A. vera* (Figura 1) no fue estadísticamente diferente entre tratamientos ($F_s=0,99$; $p>0,05$), evidenciando que todas las plantas, cultivadas o no con NaCl+CaCl₂, mantuvieron un CRA similar entre tratamientos y superior al 80 %.

Los resultados indican que la adaptación anatómica, propia de las especies suculentas, como lo es un tejido interno voluminoso almacenador de agua o hidroparénquima rodeado por el tejido fotosintetizador o clorénquima, permitió que esta especie evitara la pérdida de agua de este último tejido tan fundamental para la realización de la fotosíntesis, al movilizarla y proporcionársela desde el hidroparénquima, como ha sido señalado para especies MAC, como *Opuntia ficus-indica* e *Hylocereus undatus* (Goldstein *et*

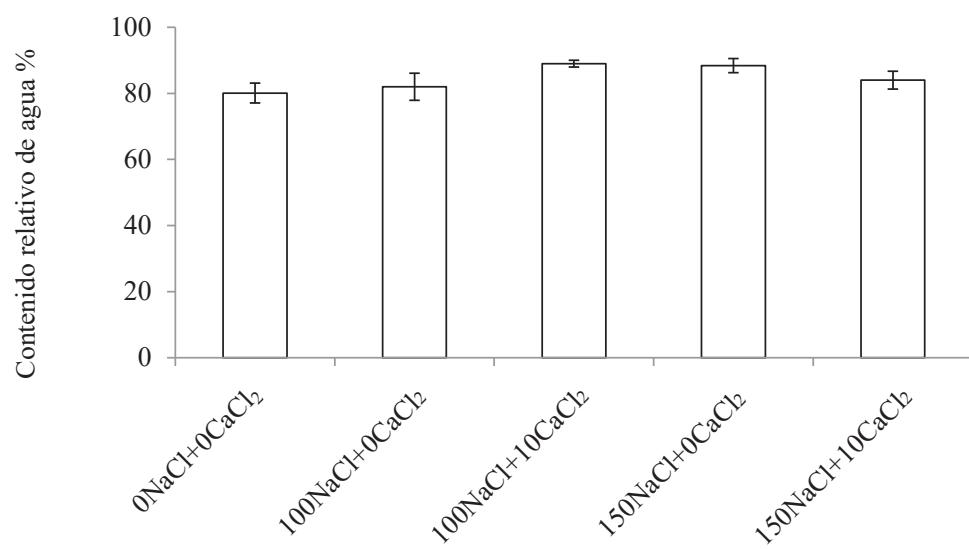


Figura 1. Contenido relativo de agua clorenquímatico de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de NaCl+CaCl₂. Los valores son los promedios ± EE (n=5).

al. 1991, Nobel 2006). De allí que se estime que la pérdida de agua propiciada por los tratamientos salinos quizás ocurrió sólo en el hidroparénquima para evitar la deshidratación del tejido fotosintético.

Levent *et al.* (2007), en plantas de tomate, encontraron que al combinar 75 mmol.m^{-3} NaCl + 5 mmol.m^{-3} CaCl_2 , el estrés salino impuesto disminuyó su efecto sobre el CRA. Asimismo, Nedjimi y Daoud (2009) demostraron en dos especies halófitas del género *Atriplex* cultivadas bajo 400 mmol.m^{-3} NaCl más 40 mmol.m^{-3} CaCl_2 , que los efectos de la salinidad sobre la misma variable son aliviados. En el presente estudio, más que la suplementación con calcio, pareciera que la anatomía suculenta de este tipo de plantas MAC le permitió en todos los tratamientos, hacer uso de algún mecanismo de movilización de agua (acumulación de prolina, por ejemplo) desde el tejido almacenador de agua para mantener hidratado el clorénquima, durante el tiempo que duró el estrés salino, evitando así el daño a las estructuras necesarias para la realización de la fotosíntesis.

La acidez titulable en *A. vera*, producto de la fijación nocturna de CO_2 , disminuyó ($F_{\text{S}}=3,19$; $p=0,007$) a medida que aumentó la salinidad, sin la adición

de calcio ($100\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ y $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$), en comparación con el tratamiento $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ (Figura 2). En plantas de sábila cultivadas con 100 mmol.m^{-3} NaCl y 10 mmol.m^{-3} CaCl_2 ($100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$), la acidez titulable se incrementó con respecto al tratamiento correspondiente sólo con NaCl ($100\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$), llegando a tener un valor cercano al tratamiento $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$. Para aquellas plantas tratadas con 150 mmol.m^{-3} NaCl , la suplementación con 10 mmol.m^{-3} de CaCl_2 mejoró un poco el efecto del estrés salino, con respecto a aquel tratamiento donde sólo se aplicó $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$.

Se ha demostrado que los niveles de ácidos vacuolares durante el período nocturno, en plantas estresadas por sequía y/o salinidad, llegan a ser mayores (Hanscom y Ting 1978, Rayder y Ting 1981, Dodd *et al.* 2002, Pimienta *et al.* 2002, Franco-Salazar y Véliz 2008, Franco-Salazar *et al.* 2012). Sin embargo, en el presente estudio se evidenció que las plantas no estresadas ($0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$) y aquellas tratadas con $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ fueron las que presentaron los mayores niveles de ácidos vacuolares (Figura 2); posiblemente en el resto de los tratamientos, donde resultó menor la acidez, pudo haber un cierre estomático nocturno más prolongado producto del estrés salino.

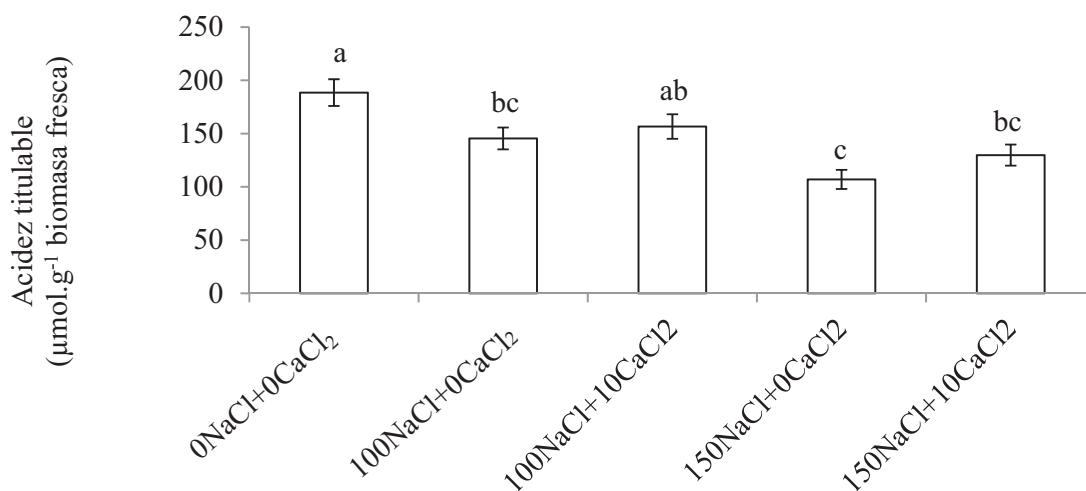


Figura 2. Acidez titulable de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$. Los valores son los promedios \pm EE ($n=5$). Las letras sobre las barras indican diferencias entre tratamientos según Duncan.

Iwasaki *et al.* (1992) describieron los canales de vacuolas de la planta MAC, *Graptopetalum paraguayense*, como canales tipo-SV que se abren a altas concentraciones de Ca^{2+} , lo cual puede ser uno de los factores necesarios para la entrada de malato a la vacuola. Por otra parte, Schomburg (1994) midió los niveles de citrato, isocitrato, Ca^{2+} y Mg^{2+} , además de los cambios diurnos/nocturnos del pH y los niveles de malato en la savia de *Kalanchoe daigremontiana*, y al calcular las concentraciones de Ca^{2+} libre, encontró que había una oscilación diurna/nocturna del Ca^{2+} y los mayores valores se obtuvieron al final de la fase oscura (mañana), cuando la acumulación de malato es máxima. El mismo autor asegura que el Ca^{2+} es capaz de unirse a los grupos cargados negativamente de proteínas y lípidos y disminuir la fluidez de la membrana, aunque esto puede cambiar diurnamente durante el ciclo MAC, en relación a los niveles cambiantes de Ca^{2+} unido a ácidos orgánicos y puede estar involucrado en la regulación de la activación entre la acumulación neta de ácido en la vacuola y su removilización (Kluge y Schomburg 1996), aunque no hay suficiente evidencia de tal mecanismo, cosa que parece estar alterada en las plantas tratadas con $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$, por la menor acumulación de ácidos observada (Figura 2).

El contenido de pigmentos (clorofillas y carotenoides) resultó estadísticamente igual entre tratamientos ($p>0,05$); evidenciando que las plantas protegieron el clorénquima y dichos pigmentos de los efectos de la salinidad (Figura 3). El déficit hídrico ocasionado por el NaCl no afectó el funcionamiento de una parte del aparato fotosintético, debido al posible movimiento de agua desde el hidroparénquima hacia el clorénquima (Goldstein *et al.* 1991, Nobel 2006) y al aumento en la concentración de prolina en dicho tejido como se verá más adelante.

Contrario a los resultados obtenidos en la presente investigación, en plantas no suculentas como *Phaseolus vulgaris*, la salinidad redujo la síntesis y acumulación de clorofila, relacionándose esto con la inhibición de enzimas específicas responsables de la síntesis de estos pigmentos y con la destrucción de los mismos y/o cloroplastos (García *et al.* 1997). Sin

embargo, al igual que en el presente estudio, Franco-Salazar y Véliz (2008) demostraron en la especie suculenta *O. ficus-indica*, cultivada hidropónicamente bajo salinidad (50, 100 y 150 mmol.m^{-3} NaCl), que el contenido de pigmentos no se vio afectado a causa del estrés salino. Esto evidencia que las plantas suculentas cultivadas a tales salinidades, entre ellas *A. vera*, pueden sobrellevar el estrés, posiblemente movilizando agua desde el hidroparénquima.

En la figura 4A y B, se observa que tanto en el clorénquima como en la raíz de *A. vera*, el contenido de proteínas ($F_s=4,19$; $p=0,007$ y $F_s=3,58$; $p<0,001$) fue mayor cuando las plantas fueron tratadas con NaCl, con o sin la adición de CaCl_2 , sugiriendo que en ellas se sintetizan nuevas proteínas para sobrellevar el estrés ocasionado por la sal. Para el caso de las proteínas del clorénquima (Figura 4A), se puede observar que el tratamiento $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ propició un resultado superior al tratamiento control ($0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$), evidenciando los efectos positivos de la adición de 10 mmol.m^{-3} de CaCl_2 para aliviar los efectos del NaCl en esta variable y en muchas de las mostradas anteriormente; mientras que bajo 150 mmol.m^{-3} NaCl, la suplementación con 10 mmol.m^{-3} de CaCl_2 ($150\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$) propició el mayor contenido de proteínas clorenquimáticas para sobrellevar dicho estrés salino (Figura 4A). Por su parte, a nivel radical todos los tratamientos salinos, con o sin cloruro de calcio, tuvieron contenidos parecidos entre tratamientos pero superior al de las plantas cultivadas con $0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ (Figura 4B).

Es posible que el aumento mostrado en la acumulación de proteínas ante la salinidad encontrado en *Aloe vera*, se relacione con la osmoprotección, de acuerdo a lo señalado por Franco-Salazar y Veliz (2007). Otros autores aseguran que ante el estrés salino o sequía, algunas plantas activan el metabolismo y la síntesis de proteínas (Ashraf 1989, García *et al.* 1997), para compensar las proteínas desnaturalizadas, mantener la integridad celular o reparar daños, sintetizando solutos osmoprotectores (García *et al.* 1997). En contraste, Lüttege *et al.* (1993) afirman que existen ciertas proteínas estimuladas por la salinidad, que desempeñan funciones enzimáticas relacionadas con

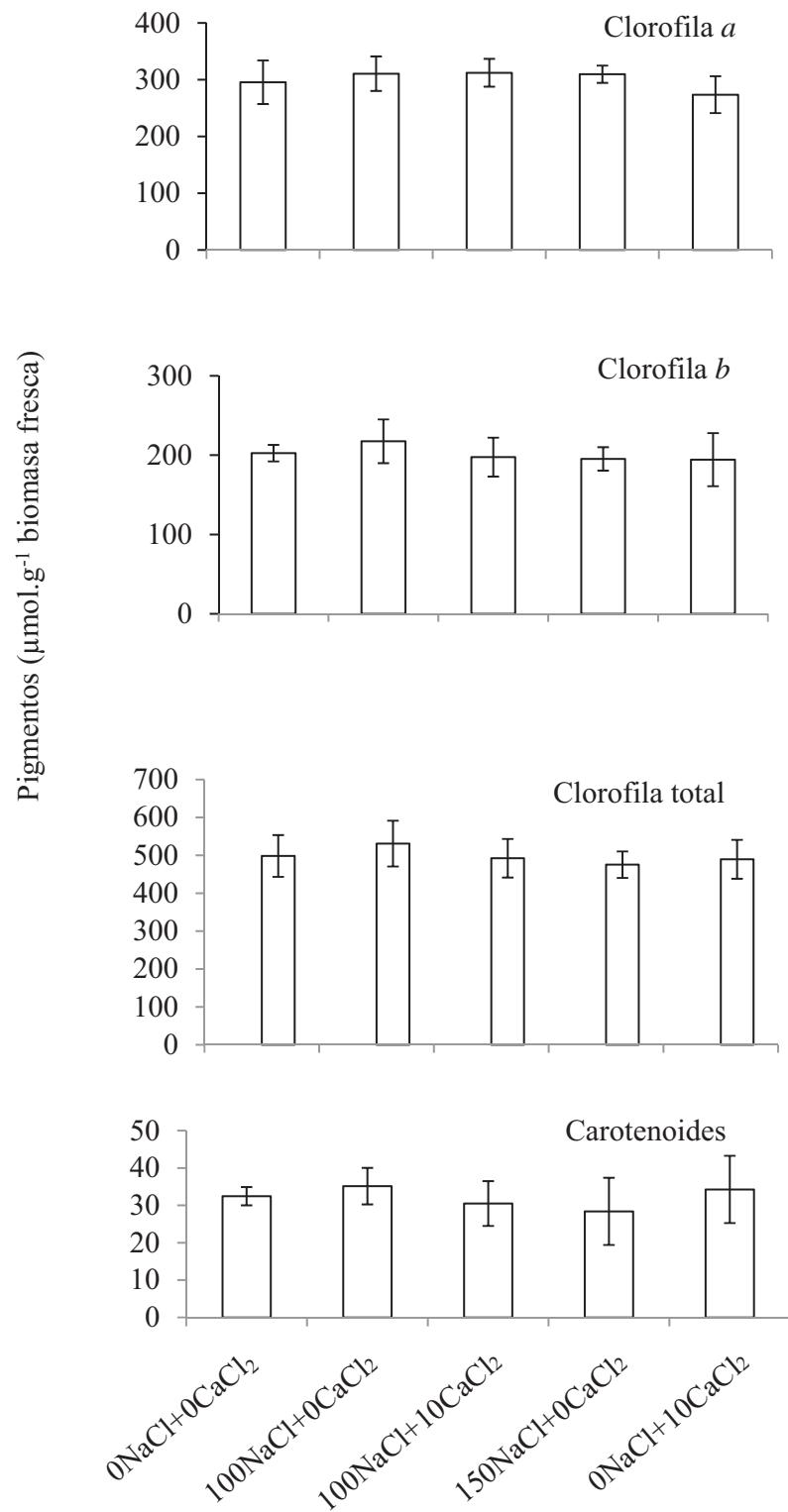


Figura 3. Contenido de pigmentos (A-D) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$. Los valores son los promedios \pm EE ($n=5$).

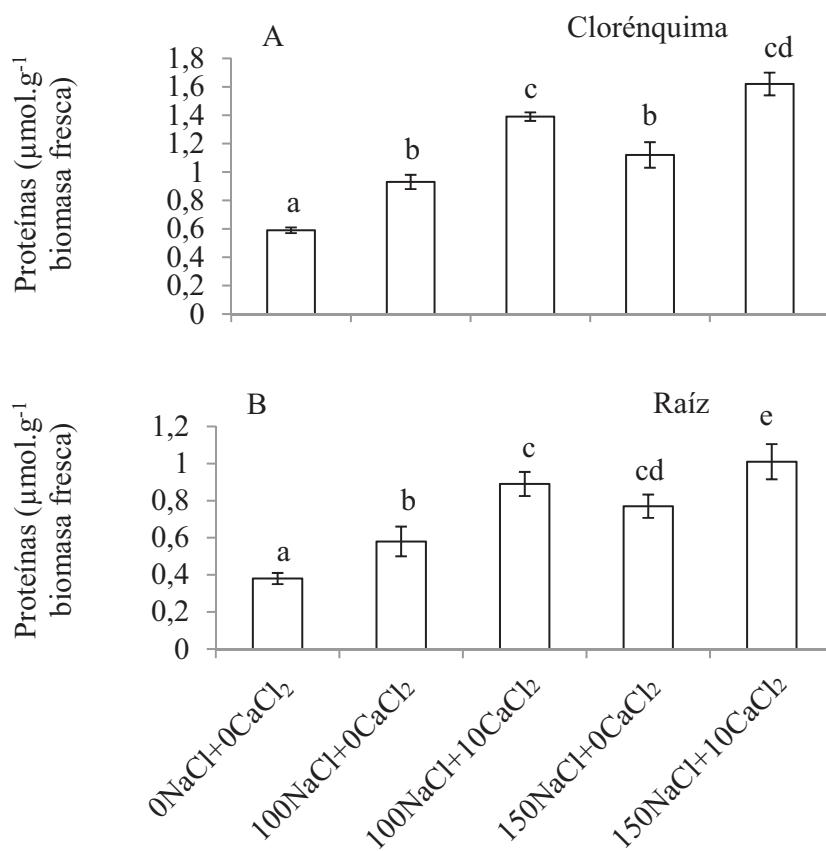


Figura 4. Contenido de proteínas en clorénquima (A) y raíz (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$ ($n=5$).

la síntesis de prolina. García *et al.* (1997) plantean que algunas de estas proteínas son capaces de prevenir la entrada de los iones tóxicos a partes vulnerables de la planta o incrementar la excreción de los mismos.

Por su parte, el aumento en las concentraciones de proteínas obtenidas en el presente estudio (Figura 4A y 4B) lleva a inferir que el tratamiento salino, y particularmente la combinación del mismo con el aporte extra de calcio, induce de alguna manera, la síntesis de proteínas para sobrellevar o contrarrestar los efectos de la salinidad.

En la figura 5 se observa que tanto en el clorénquima como en la raíz de *A. vera*, el contenido de prolina ($F_{5,78} = 5,78$; $p < 0,001$) fue mayor cuando las plantas fueron tratadas con NaCl , con o sin la adición de CaCl_2 , sugiriendo que estas sintetizan prolina para

sobrellevar el estrés ocasionado por la sal. En cuanto a la prolina clorenquimática (Figura 5A), la adición de 10 mmol.m^{-3} de CaCl_2 a plantas cultivadas con $150 \text{ mmol.m}^{-3} \text{ NaCl}$ llevó a un mayor contenido de prolina; mientras que en las raíces, las plantas cultivadas con $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$, $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ y $150\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$, fueron las que mostraron los mayores contenidos de dicho aminoácido (Figura 5B). Este aumento es aparentemente requerido para tolerar el estrés salino, ya que se ha señalado (Ashraf 1989, Lüttege *et al.* 1993, García *et al.* 1997, Franco-Salazar y Véliz 2007) que el estrés ocasiona en la planta el incremento del contenido de prolina u otros osmolitos orgánicos para aliviar dicho estrés y para realizar el ajuste osmótico.

Franco-Salazar y Véliz (2007) demostraron que un aumento de la salinidad (NaCl) en *O. ficus-indica*

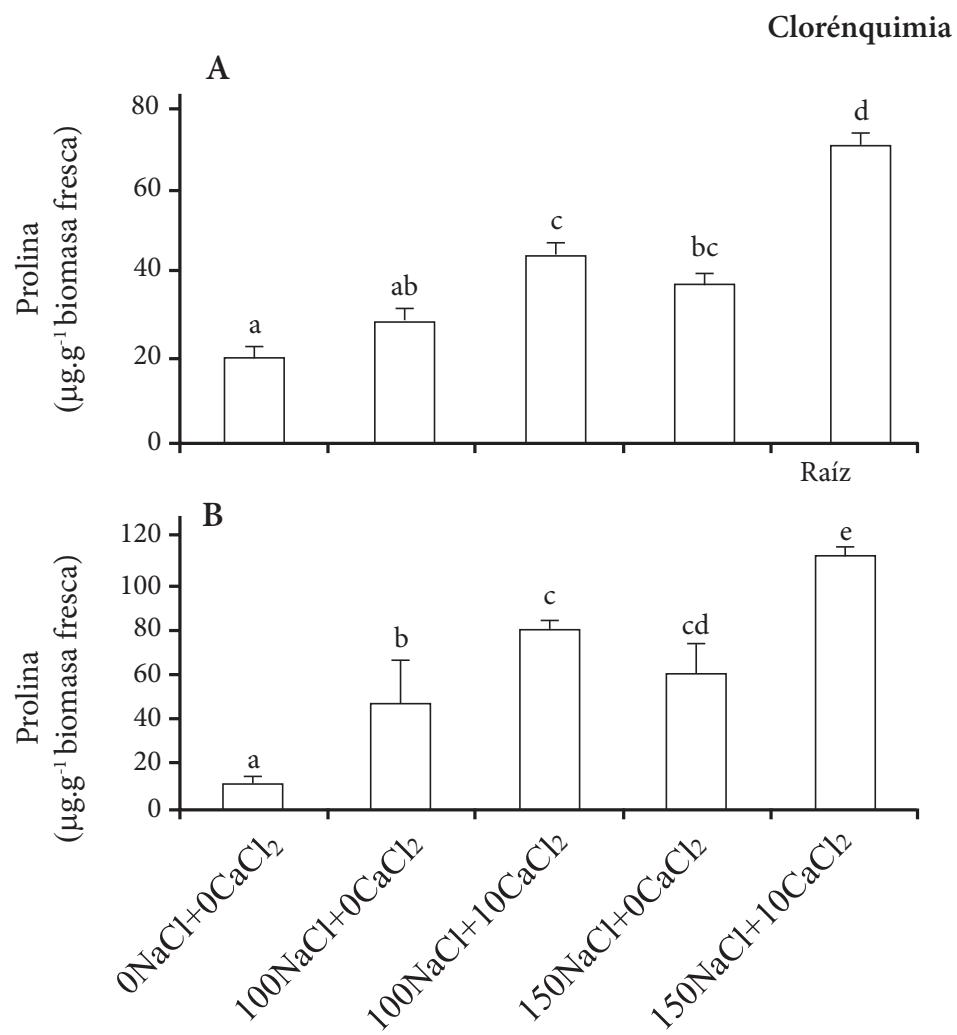


Figura 5. Contenido de prolina en clorénquima (A) y raíz (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ (n=5).

provoca un incremento en el contenido de prolina tanto en clorénquima como en hidroparénquima de cladodios basales y apicales y a nivel de las raíces, hecho que también ha sido comprobado en plantas con distintos metabolismos, como *Vigna mungo*, planta con metabolismo fotosintético C_3 (Ashraf 1989) y en plantas con metabolismo fotosintético C_4 , como *Sorghum bicolor* (Colmer *et al.* 1996). De manera similar, en el presente estudio se produjo un incremento de la concentración de prolina en el clorénquima y en las raíces de *A. vera* ante el aumento de la salinidad en el medio radical (Figura 5).

Por otra parte, García y Medina (2009), en caña de azúcar cultivada bajo estrés salino y suplementada con CaCl_2 , reportaron que al adicionar Ca^{2+} se redujo de manera significativa la acumulación de prolina. Por lo contrario, Colmer *et al.* (1996) y Meloni (2012) en *Sorghum bicolor* y *Prosopis ruscifolia*, respectivamente, reportaron aumentos significativos en las concentraciones del soluto en cuestión a nivel foliar.

En concordancia con Colmer *et al.* (1996) y Meloni (2012), en el presente estudio, la acumulación de

prolina clorenquímica fue mucho mayor (Figura 5A) en el tratamiento salino más alto al adicionarle 10 mmol.m⁻³ de CaCl₂ (150NaCl+10CaCl₂), pero en líneas generales todos los tratamientos salinos, con o sin la adición de CaCl₂, propiciaron el aumento en el contenido de prolina (Figura 5A y 5B).

La prolina se ha documentado como un soluto citoplasmático que compensa osmóticamente los iones secuestrados en la vacuola o a la osmolaridad externa (Poljakoff-Mayber *et al.* 1994) permitiendo, por ejemplo, el movimiento de agua desde el medio radical hasta el interior de las raíces, o desde el hidroparénquima hacia el clorénquima, hecho que puede tener implicaciones relevantes en lo alusivo al mantenimiento de la actividad metabólica del clorénquima en plantas MAC y al mantenimiento de la turgencia celular (Goldstein *et al.* 1991). Asimismo, se ha señalado que la prolina no contribuye al ajuste osmótico a nivel celular sino como un protector de enzimas y un estabilizador de estructuras, organelos y macromoléculas. También actúa como una reserva de energía y nitrógeno, para ser utilizada luego de la exposición a la salinidad (Meloni 2012), lo que explica tales incrementos en su concentración en el presente estudio.

Una de las propiedades atribuidas al calcio es la capacidad de contribuir al ajuste osmótico incrementando la acumulación de solutos osmocompatibles (García y Medina 2009, Meloni 2012). Por su parte, la acumulación de prolina en el clorénquima y raíces (Figura 5) se incrementó en los tratamientos salinos con respecto al tratamiento no salino, llegando a sus niveles más altos en el clorénquima al suplementar con CaCl₂ plantas tratadas con 150 mmol.m⁻³ NaCl (Figura 5A), lo que confirma tal contribución del calcio en la producción de prolina para el ajuste osmótico.

Conclusión

En general, el aumento de la salinidad (NaCl) afectó de manera negativa los parámetros bioquímicos-fisiológicos de *A. vera*; sin embargo, la suplementación con 10 mmol.m⁻³ CaCl₂ al medio radical de plantas

tratadas con 100 mmol.m⁻³ de NaCl, tuvo efectos positivos sobre las variables estudiadas, aumentando, en muchos casos, los parámetros disminuidos por la salinidad.

Agradecimientos

El autor agradece a los miembros del laboratorio del laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad de Oriente, estado Sucre, José A. Véliz y Víctor A. Franco, a la profesora Sinatra Salazar del Instituto Oceanográfico de Venezuela y a la profesora Isabel Mimbelá.

Referencias

- Ashraf, M. 1989. The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna Mungo L.*). *Plant and Soil* 119: 205-210.
- Ball, E., J. Hann, M. Klug, H. Lee, U. Lüttege, B. Orthen, M. Popp, A. Schimitt e I. Ting. 1991. Ecophysiological comportment of tropical CAM tree *Clusia* in the field. *New Physiology* 117: 473-481.
- Colmer, T., T. Fan, R. Higashi y A. Läuchli. 1996. Interactive effects of Ca²⁺ and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum* 97: 421-424.
- Dodd, A., A. Borland, R. Hanslam, H. Griffiths y K. Maxwell. 2002. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic. *Journal of Experimental Botany* 53 (369): 569-580.
- Epstein, E. 1961. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. *Plant Physiology* 36: 47-444.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2007. Respuestas de la tuna [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] al NaCl. *Interciencia* 32 (2): 125-130.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2008. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. *Saber* 20 (1): 12-17.
- Franco-Salazar, V., J. Véliz y L. Astudillo. 2012. Ecofisiología de *Aloe vera* (L.) Burm. f. en Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia* 37 (6): 444-450.
- Fuentes-Carvajal, A., J. Véliz y J. Imery. 2006. Efectos de la deficiencia de macronutrientes en el desarrollo vegetativo de *Aloe vera*. *Interciencia* 31 (2): 116-124.

- García, O. 2008. Crecimiento y desarrollo de *Aloe vera* bajo diferentes condiciones de salinidad. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, escuela de Ciencias, Departamento de Biología. Cumaná, 38 pp.
- García, M. y E. Medina. 2009. Acumulación de iones y solutos orgánicos en dos genotipos de caña de azúcares estresados con sales simples o suplementadas con calcio. *Bioagro* 21: 3-14.
- García, A., J. Engler, S. Lyer, T. Gerats, M. Van Montagu y A. Caplan. 1997. Effects of osmoprotectants upon NaCl stress in rice. *Plant Physiology* 115: 159-169.
- Ghoulam, C., A. Foursy y K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany* 47: 39-50.
- Goldstein, G., J. Ortega, A. Nerd y P. Nobel. 1991. Diel patterns of water potential components for the Crassulacean acid metabolism plant *Opuntia ficus-indica* when well-watered or droughted. *Plant Physiology* 95: 274-288.
- Hasegawa, P. y R. Bressan. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology* 51: 463-499.
- Hanscom, Z. y I. Ting. 1978. Responses of succulents to plant water stress. *Plant Physiology* 61: 327-330.
- Iwasaki, I., H. Arata, H. Kijima y M. Nishimura. 1992. Two types of channels involved in the malate ion transport across the tonoplast of a crassulacean acid metabolism plant. *Plant Physiology* 98: 1492-1497.
- Kluge, M. y M. Schomburg. 1996. The tonoplast as a target of temperature effects in Crassulacean acid metabolism. Pp: 72-77. En: Winter, K. y J. A. C. Smith. (Eds.). Crassulacean acid metabolism. *Biochemistry, ecophysiology and evolution*. Ecological Studies, vol 114. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Velarg.
- Lauchli, A. y S. Grattan. 2007. Plant growth and development under salinity stress. Pp: 1-32. En: Matthew A., J., P. M. Hasegawa y J. S. Mohan (Eds.). Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops. Springer. California. U.S.A.
- Levent, A., K. Cengiz, A. Muhammad, A. Hakan, Y. Ibrahim y Y. Bulent. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 59: 173-178.
- Li, Q., J. Cao, L. Yu, M. Li, J. Liao y L. Gan. 2012. Effects on physiological characteristics of Honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb) and the role exogenous calcium under drought stress. *Plant Omics Journal* 5 (1): 1-5.
- Lowry, O., N. Rosebrough, A. Farr y R. Randall. 1951. Protein measurement with the Folinphenol reagent. *Journal Biological Chemistry* 193: 265-275.
- Lüttge, U. 2004. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Annals of Botany* 93: 629-652.
- Lüttge, U., M. Kluge y G. Bauer. 1993. Botánica. McGraw-Hill Interamericana. España. pp 523
- Meloni, D. 2012. Respuestas fisiológicas a la suplementación con calcio de plántulas de vinal (*Prosopis rufescens* G.) estresadas con NaCl. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNcuyo* 44 (2): 79-88.
- Nedjimi, B. y Y. Daoud. 2009. Effects of calcium chloride on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in two *Atriplex* species grown at high (sodium chloride) salinity. *Journal of Plant Nutrition* 32: 1818-1830.
- Nobel, P. 2006. Parenchyma-chlorenchyma water movement during drought for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. *Annals of Botany* 97: 469-474.
- Pimienta, E., M. González y P. Nobel. 2002. Ecophysiology of a wild *platyopuntia* exposed to prolonged drought. *Environmental and experimental Botany* 47: 77-86.
- Poljakoff-Mayber, A., G. Somers, E. Waker y J. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkyavirginica* (Malvaceae): their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance. *American Journal of Botany* 81: 54-59.
- Prat, D. y R. Fathi. 1990. Variation in organic and minerals components in young *Eucalyptus* seedlings under saline stress. *Physiology Plantarum* 79: 479-486.
- Rains, D. y E. Epstein. 1967. Sodium absorption by barley roots: role of the dual mechanisms of alkali cation transport. *Plant Physiology* 42: 314-318.
- Rayder, L. y I. Ting. 1981. Carbon metabolism in two species of *Pereskia* (Cactaceae). *Plant Physiology* 68: 139-142.
- Ross, C. 1974. Plant Physiology laboratory manual. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California. U.S.A. 200 pp.
- Serrano, R., J. Mulet, G. Ríos, J. Márquez, I. de Larrinoa, M. Leube, I. Mendizabal, P. Ahuir, M. Proft, R. Ros y C. Montesinos. 1999. A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. *Journal of Experimental Botany* 50: 1023-1036.
- Schomburg, M. 1994. Untersuchungen über das thermotrope Phasenverhalten des tonoplasten bei der CAM Pflanze *Kalanchoe daigremontiana*. Dr. rer. nat. Thesis. Darmstadt: Fachbereich Biologie, Thechnical University. 106 pp.

- Shah, S., S. Wainwright y M. Merrett. 1990. The interaction of sodium and calcium chlorides and light on growth, potassium nutrition, and proline titulation in callus cultures of *Medicago sativa* L. *New Phytologist* 116: 37-45.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. España. Pp: 832.
- Takemoto, B., A. Bytnerowicz y D. Olszyk. 1988. Depression of photosynthesis, growth, and yield in field-grown green pepper (*Capsicum annuum* L.) exposed to acidic fog and ambient ozone. *Plant Physiology* 88: 477-482.
- White, P. y M. Broadley. 2003. Calcium in plant. *Annals of Botany* 92: 487-511.

Selwin Pérez-Nasser
Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile
selwin_ndoc@hotmail.com

Efecto del CaCl_2 sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por NaCl

Citación del artículo: Pérez-Nasser, S. 2017. Efecto del CaCl_2 sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de *Aloe vera* expuesta a salinidad por NaCl . *Biota Colombiana* 18 (1): 29-40. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a2

Recibido: 16 de noviembre de 2015
Aprobado: 1 de febrero de 2017

Efecto del Ca²⁺ sobre algunas variables de crecimiento de *Aloe vera* cultivada con NaCl

Effect of Ca²⁺ on some growth variables from *Aloe vera* grown on NaCl

Selwin Pérez-Nasser

Resumen

Las altas concentraciones de sales en el suelo afectan adversamente el cultivo de *Aloe vera*, y puesto que se ha demostrado que en otras plantas el calcio ayuda a contrarrestar los efectos de la salinidad, en este trabajo se indagó acerca de los efectos de la aplicación radical de Ca²⁺ en plantas de *A. vera* sometidas a estrés salino, con la finalidad de comprobar si mejora su adaptación a la salinidad. A tal efecto, se midió la biomasa fresca, volumen foliar, número de hojas nuevas y número y longitud radical. Todas las variables se vieron disminuidas por la aplicación del NaCl; sin embargo, de manera general, la suplementación con 10 mmol m⁻³ CaCl₂ a 100 mmol m⁻³ NaCl, tuvo efectos positivos sobre estas variables, aumentando, en muchos casos, los parámetros disminuidos por NaCl, lo cual resulta propicio para el cultivo de sábila en zonas que presenten problemas de altos contenidos de sales disueltas en el suelo.

Palabras clave. Biomasa. Calcio. Crecimiento vegetativo. Estrés salino. Sábila.

Abstract

High concentrations of salts in the soil adversely affect the cultivation of *Aloe vera*, and since it has been shown that in other plants calcium helps counteract the effects of salinity, this paper presents results on effects of the radical application Ca²⁺ to *A. vera* plants subjected to salt stress, to check if calcium improves its adaptation to salinity. For this purpose, the fresh biomass, leaf volume, number of new leaves and number and root length was measured. All variables were diminished by the application of NaCl; however, in general, supplementation with 10 mmol m⁻³ CaCl₂ 100 mmol m⁻³ NaCl, had positive effects on these variables, increasing, in many cases those reduced by NaCl parameters, which is good news for successfully growing aloe in areas where there are problems with dissolved salts in the soil.

Key words. Biomass. Calcium. Sabila. Salt stress. Vegetative growth.

Introducción

En suelos semiáridos cercanos a zonas costeras, la salinidad es un factor que limita la productividad de los cultivos y la distribución de las plantas. Altas concentraciones de sales en el suelo afectan adversamente el crecimiento, rendimiento,

morfología, anatomía y metabolismo de las plantas glicófilas (no resistentes a la salinidad); adicionalmente, el contenido de agua, azúcares y minerales en estas plantas se ven afectados a causa del estrés salino (Prat y Fathi 1990, Serrano *et al.*

1999). Estos efectos negativos sobre las plantas son ocasionados, en primer lugar, como consecuencia del estrés hídrico que se origina a causa de la disminución del potencial osmótico del medio donde crece la raíz y, en segundo lugar, al efecto tóxico de los iones como resultado de los altos contenidos de solutos (Serrano *et al.* 1999).

Algunas glicofitas, al ser sometidas a condiciones de salinidad pueden cambiar su morfología y anatomía para contrarrestar los efectos de las sales. En tomate (*Lycopersicon esculentum*) se demostró el aumento de la relación raíz/tallo, lo cual es considerado como un mecanismo de tolerancia a la salinidad (Salas *et al.* 2001).

Otro factor que generalmente limita el crecimiento vegetal es la sequía, propia de los ambientes secos, y también puede ser ocasionada por el exceso de sales en los suelos secos y costeros. Sin embargo, existen plantas con un metabolismo particular, el MAC (metabolismo ácido de las crasuláceas), que le permite a las mismas resistir la sequía. Las plantas MAC son muy eficientes en cuanto al uso del agua, ya que pueden evitar la evapotranspiración, causada por las altas temperaturas del día, cuando la radiación de la luz solar es intensa, dado su mecanismo de cierre de los estomas durante éste período y la apertura de los mismos en horas de la noche para el intercambio gaseoso. Por otra parte, la presencia de un gran hidroparénquima en la anatomía de la hoja, el cual acumula gran cantidad de agua, bien puede suplir los requerimientos hídricos de la planta cuando esta así lo necesite; todo esto hace de las plantas MAC fáciles de mantener y cultivar en zonas donde el agua es escasa (Franco-Salazar *et al.* 2012).

Algunas plantas MAC son cultivadas en zonas costeras por su adaptación a la sequía. Entre éstas se pueden nombrar *Opuntia ficus-indica* (tuna) y *Aloe vera* (sábila), ambas cultivadas debido a su alta productividad; sin embargo, estas plantas son sensibles a la salinidad que comúnmente se consigue en ambientes donde el agua es escasa. Franco-Salazar y Véliz (2007) demostraron que al cultivar *O. ficus-indica*, bajo tres concentraciones

crecientes de salinidad (50, 100 y 150 mmol m⁻³ de NaCl), el contenido relativo de agua y el volumen de los órganos aéreos disminuyó significativamente al aumentar la salinidad, así como también, el contenido proteico de las raíces tratadas bajo las mismas condiciones. Asimismo, García (2008) demostró que *A. vera* cultivada a varios niveles de salinidad (50, 100, 150, 200, 250, y 300 mmol m⁻³ de NaCl), presentó síntomas como: necrosis apical en hojas adultas, acintado de las hojas, cambios en la coloración foliar, disminución en el número de hojas, volumen foliar, biomasa fresca y seca, aspecto débil, abultamiento y necrosis radical. Franco-Salazar *et al.* (2012) documentaron la disminución de la biomasa en plantas que son cultivadas en áreas cercanas al mar, lo que demuestra que, aún cuando las plantas MAC son resistentes a la sequía, no escapan a los efectos adversos de la salinidad.

Se ha demostrado que la aplicación de Ca²⁺ a plantas cultivadas bajo salinidad, alivia los efectos de dicho estrés. El suministro de Ca²⁺ en plantas salinizadas contrarresta parcialmente la inhibición del crecimiento de la raíz y el vástago provocada por la salinidad y mejora la absorción del K⁺ sobre el Na⁺ en la zona de crecimiento de la raíz, probablemente, como resultado de que el Ca²⁺ es esencial en la regulación del transporte de K⁺ y Na⁺ en la membrana plasmática de las células (Epstein 1961, Rains y Epstein 1967, Lauchli y Grattan 2007).

Meloni (2012) demostró que al suplementar con CaSO₄, disminuye la concentración de iones tóxicos en plántulas de *Prosopis ruscifolia* e incrementa la concentración de prolina, propiciando un ajuste osmótico, lo que permite confirmar el rol protector del Ca²⁺, a través de la manutención del contenido de Ca²⁺, K⁺ y Mg²⁺ en los tejidos, la inhibición de la absorción de Na⁺ y el ajuste osmótico mediante la síntesis de solutos osmocompatibles. Por su parte, Colmer *et al.* (1996) señalan que la acumulación de prolina mejora la relación Na⁺-K⁺ más favorable hacia al K⁺ que hacia el Na⁺. También afirman que la incapacidad de mantener una relación favorable entre K⁺ y Na⁺ puede inhibir importantes funciones enzimáticas, lo que a su vez puede inhibir la síntesis de prolina. En

contraste, Blum y Ebercon (1976) han documentado un incremento en las concentraciones de prolina en condiciones de sequía. Por tanto, puede concluirse que la síntesis y acumulación de prolina y de otros solutos osmocompatibles es lo que le proporciona a la planta la capacidad de osmoregularse, de resistir e incluso de adaptarse a condiciones tanto de sequía como de salinidad y, puesto que el Ca²⁺ incrementa las concentraciones de prolina en la planta no es de extrañar que le sea adjudicado a este catión el rol protector ante dicho factor negativo presente en el suelo.

En vista de lo anterior y, puesto que *A. vera* es una especie con propiedades medicinales y cosméticas, que en la actualidad es cultivada en zonas que pueden afectar su productividad, en el presente trabajo se estudió acerca del aporte extra de calcio en plantas de dicha especie sometida a salinidad, con la finalidad de comprobar si el calcio es capaz de aliviar los síntomas negativos causados por la salinidad.

Material y métodos

Material vegetal: colecta, aclimatación y selección

Se colectaron 30 hijuelos (plantas jóvenes de reproducción asexual) de plantas adultas de *Aloe vera* en la localidad de Guayacán, Península de Araya (10°36'34"N y 64°07'18"O), estado Sucre, Venezuela.

A los hijuelos se les eliminaron los restos de tejidos secos, fueron desinfectados con hipoclorito de sodio 1 % y lavados con agua de grifo. Posteriormente, se dejaron cicatrizar en sombra durante 3 días, luego fueron sembrados en bandejas que contenían arena (previamente lavada durante 2 días, esterilizada en autoclave por 90 minutos y secada en la estufa a 80 °C durante 3 días). Durante dos meses se realizaron riegos diarios con solución nutritiva Hoagland preparada según Ross (1974) a una concentración 1/2X, y se seleccionaron 25 de estos hijuelos que serían sometidos a los tratamientos.

Cultivo y tratamientos

Los 25 hijuelos fueron sembrados en bolsas individuales que contenían 800 cm³ de arena de río (previamente lavada como se indicó anteriormente) y regados con solución nutritiva. Luego de 15 días, se aplicaron los tratamientos salinos (0, 100 y 150 mmol m⁻³ de NaCl), preparados en solución nutritiva, combinados con Ca²⁺ (10 mmol m⁻³ de CaCl₂, según García y Medina 2010), resultando un tratamiento control (0NaCl+0CaCl₂), dos tratamientos solo con NaCl (100NaCl+0CaCl₂ y 150NaCl+0CaCl₂), y dos tratamientos combinados (100NaCl+10CaCl₂ y 150NaCl+10CaCl₂). Se realizaron riegos con los tratamientos cada 15 días y, entre cada quincena se irrigó, a intervalos de 5 días, con solución nutritiva y agua destilada durante 3 meses. Las plantas se mantuvieron bajo condiciones naturales de luz y temperatura en el vivero del Departamento de Biología, ubicado en la azotea del edificio de la Escuela de Ciencias, UDO-Sucre.

Biomasa fresca total

Al final del experimento, las plantas fueron pesadas en fresco en una balanza digital, marca Denver y su biomasa fue expresada en gramos (g).

Número de hojas y volumen foliar

Durante el experimento, se registró el número de hojas nuevas formadas. También se determinó el volumen de tres hojas basales, midiendo los parámetros foliares ancho y espesor con un vernier digital y con una regla (graduada en cm) la longitud (cm). El volumen foliar fue calculado a través de la fórmula: V= (L/12).π.E.A, donde L es la longitud foliar, E el espesor, A la anchura y π una constante igual a 3,1416 (Hernández-Cruz *et al.* 2002).

Número y longitud radical

Se contó el número de raíces formadas a partir del rizoma; además se midió la longitud del grupo de raíces de cada planta, utilizando una regla graduada.

Diseño experimental y análisis estadístico

Las plantas estuvieron distribuidas en bloques completos al azar, con cinco réplicas por tratamiento y cinco tratamientos, para un total de 25 plantas. Los datos fueron analizados a través del programa StatGraphics Centurión XV mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias significativas entre tratamientos fueron sometidos a la prueba *a posteriori* de Duncan para la separación de grupos (Sokal y Rohlf 1979).

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra la variación de la biomasa fresca y el volumen foliar, tres meses después de la aplicación de los distintos tratamientos; se observa que en ambas variables, las plantas del tratamiento 0NaCl+0CaCl₂ tuvieron los mayores valores, pero que el aumento de la salinidad (100NaCl+0CaCl₂ y 150NaCl+0CaCl₂) ocasionó su disminución (Fs=7,84;

p<0,001 y Fs=5,46; p<0,001). Sin embargo, la adición de 10 mmol m⁻³ de CaCl₂(100NaCl+10CaCl₂) incrementó la biomasa fresca cuando se compara con las plantas tratadas con 100NaCl+0CaCl₂; mientras que cuando se aplicó 150 mmol m⁻³ NaCl, el aporte de 10 mmol m⁻³ de Ca²⁺ no fue suficiente para contrarrestar el estrés (Figura 1A). Por su parte, el volumen foliar sólo incrementó en las plantas del tratamiento 100NaCl+10CaCl₂ y fue menor en plantas cultivadas bajo 150NaCl+10CaCl₂ cuando se comparó con el resto de los tratamientos (Figura 1B).

En *A. vera* el volumen foliar está asociado principalmente a la turgencia del hidroparénquima (Kluge *et al.* 1979), que al perder agua provoca disminución en esta variable, como fue observado en la Figura 1B. Asimismo, el descenso en la biomasa fresca en los tratamientos salinos (Figura 1A) es explicable por la evidente deshidratación que sufrieron las plantas.

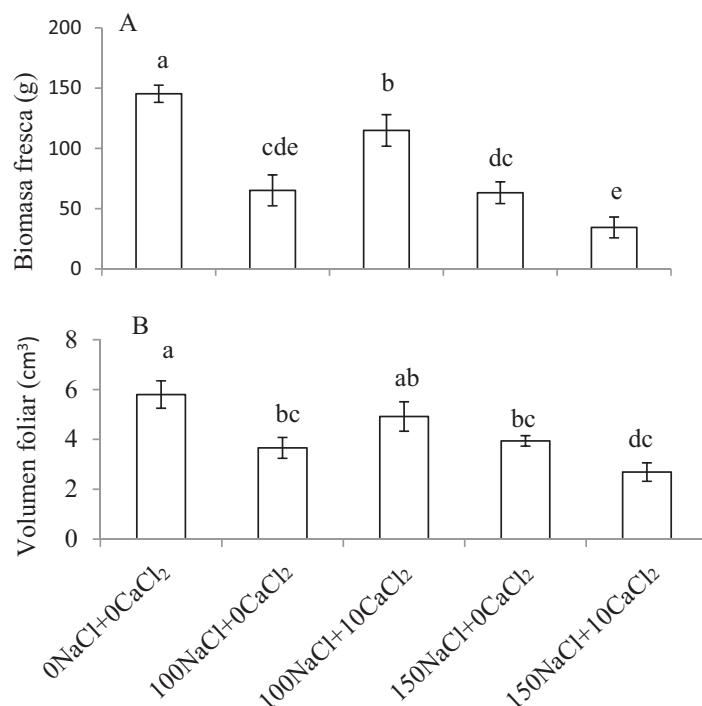


Figura 1. Biomasa fresca total (A) y volumen foliar (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de NaCl+CaCl₂. Los valores son los promedios ± EE (n=5). Las letras sobre las barras indican diferencias entre tratamientos según Duncan.

Tal deshidratación se debe a que dicho órgano tiende a enfrentar un potencial osmótico más elevado, además del estrés tóxico producido por el Na^+ y Cl^- (Greenway y Munns 1980), lo que conlleva a la necrosis y pérdida radical, el aislamiento de la planta del medio de siembra y, finalmente, estrés por sequía o estrés hídrico (por la incapacidad en la absorción de agua), lo que produce la activación de MAC como un recurso que le permite sobrellevar tal condición; esto significa que durante el periodo diurno ocurrirá el cierre de los estomas, que implica poca evapotranspiración y durante la noche, la apertura estomática para realizar el intercambio gaseoso (Lütte 2004). Todo esto conlleva a la movilización de agua desde el hidroparénquima al clorénquima para evitar la deshidratación del tejido fotosintetizador, mantener el metabolismo y las funciones celulares y la supervivencia de la planta, con la concomitante disminución de la biomasa fresca y el volumen (Figura 1A y B); condición que también ha sido observado por otros autores en la misma especie y en otras plantas MAC sometidas a salinidad (Jin *et al.* 2007, Rodríguez-García *et al.* 2007, Franco-Salazar y Véliz 2007, 2008, Silva *et al.* 2010, Franco-Salazar *et al.* 2012, 2014).

En los tratamientos con NaCl combinados con CaCl_2 , los valores más altos de biomasa fresca y

volumen foliar se observaron en plantas cultivadas bajo el tratamiento $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$, indicando la existencia de algún mecanismo de ajuste osmótico (acumulación de prolina, por ejemplo), donde participa el calcio que permite mantener el gradiente de potencial hídrico favorable entre los tejidos y el medio externo, con la concomitante absorción de agua (Meloni 2012).

El mayor número de hojas nuevas lo mostró la sábila ($F_s=3,25$; $p=0,007$) cultivada en ausencia de NaCl y CaCl_2 ($0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$) y bajo el tratamiento $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$ (Figura 2). El aumento de la salinidad disminuyó progresivamente la formación de nuevas hojas ($100\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$ y $150\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$), sin embargo, la adición de $10 \text{ mmol m}^{-3} \text{ CaCl}_2$ alivió los efectos de la salinidad en este parámetro, mayormente en las cultivadas bajo $100\text{NaCl}+10\text{CaCl}_2$, donde hubo un comportamiento igual al de plantas control ($0\text{NaCl}+0\text{CaCl}_2$); en todo caso, el efecto protector del CaCl_2 fue mayor en las plantas tratadas con $100 \text{ mmol m}^{-3} \text{ NaCl}$ que con $150 \text{ mmol m}^{-3} \text{ NaCl}$.

García y Medina (2010) encontraron que al tratar plantas de caña de azúcar con NaCl + CaCl_2 , el número de hojas disminuyó; mientras que, la suplementación con una sal de sodio diferente (Na_2SO_4) y, adicionalmente, suplementada con CaCl_2

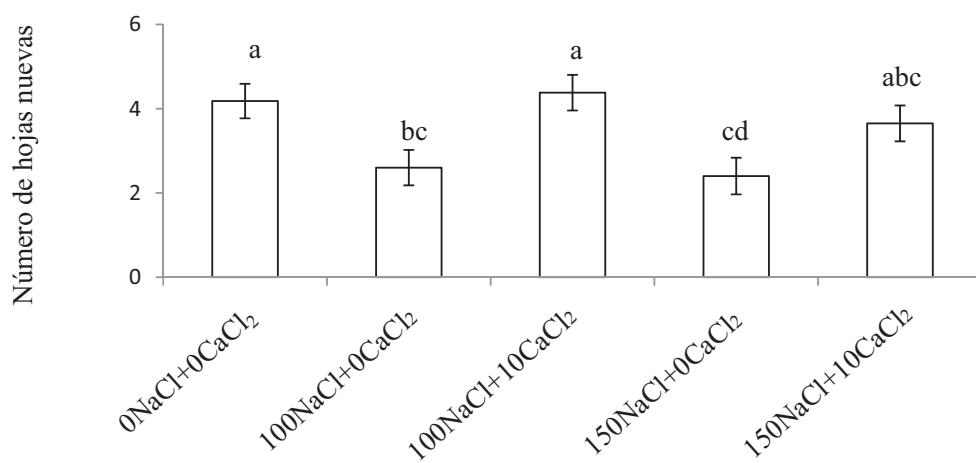


Figura 2. Número de hojas nuevas de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$. Los valores son los promedios \pm EE ($n=5$). Las letras sobre las barras indican diferencias entre tratamientos según Duncan.

tuvo efecto positivo sobre esta variable en las plantas, a diferencia del presente estudio donde solo la máxima concentración de sal aun cuando se suplemento con calcio ($150\text{NaCl} + 10\text{CaCl}_2$), provocó la disminución de la misma variable.

El calcio es considerado un elemento poco móvil en la planta y tiende a acumularse en los órganos más viejos, mientras que en hojas en crecimiento se necesita mayor aporte del mismo (Epstein 1961). La adición de NaCl puede conllevar al desbalance iónico y/o a daños radicales que evitan la absorción de los iones esenciales (Lüttege *et al.* 1993) para la formación de nuevos órganos, entre ellos el calcio, por lo que en la presente investigación, la aplicación del NaCl disminuyó la formación de nuevas hojas (Figura 2), pero la adición de CaCl₂ mejoró dicha formación, sobre todo en las plantas tratadas con $100\text{NaCl} + 10\text{CaCl}_2$. Debido a tal inmovilidad del ión, las hojas viejas pueden mantener concentraciones

normales de calcio, mientras que las hojas jóvenes pueden presentar niveles por debajo de lo normal (Chiu y Bould 1977). Asimismo, la salinidad debió haber restringido la entrada de muchos otros iones móviles esenciales para el desarrollo y buen funcionamiento de la planta, por lo que se infiere ocurrió movilización de dichos iones hacia las zonas más jóvenes como raíces y hojas en formación, conllevando a que esta descompensación propiciara, principalmente, la pérdida de las hojas más nuevas, por sus bajos niveles de calcio.

El número de raíces (Figura 3A) y la longitud radical (Figura 3B) también se vieron negativamente afectados por los tratamientos $100\text{NaCl} + 0\text{CaCl}_2$ y $150\text{NaCl} + 0\text{CaCl}_2$ ($F_s=4,05$; $p=0,002$ y $F_s=2,88$; $p=0,013$, respectivamente). La adición de 10 mmol m⁻³ CaCl₂ a 100 mmol m⁻³ NaCl, alivió los efectos de dicha sal sobre el número y longitud radical (Figura 3A y B).

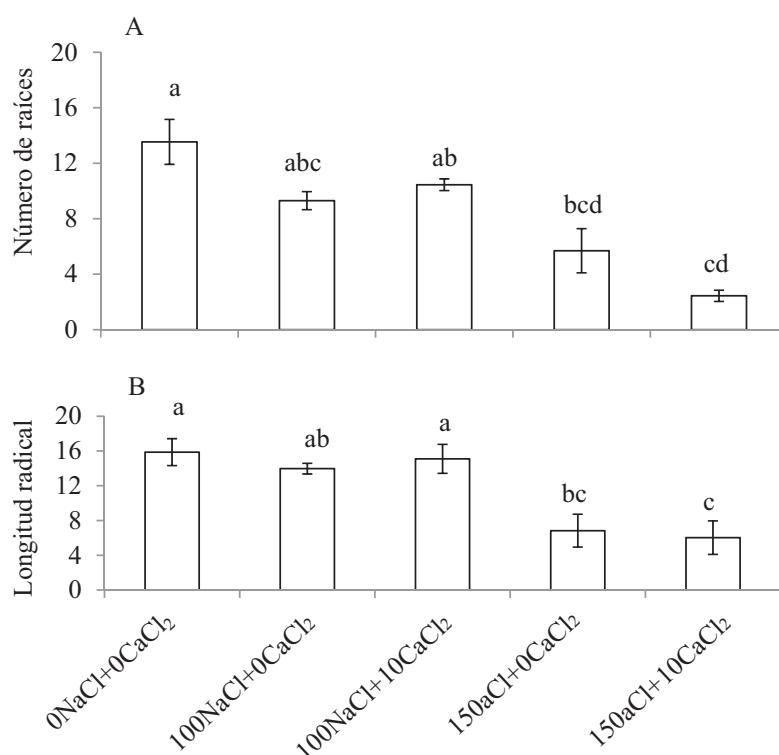


Figura 3. Número (A) y longitud radical (B) de *Aloe vera* cultivada durante tres meses a diferentes concentraciones de NaCl+CaCl₂. Los valores son los promedios \pm EE ($n=5$). Las letras sobre las barras indican diferencias entre tratamientos según Duncan.

De manera similar, García (2005) al someter a *A. vera* a distintos niveles de salinidad (NaCl), también halló disminución del crecimiento radical a salinidades de 50 y 100 mmol m⁻³ de NaCl y pérdida total del tejido radical a altas salinidades (hasta 100 mmol m⁻³ de NaCl), asociado con la deshidratación del tejido y el colapso celular provocado por la sal. También afirmó que, posiblemente, la necrosis presente en el tejido persiste debido a que la planta pierde la capacidad de restablecimiento iónico; esto, como resultado de la diferencia de potencial osmótico entre las raíces nuevas y el medio, produciéndose una deshidratación severa del tejido, que a su vez ocasiona la pérdida total del mismo, conllevando a la planta a un estado de latencia o ausencia de crecimiento.

Se ha señalado que la entrada excesiva de iones Na^+ y Cl^- al tejido radical exceden las concentraciones necesarias para el ajuste osmótico, ocasionando lesiones al mismo debido a la toxicidad de esos iones (Flowers *et al.* 1977, Yeo 1983); esto origina una interferencia metabólica que lleva a la reducción del crecimiento, además de tornar las funciones metabólicas más costosas (García 2005), lo que pudo ocurrir en *A. vera* tratada con NaCl.

Por otra parte, las plantas MAC son evasoras de la salinidad y una de las estrategias es perder las raíces de absorción durante la estación seca (cuando la salinidad aumenta) y formar nuevas raíces en la estación lluviosa; tal estrategia ha sido documentada en los cactus (Lüttge 2004). También, la no absorción de agua por la pérdida de las raíces, conlleva a que los tejidos almacenadores de agua pierdan volumen. Todo esto, pudo estar pasando en la presente investigación, por lo que el número de raíces (Figura 3A), longitud radical (Figura 3B) y volumen foliar (Figura 1B) de *A. vera* también se vieron afectados por los tratamientos 100NaCl+0CaCl₂ y 150NaCl+0CaCl₂.

Los resultados mostrados por García y Medina (2010) sugieren que el NaCl+CaCl₂ afectaron más el crecimiento y la morfología radical de dos genotipos de caña de azúcar que el Na₂SO₄+CaCl₂, por lo cual afirman que el mayor efecto tóxico de estas sales es atribuible al Cl⁻ (para la caña de azúcar), de tal forma

que la suplementación con CaCl₂ no tuvo efectos positivos sobre estas variables.

Por otra parte, existen hallazgos según los cuales esa suplementación ha tenido poco o ningún efecto en contrarrestar la disminución del crecimiento radical causada por la salinidad (Yeo y Flowers 1985). Lo cual difiere del presente estudio, donde se usó NaCl, en vez de Na₂SO₄ y aun así se obtuvieron resultados benéficos para *A. vera*, particularmente en plantas del tratamiento 100NaCl+10CaCl₂, en número y longitud de raíces (Figura 3A y B).

Conclusión

Se podría decir entonces que para *A. vera* la suplementación con Ca^{2+} (en forma de CaCl₂), principalmente el tratamiento 100NaCl+10CaCl₂, evita la muerte radical, contribuye a la emergencia de nuevas, numerosas y largas raíces y, por lo tanto, mejora la capacidad de absorción de agua y nutrientes del medio radical; contribuyendo a su vez, al aumento en número de hojas volumen foliar y biomasa fresca.

Agradecimientos

El autor agradece a los miembros del laboratorio del laboratorio de Fisiología Vegetal, Universidad de Oriente, estado Sucre, José A. Véliz y Víctor A. Franco, a la profesora Sinatra Salazar del Instituto Oceanográfico de Venezuela y a la profesora Isabel Mimbelá.

Referencias

- Blum, A. y A. Ebercon. 1976. Gerotipic responses in sorghum to drought stress III. Free proline accumulation and drought resistance. *Crop Science* 16: 428-431.
- Chiu, E. y C. Bould. 1977. Sand-culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. *Journal Horticultural Science* 52: 19-28.
- Colmer, T., T. Fan, R. Higashi y A. Läuchli. 1996. Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the ionic relations and proline accumulation in the primary root tip of *Sorghum bicolor*. *Physiologia Plantarum* 97: 421-424.

- Epstein, E. 1961. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. *Plant Physiology* 36: 47-444.
- Flowers, T., P. Troke y A. Yeo. 1977. The mechanism of tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 28: 89-121.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2007. Respuestas de la tuna [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] al NaCl. *Interciencia* 32 (2): 125-130.
- Franco-Salazar, V. y J. Véliz. 2008. Efectos de la salinidad sobre el crecimiento, acidez titulable y concentración de clorofila en *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. *Saber* 20 (1): 12-17.
- Franco-Salazar, V., J. Véliz y L. Astudillo. 2012. Ecofisiología de *Aloe vera* (L.) Burm. f. en Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Interciencia* 37 (6): 444-450.
- Franco-Salazar, V., J. Véliz y R. Valerio. 2014. Algunos parámetros fisiológicos de *Aloe vera* (L.) Burm. f. (sábila) en Guayacán, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. *Saber* 26 (1): 18-24.
- García, M. 2005. Cambios estructurales y cuantificación de proteínas en raíces de *Aloe vera* (L.) Burm. f. (Sábila) sometidas a estrés salino por cloruro de sodio (NaCl). Trabajo de grado. Universidad de Oriente, escuela de Ciencias, Departamento de Biología. Cumaná, 40 pp.
- García, O. 2008. Crecimiento y desarrollo de *Aloe vera* bajo diferentes condiciones de salinidad. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, escuela de Ciencias, Departamento de Biología. Cumaná, 38 pp.
- García, M. y E. Medina. 2010. Crecimiento y morfología radical en dos genotipos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) sometidos a salinización con sales simples o suplementadas con calcio. *Revista de la Facultad de Agronomía – LUZ* 27: 17-38.
- Greenway, H. y R. Munns. 1980. Mechanisms of plant tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31:149-190.
- Hernández-Cruz, L., R. Rodríguez, D. Jasso y J. Angulo. 2002. *Aloe vera* response to plastic mulch and nitrogen. Pp: 570-574. En: Janick, J. y A. Whipkey. (Eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Jin, Z., C. Wang, Z. Liu y W. Gong. 2007. Physiological and ecological characters studies on *Aloe vera* under soil salinity and seawater irrigation. *Process Biochemistry* 42 (4): 710-714.
- Kluge, M., I. Knapp, D. Kramer, I. Schwerdtner y H. Ritter. 1979. Crassulacean Acid Metabolism (CAM) in leaves of *Aloe arborescens* Mill comparative studies of the carbon metabolism of chlorenchym and central hydrenchym. *Planta* 145: 357-363.
- Lauchli, A. y S. Grattan. 2007. Plant growth and development under salinity stress. Pp: 1-32. En: Matthew A., J., P. M. Hasegawa y J. S. Mohan (Eds.). Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops. Springer. California. U.S.A.
- Lüttege, U. 2004. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Annals of Botany* 93: 629-652.
- Lüttege, U., M. Kluge y G. Bauer. 1993. Botánica. McGraw-Hill Interamericana. España. 523 pp.
- Meloni, D. 2012. Respuestas fisiológicas a la suplementación con calcio de plántulas de vinal (*Prosopis ruscifolia* G.) estresadas con NaCl. *Revista FCA Uncuyo* 44 (2): 79-88.
- Prat, D. y R. Fathi. 1990. Variation in organic and minerals components in young *Eucaliptus* seedlings under saline stress. *Physiology Plantarum* 79: 479-486.
- Rains, D. y E. Epstein. 1967. Sodium absorption by barley roots: role of the dual mechanisms of alkali cation transport. *Plant Physiology* 42: 314-318.
- Rodríguez-García, R., D. Jasso, J. Gil, J. Ángulo y R. Lira. 2007. Growth, stomatal resistance, and transpiration of *Aloe vera* under different soil water potentials. *Industrial Crops and Products* 25 (2): 123-128.
- Ross, C. 1974. Plant Physiology laboratory manual. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California. U.S.A. 200 pp.
- Salas, J., M. Sanabria y R. Pire. 2001. Variación en el índice y densidad estomática en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sometidas a tratamientos salinos. *Bioagro* 13 (3): 99-104.
- Serrano, R., J. Mulet, G. Ríos, J. Márquez, I. de Larrinoa, M. Leube, I. Mendizaba, P. Ahuir, M. Proft, R. Ros y C. Montesinos. 1999. A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. *Journal of Experimental Botany* 50: 1023-1036.
- Silva, H., S. Sagardia, O. Seguel, C. Torres, C. Tapia, N. Franck y L. Cardemil. 2010. Effect of water availability on growth and water use efficiency for biomass and gel production in *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* M.). *Industrial Crops and Products* 31: 20-27.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. España. 832 pp.
- Yeo A. 1983. Salinity resistance: physiologies and prices. *Physiologia Plantarum* 58: 214-222.
- Yeo, A. y T. Flowers. 1985. The absence of an effect of the Na/Ca ratio on sodium chloride uptake by rice (*Oryza sativa* L.). *New Phytologist* 99: 81-90.

Selwin Pérez-Nasser
Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile
selwin_ndoc@hotmail.com

Efecto del Ca²⁺ sobre algunas variables de crecimiento de
Aloe vera cultivada con NaCl

Citación del artículo: Pérez-Nasser, S. 2017. Efecto del Ca²⁺
sobre algunas variables de crecimiento de *Aloe vera* cultivada
con NaCl. *Biota Colombiana* 18 (1): 41–49. DOI: 10.21068/
c2017.v18n01a3

Recibido: 6 de noviembre de 2015
Aprobado: 9 de mayo de 2017

Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta del embalse Riogrande II (Antioquia), Colombia

Charophyta, Chlorophyta and Cryptophyta in Riogrande II reservoir (Antioquia), Colombia

Mónica T. López Muñoz, Carlos E. De Mattos-Bicudo, Ricardo O. Echenique, John J. Ramírez-Restrepo y Jaime A. Palacio

Resumen

En muestras recolectadas mensualmente, entre agosto de 2011 y agosto de 2012, en el embalse Riogrande II (cuenca del río Grande, Antioquia, Colombia), se identificaron en total 29 géneros, 48 especies y una variedad taxonómica, pertenecientes a Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta. De las 48 especies, 18 especies y una variedad, son nuevos reportes para la ficoflorula colombiana. La división con mayor número de géneros fue Chlorophyta, sin embargo, *Staurastrum* (Charophyta) fue el género más diverso y de mayor contribución a la biomasa. Las diferencias entre las características descritas en la literatura y las observadas en los ejemplares, dificultaron la determinación taxonómica, lo cual plantea la necesidad de realizar estudios morfológicos detallados.

Palabras clave. Cuenca del río Grande. Embalse tropical. Ficoflora. Fitoplancton. Taxonomía.

Abstract

In monthly samples collected from August 2011 to August 2012 in the Riogrande II reservoir (Grande River drainage, Antioquia, Colombia). 29 genera, 48 species and one taxonomic variety belonging to Charophyta, Chlorophyta and Cryptophyta were identified. 18 species and one variety are new reports to the algal flora of Colombia. Chlorophyta was the Division with the largest number of genera and *Staurastrum* (Charophyta) the most diverse genus and also the largest contributor to biomass. Differences from the characteristics described in the literature and those observed in the specimens studied, made some taxonomic identification rather difficult, pointing out the need for careful and meticulous morphological studies before reaching taxonomical identifications.

Key words. Grande River Drainage. Phycoflora. Phytoplankton. Taxonomy. Tropical reservoir.

Introducción

El estudio del fitoplancton de los embalses de Colombia se inició en la década de los 70 y desde entonces se han realizado aportes importantes a su conocimiento, especialmente en los embalses El Peñol-Guatapé (Uribe y Roldán 1975, Ramírez 1986, Ramírez *et al.* 2000 y Aguirre *et al.* 2007), La Fé (Ramírez y Machado 1982, Ramírez *et al.* 2005 y Ramírez *et al.* 2012), Betania (Duque y Donato 1988 y Ramírez y Guillot 2001), La Salvajina (Naundorf 1990 y Zamora-González *et al.*, datos no publicados),

Chisacá y La Regadera (Gaviria 1991 y León-López *et al.* 2012), San Lorenzo y Las Playas (Ramírez *et al.* 2000), El Guavio (Roldán *et al.* 2000), Neusa (Canosa y Pinilla 2007), Prado (Canosa y Pinilla 2007 y Reinoso-Florez y Villa, datos no publicados), Riogrande II (Loaiza-Restano *et al.* 2011, Meneses *et al.* 2011, Bustamante *et al.* 2012 y Ospina-Calle y Ramírez, datos no publicados), Chuza y San Rafael (León-López *et al.* 2012), Amaní (Roldán y López-Muñoz, datos no publicados) y Urrá (Duque y Rueda-Linares, datos no publicados).

La mayor parte de estos estudios enfatiza la dinámica del fitoplancton, su relación con las variables físicas, químicas y/o biológicas del agua y los aspectos ecológicos y sanitarios de las comunidades fitoplanctónicas. En algunas investigaciones, se realizaron ensayos sobre su ecología y sólo Duque y Donato (1988) se ocuparon de aspectos taxonómicos y registraron 110 taxones en el embalse Betania, de los cuales 16 fueron nuevos registros para la ficoflorula de Colombia. En Riogrande II, a partir de datos obtenidos entre julio de 2002 y julio de 2003, se ha estudiado la autoecología de *Schroederia setigera* (Meneses *et al.* 2011) y la de *Ceratium furcoides* (Bustamante *et al.* 2012), además de la ecología de cuatro especies de *Staurastrum* (Loaiza-Restano *et al.* 2011) y la sucesión del fitoplancton dominante (Ospina-Calle, datos no publicados).

Con este trabajo se participa en el incremento del conocimiento de la riqueza taxonómica fitoplanctónica colombiana y, en particular, la de los embalses, ambientes cada vez más abundantes en el territorio nacional.

Material y métodos

Descripción del área de estudio

El embalse Riogrande II está ubicado a 2150 m s.n.m., al noroccidente de Medellín (Antioquia, Colombia), en jurisdicción de los municipios de Don Matías, San Pedro, Belmira, Santa Rosa de Osos y Entrerrianos, entre las coordenadas 75°32'-75°26' W

y 6°33'-6°28' N. Tiene un volumen, hasta la cota de vertedero (2270 m s.n.m.) de 240 millones m³, una profundidad máxima de 50 m y un caudal aproximado de 35 m³ seg⁻¹, en la captación. Capta las aguas de un área media de drenaje de 1214 ha, recibiendo, principalmente las aguas de los ríos Grande y Chico y de la quebrada Las Ánimas, cuenca del río Grande. El embalse fue construido para generación hidroeléctrica, abastecimiento de agua potable y para contribuir al saneamiento del río Medellín y en su área de influencia se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, con uso de agroquímicos.

Para recabar la información se seleccionaron cinco estaciones de muestreo (Figura 1) localizadas al ingreso (1) y al final (2) del brazo del río Chico, en la torre de captación (3), al final del brazo de la quebrada Las Ánimas (4) y al final del brazo del río Grande (5).

Muestreo

La recolección de muestras de fitoplancton para el análisis cualitativo se realizó mensualmente entre agosto de 2011 y agosto de 2012. La colecta se efectuó mediante arrastres horizontales superficiales de cinco minutos con red de plancton (malla de 30 µm de poro). Las muestras obtenidas fueron fijadas con una solución acuosa de formalina al 4 %. Para la cosecha cuantitativa (con la que se complementó el análisis cualitativo) se retiraron muestras de tres profundidades de la zona fótica las cuales se definieron a partir de los resultados de transparencia (D_{sd}): subsuperficie, 10 % ($D_{sd} \times 1,35$) y 1 % ($D_{sd} \times 2,70$) de irradiancia incidente, utilizando una botella van Dorn de cinco litros. El material colectado fue fijado con una solución de lugol acidificada con ácido acético.

Análisis de las muestras

Las muestras se observaron en un microscopio fotónico. La información de las características métricas se obtuvo mediante el uso de fotomicrografías y el programa de morfometría geométrica TPSdig2. La identificación y descripción taxonómica se realizó

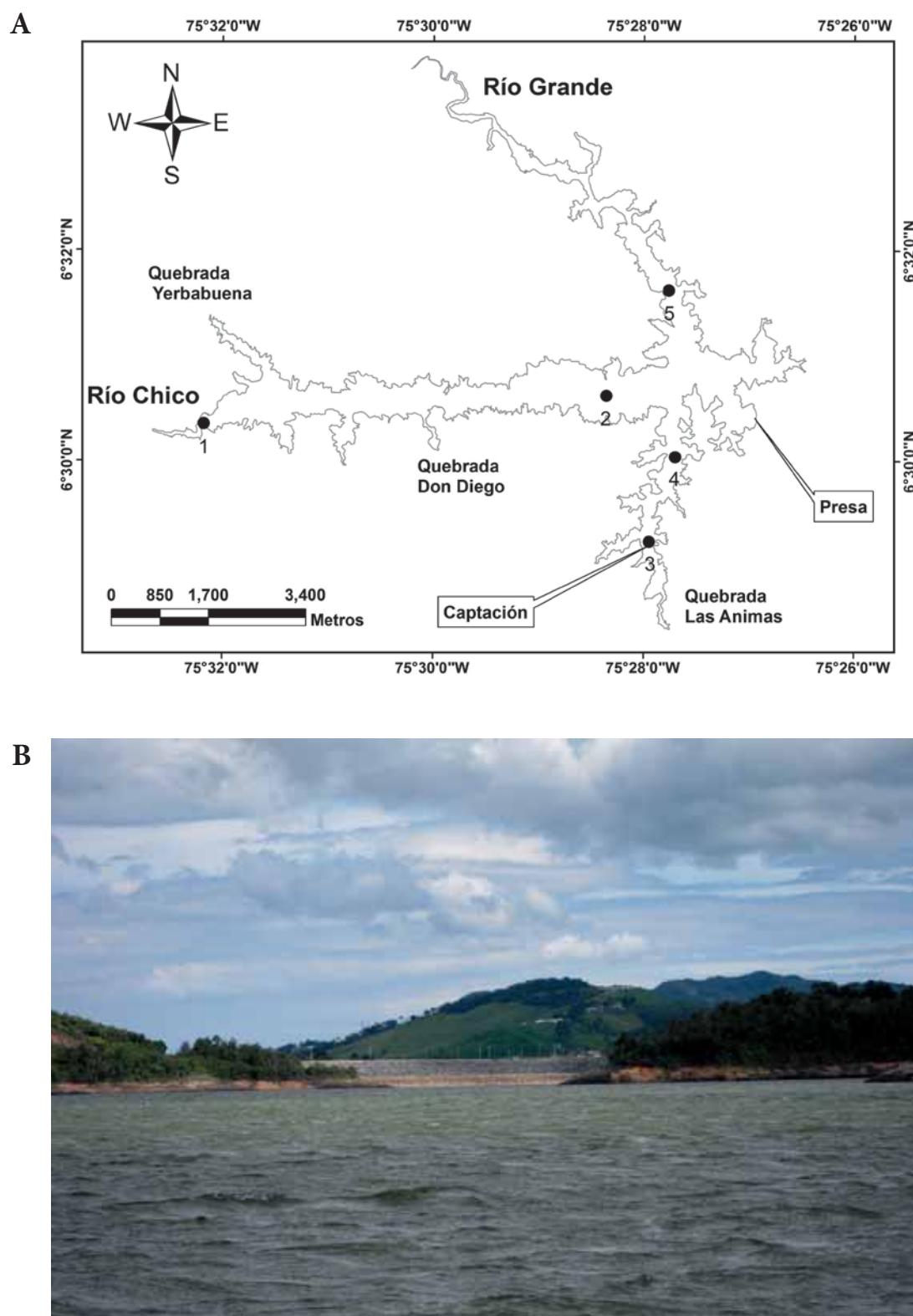


Figura 1. A) Ubicación geográfica del embalse Riogrande II y localización de las estaciones de muestreo. B) Foto del embalse Riogrande II.

siguiendo el concepto de morfoespecie y utilizando, principalmente, las claves dicotómicas presentes en West *et al.* (1923), Uherkovich (1966), Teiling (1967), Fott (1969), Prescott *et al.* (1972, 1975, 1982), Hindák (1977, 1984, 1988), Ettl (1983), Komárek y Fott (1983), Sant'Anna (1984), Hegewald y Silva (1988), Comas (1996), Castro y Bicudo (2007) y Loaiza-Restano (2013). La clasificación taxonómica se basó en el sistema de Cavalier-Smith (1981) y la nomenclatura fue actualizada de acuerdo a la base de datos del listado mundial de algas Algaebase (www.algaebase.org).

El material se encuentra depositado en la colección del Laboratorio de Limnología Básica y Experimental y Biología y Taxonomía Marina de la Universidad de Antioquia, Colombia (CLUA).

Resultados

En total se identificaron 48 especies, de las cuales 13 correspondieron a variedades taxonómicas típicas de sus respectivas especies y cinco a variedades no típicas. La división Charophyta estuvo representada por 15 especies, Chlorophyta por 29 y una variedad y Cryptophyta por 4 especies.

Charophyta

Closterium acutum (Lyngb.) Brébisson ex Ralfs 1848 var. *acutum* (Figura 2a).

Célula 27,9-36,4 veces más larga que ancha, curvatura 40°-60°, ápice gradualmente atenuado. Dimensiones: 47,7-73,8 x 1,7-2,0 µm.

Comentarios: el largo celular de algunos de los ejemplares estuvo por debajo del límite inferior reportado por Prescott *et al.* (1975) para la especie (70 µm) y en general, el ancho celular fue menor al límite inferior de lo indicado en la descripción original (3 µm).

Closterium striolatum Ehrenberg var. *subtruncatum* (West et West) Krieger 1937 (Figura 2b).

Célula 20 veces más larga que ancha, curvatura 70°, ápice ligeramente engrosado; pared celular

con delicadas estrías, bandas de cintura ausentes. Dimensiones: 465,1 x 23,5 µm.

Comentarios: el único ejemplar encontrado mostró una longitud levemente mayor al límite superior referenciado por Prescott *et al.* (1975) para la especie (453 µm).

Actinotaenium aff. cucurbita (Brébisson ex Ralfs) Teiling 1954dos (Figura 2c).

Célula 1,8 veces más larga que ancha; constricción media poco profunda; semicélulas ligeramente convexas, estrechándose hacia el ápice truncado; pared celular con puntos en líneas horizontales. Dimensiones: 28,98 x 16,31 µm.

Comentarios: no se observaron los cloroplastos.

Cosmarium contractum Delponte var. *minutum* (Delponte) West et West 1905 (Figura 2d).

Célula 1,6 veces más larga que ancha; constricción media muy profunda, seno medio ampliamente abierto; semicélulas circulares en vista frontal; cloroplasto axial con un pirenoide central y placas amplias radiadas. Dimensiones: 15,3 x 9,4 µm.

Cosmarium quadratulum (Gay) De Toni 1889 var. *quadratulum* f. *quadratulum* (Figura 2e).

Célula 1,8 veces más larga que ancha; constricción media bastante profunda, linear; cloroplastos axiales, con un pirenoide central cada uno; margen superior de la semicélula con una concreción mediana rasa. Dimensiones: 17,1 x 9,7 µm, istmo 5,4 µm.

Staurastrum americanum West et West 1905 var. *americanum* f. *americanum* (Figura 2f).

Célula 1,1-1,5 veces más larga que ancha excluyendo procesos; concreción media moderada, seno medio formando una "U" ó "V"; semicélulas obsemicirculares, con el ápice algo convexo, liso; procesos con márgenes crenadas, 3-4-espinados en los extremos. Vista apical elíptica, 2-angular. Dimensiones: 21,1-28,6 x 15,0-20,3(24,0) µm (sin

procesos); (45,2)49,0-71,1(75,7) x 35,1-56,3 μm (con procesos); istmo: 10,7-14,1(15,1) μm .

Comentarios: en general, las dimensiones sin procesos y el ancho celular con procesos son menores a las descritas en la literatura. Así mismo, el largo con procesos es menor en algunos ejemplares (29-31 x 26 μm sin procesos; 61-75 x 90 μm con procesos) (Prescott *et al.* 1982). Aunque según la descripción, los procesos son 3-espinados en los extremos, se observaron algunos ejemplares con cuatro espinas.

Staurastrum chaetoceras (Schröder) G.M. Smith 1924 var *chaetoceras* (Figura 2g).

Célula 1,2-1,8 veces más larga que ancha excluyendo procesos; constricción media superficial, seno medio formando una “U” ó “V”; semicélulas claramente 3-angulares, márgenes laterales divergentes, ápice recto en el sector medio; procesos divergentes, márgenes crenadas, series anulares de pequeñas espinas alrededor, 3-espinados en los extremos. Vista apical 3-angular. Dimensiones: 21,0-26,0(30,9) x (13,7)14,7-20,9 μm (sin procesos); (45,0)49,7-65,2 x (32,2)41,0-50,0(61,4) μm (con procesos); istmo: 7,8-11,0 μm .

Comentarios: aunque esta especie es 2-radiada, Brook (1958) ilustró una forma (facies) de tres radios (*triradiata*) que concuerda con el material analizado. En algunos ejemplares, el largo celular sin procesos está por encima del límite superior (22 μm) y/o el ancho sin procesos por debajo del límite inferior (19 μm). En general, la amplitud del istmo es superior (5,5-7,0 μm), al rango descrito (Prescott *et al.*, 1982).

Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs 1848 var *gracile* (Figura 2h).

Célula 1,0-2,0 veces más larga que ancha excluyendo procesos; constricción media superficial, seno medio formando una “U” ó “V”; semicélulas ciatiformes, márgenes basales primero ligeramente convexas, después divergentes entre sí, ápice convexo a casi recto; procesos horizontalmente dirigidos a levemente divergentes, márgenes crenados, 4-7 series de gránulos alrededor, extremos 4-dentados;

vista apical 3-angular. Dimensiones: (18,0)20,2-29,3 x (12,9)14,1-26,5 μm (sin procesos); (45,8)50,4-83,4(95,3) x 33,1-69,9(78,2) μm (con procesos); istmo: 7,8-14,9(15,2) μm .

Comentarios: las dimensiones de los ejemplares no coinciden con las registradas por Prescott *et al.* (1982), siendo menores el largo y el ancho celular sin procesos (32,0-36,0 x 25,0 μm) y en algunos individuos, mayor el istmo (8,0-10,0 μm).

Staurastrum muticum (Brébisson) Ralfs 1848 var *muticum* f. *muticum* (Figura 2i).

Célula 1,1-1,5 veces más larga que ancha; constrictión media profunda, seno medio abierto, ápice redondeado; semicélulas transversalmente elípticas a reniformes, margen ampliamente convexa. Vista apical 3-4-angular, márgenes cóncavas, ángulos ampliamente redondeados; pared celular lisa. Dimensiones: (19,2)21,5-28,7 x 16,9-23,0(24,3) μm .

Comentarios: los ejemplares presentaron un notable polimorfismo, especialmente en relación a la profundidad de la constrictión media de las células, del seno medio y de los ángulos de las semicélulas.

Staurastrum paradoxum Meyen ex Ralfs 1848. (Figura 2j).

Célula 0,5-0,8 veces más larga que ancha excluyendo procesos; constrictión media moderada, seno medio formando una “U” ó “V”; semicélulas ciatiformes, márgenes laterales poco convexas, lisas a moderadamente onduladas, ápice convexo a casi recto; procesos hacia arriba, márgenes crenadas, 5-7 series de gránulos alrededor, 3-4-dentados en los extremos. Vista apical 3-4-angular. Dimensiones: (20,4)22,3-29,0(30,9) x (31,4)34,1-46,5(54,6) μm (sin procesos); (49,0)61,7-81,4(93,9) x (37,2)44,1-70,6(78,2) μm (con procesos); istmo: (9,1)10,0-13,8(15,5) μm .

Staurastrum trifidum Nordstedt (1869) 1870 var *glabrum* Lagerheim 1885 (Figura 2k).

Célula casi tan larga como ancha; constrictión media moderada a profunda, seno medio formando

una “U” ó “V”; semicélulas subcuneadas, márgenes laterales convexas, lisas, ápice convexo a casi recto, ángulos apicales truncados, con tres espinas dirigidas hacia la semicélula opuesta. Vista apical 3-angular. Dimensiones: 35,1-39,7 x 30,6-31,5 μm (sin espinas), 35,0-36,0 μm (con espinas); istmo: 15,3-15,5 μm .

Comentarios: en general, las dimensiones sin espinas son superiores a las descriptas por otros autores: 29 x 20,5-25 μm . (Prescott *et al.* 1982).

Staurastrum sp. (Figura 2l).

Célula 0,6-1,0 veces más larga que ancha excluyendo procesos; constricción media profunda, seno medio formando una “U” ó “V”; semicélula obtrapezoidal, con el ápice algo saliente, truncado, márgenes laterales suavemente convexas. Vista apical elíptica 2-angular, procesos con anillos paralelos de gránulos, ápice 4-espinado. Dimensiones: (19,2)22,5-28,6 x (12,6)15,0-22,0 μm sin procesos; 45,6-71,6(76,8) x 30,8-55,3(61,0) μm con procesos; istmo: (7,5)9,5-13,5(15,0) μm .

Comentarios: probablemente se trate de una especie nueva para la ciencia. Esta afirmación se debe a que son relativamente pocas las especies de *Staurastrum* con vista apical 2-angular y esta especie difiere de todas las descritas en la literatura en que las semicélulas son obtrapezoidales. Puede, hasta cierto punto, ser comparada con *S. natator* var. *crassum* West et West 1896; más es suficientemente diferente, ya que la pared de las semicélulas es lisa, sin ningún tipo de decoración. *S. natator* var. *crassum* tiene la pared de las semicélulas extremadamente prominente y decorada con un círculo de gránulos diminutos que envuelven otros tres en el centro.

La confirmación dependerá de la ratificación de las características diagnósticas en un número mayor de individuos.

Staurodesmus cuspidatus (Brébisson) Teiling 1967 (Figura 2m).

Célula 0,6-1,2 veces más larga que ancha; semicélulas 3-angulares, base más o menos alargada, formando un istmo cilíndrico, margen apical angular, ligeramente cóncava y superficie apical inflada a ligeramente convexa; espinas paralelas, convergentes o divergentes. Dimensiones: (12,9)15,3-23,7 x 16,9-21,4(23,1) μm ; istmo: (5,3)7,0-9,4 μm .

Comentarios: la mayoría de los ejemplares presentaron una longitud menor al límite inferior (22 μm) descrito (Teiling 1967).

Gonatozygon pilosum Wolle 1882 (Figura 2n).

Célula cilíndrica, 13 veces más larga que ancha, ápice truncado y levemente dilatado; pared densamente cubierta por pequeñas espinas rectas, como pelos; varios pirenoides (5 a 6) por cloroplasto. Dimensiones: 100,9 x 7,9 μm .

Elakatothrix gelatinosa Wille 1898 (Figura 2o).

Colonia mucilaginosa elipsoidal; células fusiformes; multiplicación por división transversal de las células en diagonal una frente a otra; cloroplasto único parietal con un pirenoide. Dimensiones: (8,3)10,6-22,1 x (1,9)2,5-4,9 μm .

Comentarios: en algunos ejemplares observados tanto el largo como el ancho celular estuvieron por debajo de los límites inferiores (9 μm y 4 μm , respectivamente) mencionados por otros autores (Ferragut *et al.* 2005, Fernandes y Bicudo 2009).

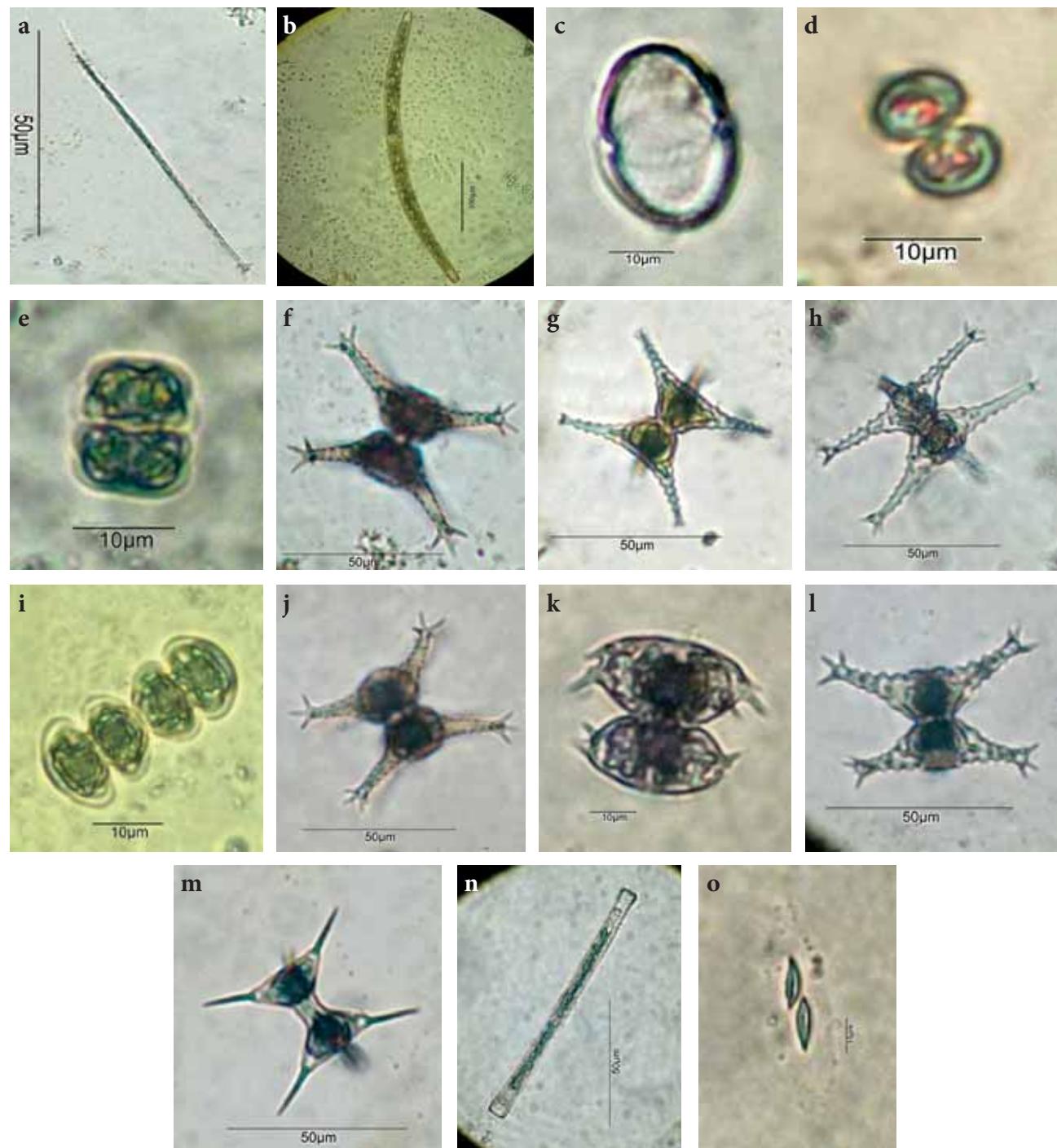


Figura 2. Charophyta: a) *Closterium acutum*; b) *C. striolatum*; c) *Actinotaenium* aff. *cucurbita*; d) *Cosmarium contractum*; e) *C. quadratulum* var. *quadratulum* f. *quadratulum*; f) *Staurastrum americanum* var *americanum* f. *americanum*; g) *S. chaetoceras* var *chaetoceras*; h) *S. gracile* var *gracile*; i) *S. muticum* var. *muticum* f. *muticum*; j) *S. paradoxum*; k) *S. trifidum* var. *glabrum*; l) *Staurastrum* sp.; m) *Staurodesmus cuspidatus*; n) *Gonatozygum pilosum*; o) *Elakatothrix gelatinosa*.

Chlorophyta

Chlamydomonas microsphaera Pascher et Jahoda 1928 (Figura 3a).

Células ampliamente ovadas a esféricas; polo anterior con papila, a veces poco diferenciada; pared celular gruesa; cloroplasto poculiforme con un pirenoide basal; flagelos cerca del doble de la longitud de la célula. Dimensiones: 7,1-9,7(10,4) μm diámetro.

Comentarios: aunque se trata de una especie de hábito solitario, se encontraron algunas agrupaciones de cuatro células, que posiblemente correspondan a la formación de células-hijas que permanecen temporalmente en el interior de la pared de la célula.

Chlamydomonas microsphaerella Pascher et Jahoda 1928 (igura 3b).

Células esféricas, sin papila; pared celular de espesura variada; cloroplasto poculiforme con un pirenoide basal, dos vacuolas pulsátiles apicales; flagelos cerca del doble de la longitud de la célula. Dimensiones: 5,0-11,3(13,6) μm diámetro.

Comentarios: según Ettl (1983), la pared celular es delgada; sin embargo, en algunos ejemplares se observó una pared gruesa. Para algunos individuos se ampliaron los límites del diámetro citados en la literatura (6,0-8,0 μm). Pese a ser una especie de hábito solitario, se encontraron algunas agrupaciones de 2, 4, 8 células, que posiblemente corresponden a la formación de células-hijas que permanecen temporalmente en el interior de la pared de la célula madre.

Chlamydomonas praecox Pascher 1943 (Figura 3c).

Células esféricas; polo anterior con una papila, a los lados de la cual emergen los flagelos; pared celular gruesa; cloroplasto poculiforme hasta casi en forma de “U”, un pirenoide basal. Dimensiones: 17,0 μm diámetro.

Comentarios: se amplía el límite inferior (18 μm) del diámetro reportado por Ettl (1983).

Gonium cf. octonarium Pocock 1955 (Figura 3d).

Cenobio hexagonal; ocho células de diferentes dimensiones, 2 pequeñas centrales y 6 más grandes periféricas, muy juntas, aplazadas; cloroplasto poculiforme con un pirenoide. Dimensiones: diámetro celular de las células periféricas 3,3-7,2 μm .

Comentarios: en general, el ancho celular fue menor (9,0 μm) al reportado por Ettl (1983)

Gonium pectorale O. F. Müller 1773 (Figura 3e).

Cenobio elipsoidal a esférico; de 8, a 32 células, dispuestas casi $\frac{1}{3}$ parte centralmente y las demás periféricamente, separadas a juntas, casi esféricas; flagelos 2 a más veces el diámetro celular; estigma fuerte; cloroplasto poculiforme con un pirenoide basal. Dimensiones: diámetro celular (4,6)5,0-12,6 μm .

Comentarios: se encontraron algunos ejemplares con impregnaciones de sales de hierro en la pared.

Phythelios viridis Frenzel 1891 (Figura 3f).

Células aisladas, esféricas; pared celular con setas, uniformemente distribuidas y de tamaño similar en cada célula; cloroplasto poculiforme. Dimensiones: 12,1-14,6(17,3) μm diámetro; setas 2,0-32,1 μm longitud.

Comentarios: en algunos ejemplares se observaron dimensiones mayores a las referidas en la literatura (Sant'Anna 1984): diámetro celular: 14 μm y setas largo: hasta 25 μm . Numerosos autores refieren esta especie como *Golenkinia viridis* (Frenzel) Printz; sin embargo, este epíteto específico está actualmente aceptado para *P. viridis*. Además, entre los géneros *Golenkinia* y *Phythelios*, la única diferencia morfológica es la presencia de pirenoide en el primero de ellos, y debido a que no observaron estas estructuras en los ejemplares colectados, se optó por el género *Phythelios*.

Monoraphidium tortile (West y West) Komárová-Legnerová 1969 (Figura 3g).

Células elongado-fusiformes, 5,2-12,0 veces más largas que anchas, rectas a levemente sigmoides; polos puntiagudos; cloroplasto parietal sin pirenoide. Dimensiones: (8,6)11,0-28,2(35,9) x 1,2-3,9(5,0) µm.

Comentarios: algunos ejemplares con dimensiones superiores (30 µm-3,6 µm), a las registradas por otros autores (Komárová-Legnerová 1969, Komárek y Fott 1983 y Comas 1996).

Ankyra judayi (G.M. Smith) Fott 1957 (Figura 3h).

Células elongado-fusiformes, 5,0-11,0 veces más largas que anchas, rectas a levemente curvadas; extremo basal bifurcado; cloroplasto parietal con pirenoide. Dimensiones: (16,9)21,0-33,4(37,8) x 3,0-3,7(5,3) µm.

Comentarios: algunos ejemplares mostraron una longitud inferior al límite menor referido en la literatura (Komárek y Fott 1983, Hindák 1988, Comas 1996).

Monactinus simplex (Meyen) Corda var. *sturmii* (Reinsch) Pérez, Maidana et Comas 2009 (Figura 3i).

Cenobio circular de 16 células, ordenadas concéntricamente, las marginales con la base truncada, márgenes convexas y un proceso apical fino que se proyecta hacia el exterior, las internas con las márgenes levemente convexas a casi rectas. Dimensiones: células: 9,9-12,9 x 8,1-10,2 µm.

Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E. Hegewald 2005 (Figura 3j).

Cenobio aplanado, redondeado, de ocho células, no perforado o con diminutos espacios intercelulares; células poligonales, bilobadas, con dos proyecciones cortas, truncadas en los extremos, con un pirenoide; pared celular granulosa. Dimensiones: células 6,2-8,3 x 5,1-6,2 µm.

Comentarios: la fuerte impregnación de sales de hierro en la pared celular, impidió la observación de características diagnósticas para reconocer

variedades. El largo celular algo menor que el citado para las diferentes variedades (6,5 µm) y en general, el ancho celular (mínimo 6,8 µm) fue menor al descrito (Comas 1996, Loaiza-Restano 2013).

Eutetramorus globosus Walton 1918 (Figura 3k).

Colonias generalmente esféricas, eventualmente irregulares, compuestas por (2-)4-8(-16) células y a veces por algunas subcolonias, envoltura mucilaginosa incolora, bien diferenciada; células esféricas, reunidas o principalmente dispuestas en anillo en la periferia del mucílago; cloroplasto poculiforme con un pirenoide. Dimensiones: diámetro celular: (3,7)4,2-11,9 µm.

Comentarios: algunos ejemplares presentaron un diámetro menor al descrito (5 µm) en Komárek y Fott (1983). En varias colonias se observaron impregnaciones de sales de hierro en la pared celular.

Coelastrum microporum Hantzsch in Rabenhorst 1866 var. *microporum* (Figura 3l).

Cenobio esférico; ocho células esféricas, unidas lateralmente por la pared. Dimensiones: diámetro celular: 4,9-8,5 µm.

Comentarios: se encontraron ejemplares con impregnaciones de sales de hierro en la pared.

Coelastrum microporum Hantzsch in Rabenhorst 1866 var. *octaedricum* (Skuja) Sodomkova 1972 (Figura 3m).

Se diferencia de la variedad tipo de la especie porque el cenobio es octaedrico y por el mayor tamaño de las células. Dimensiones: diámetro celular: 9,3-11,1 µm diámetro.

Comentarios: impregnaciones de sales de hierro en la pared.

Desmodesmus opoliensis (P.G. Richter) E. Hegewald var. *mononensis* (Chodat) E. Hegewald 2000 (Figura 3n).

Cenobios de cuatro células alineadas; células más o menos elipsoidales, unidas por casi toda la longitud

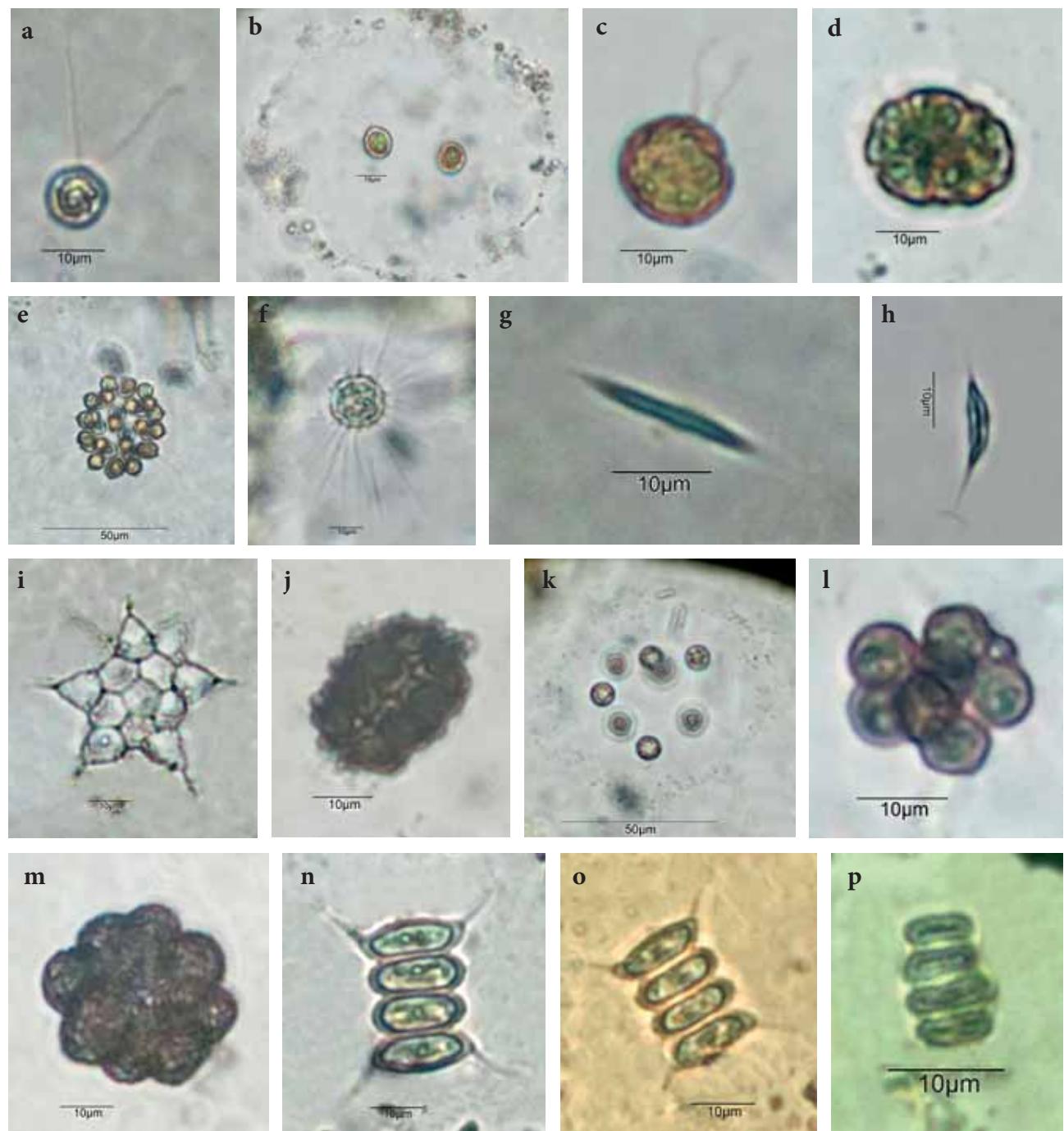


Figura 3. Chlorophyta: a) *Chlamydomonas microsphaera*; b) *C. microsphaerella*; c) *C. praecox*; d) *Gonium cf. octonarium*; e) *G. pectorale*; f) *Phythelios viridis*; g) *Monoraphidium tortile*; h) *Ankyra judayi*; i) *Monactinus simplex* var. *sturmii*; j) *Pseudopediastrum boryanum*; k) *Eutetramorus globosus*; l) *Coelastrum microporum* var. *microporum*; m) *C. microporum* var. *octaedricum*; n) *Desmodesmus opoliensis* var. *mononensis*; o) *D. perforatus* var. *perforatus*; p) *Scenedesmus ellipticus*.

celular, las interiores con ambas caras casi rectas y las marginales arqueadas a convexas en sus caras externas; cuatro espinas en los polos de las células marginales; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: (11,5)12,5-17,3(19,2) x (3,3)4,4-6,6(7,3) μm ; espinas: 6,0-14,2 μm longitud.

Desmodesmus perforatus (Lemmermann) E. Hegewald 2000 var. *perforatus* (Figura 3o).

Cenobios de cuatro células alineadas; células más o menos cilíndricas, las interiores con ambas caras levemente cóncavas y las marginales levemente convexas en sus caras externas; polos celulares poco engrosados, tocándose uno con otro, formando espacios intercelulares; espinas en los polos de las células marginales; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: 9,9-12,9 x 2,2-3,2 μm ; espinas hasta 12,9 μm longitud; espacios intercelulares: 0,6-1,2 μm ancho.

Comentarios: ejemplares con ancho celular e intercelular menor a los referidos en la literatura: 3 μm y 2,5 μm , respectivamente (Uherkovich 1966, Komárek y Fott 1983, Sant'Anna 1984, Hegewald y Silva 1988, Comas 1996).

Scenedesmus ellipticus Corda 1835 (Figura 3p).

Cenobios de cuatro células alineadas; células más o menos cilíndricas, con la cara interna levemente cóncava, las interiores de mayor longitud y las marginales levemente convexas en sus caras externas; polos celulares redondeados, tocándose uno con otro, formando espacios intercelulares; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: 5,2-11,7 x 1,3-3,6 μm ; espacios intercelulares 1,1-1,2 μm ancho.

Comentarios: algunos de los ejemplares mostraron dimensiones menores a los límites inferiores referidos en Godinho *et al.* (2010) y Ramos *et al.* (2015): largo 7,5 μm , ancho 2,5 μm .

Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat 1926 (Figura 4a).

Cenobio de cuatro células alineadas; células oblongas, las marginales arqueadas, marcadamente convexas

en sus caras externas; polos celulares redondeados; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: 8,5-9,0 x 2,5-3,2 μm .

Tetrastrum komarekii Hindák 1977 (Figura 4b).

Cenobio aplanado, más o menos cuadrado; cuatro células 3-angulares a trapezoides, caras externas convexas; pared celular lisa; cloroplasto parietal, sin pirenoide. Dimensiones: célula 7,7-13,6 x 4,7-11,5 μm .

Comentarios: todos los individuos se observaron con impregnación de sales de hierro en la pared.

Chlorolobion braunii (Nägeli) Komárek 1979 (Figura 4c).

Células fusiformes, 3,4-5,8 veces más largas que anchas, rectas a levemente curvadas; polos puntiagudos a redondeados; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: (9,9)12,4-28,0(30,1) x (2,1)2,6-5,8 μm .

Comentarios: según Heyning y Krienitz (1982) y Krienitz *et al.* (2011) la mayoría de las especies de este género, y en particular esta especie, pertenecen al género *Monoraphidium*, por lo que frecuentemente se encuentra en la literatura como *Monoraphidium braunii* (Nägeli) Komárková-Legnerová 1969. Sin embargo, en la base de datos mundial Algaebase aparece como nombre aceptado *C. braunii* y *M. braunii* como sinónimo holotípico.

Eudorina elegans Ehrenberg 1831 (Figura 4d).

Cenobio elipsoidal a casi esférico; (8)32(64) células en coronas regulares, ubicadas a intervalos aproximadamente iguales, perpendicularmente al eje longitudinal del cenobio; células esféricas, más o menos iguales; pared celular sin papilas; cloroplasto poculiforme con uno a varios pirenoides; un estigma, dos vacuolas pulsátiles apicales. Dimensiones: diámetro celular: 5,4-15,7(19,1) μm .

Comentarios: aunque según la descripción de Ettil (1983), el número mínimo de células en el cenobio es de 16, entre los ejemplares observados se encontraron cenobios de ocho células. La mayoría de los cenobios

con células de un diámetro menor al descripto (12 μm). Algunos de los individuos encontrados con impregnaciones de sales de hierro en la pared.

Eudorina unicocca G. M. Smith 1931 (Figura 4e).

Cenobio elipsoidal, ovoide-elipsoidal a casi esférico, mínimo 64 células en coronas regulares; células esféricas a ligeramente ampuliformes, las de la corona anterior levemente menores; cloroplasto poculiforme, un pirenoide basal; estigma claramente diferenciado en las células más superficiales. Dimensiones: diámetro celular: (4,1)6,1-10,0 μm .

Comentarios: según Ettl (1983), el máximo de células en el cenobio es de 32, pero todos los ejemplares observados tenían entre 64 y alrededor de 128 células, lo que podría deberse a estados reproductivos en los que los autocenobios no se han separado del cenobio madre. Algunos de los cenobios mostraron células de un diámetro menor al descrito (5,5 μm). Algunos ejemplares se encontraron con impregnaciones de sales de hierro en la pared.

Parachlorella kessleri (Fott et Nováková) Krienitz, E.H. Hegewald, Hepperle, V. Huss, T. Rohr et M. Wolf 2004 (Figura 4f).

Células esféricas, aisladas o eventualmente en pequeños agregados; pared celular delgada; cloroplasto ocupa casi totalmente la célula dejando una pequeña abertura, un pirenoide. Dimensiones: 7,5-9,3 μm diámetro.

Chlorella vulgaris Beijerinck 1890 var. *vulgaris* (Figura 4g).

Células esféricas, aisladas; pared celular delgada; cloroplasto acopado que ocupa $\frac{3}{4}$ de la célula, con un pirenoide. Dimensiones: 7,6-9,7 μm diámetro.

Mucidosphaerium pulchellum (Wood) C. Bock, Proschold et Krienitz 2011 (Figura 4h).

Colonias esféricas a ovoides, formadas por hasta 35 grupos de cuatro células ovales a elípticas, unidas por hilos de mucílago; cloroplasto poculiforme con un pirenoide. Dimensiones: diámetro celular: 2,1-5,6 μm diámetro.

Comentarios: se amplían los límites de las dimensiones referidas en la literatura (Komárek y Fott 1983, Sant'Anna 1984, Comas 1996), diámetro celular: desde 2,5 μm .

Nephrocytium allantoideum Bohlin 1897 (Figura 4i).

Colonias hialinas de 2-8 células; células 2-4 veces más largas que anchas, más o menos cilíndricas, marcadamente arqueadas; extremos con polos redondeados; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: (9,6)10,3-19,1 x (2,8)3,3-6,0(7,1) μm .

Comentarios: numerosos ejemplares presentaron una menor longitud que la reportada por Komárek y Fott (1983) y por Comas (1996) y en algunos, las células fueron más anchas que el límite superior establecido para la especie (5 μm).

Nephrocytium perseverans Printz 1914 (Figura 4j).

Colonias de 2-8 células; células 1-3 veces más largas que anchas, ovales a reniformes; extremos con polos ampliamente redondeados; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: (5,9)8,1-13,7(15,0) x (4,4)5,2-8,4(9,5) μm .

Comentarios: para algunos ejemplares se ampliaron los límites de las dimensiones celulares referidas en Komárek y Fott (1983) para la especie (8,4-14 x 2-8,3 μm).

Oocystis lacustris Chodat 1897 (Figura 4k).

Células aisladas o formando colonias de 2-16 células, a veces diferentes generaciones con envolturas individuales bien delimitadas; células irregularmente distribuidas en un mucílago que puede o no tener engrosamientos polares, células elípticas a ovales, polos aguzados a redondeados, con o sin nódulos polares; 1-4 cloroplastos parciales, con o sin pirenoide. Dimensiones: células (5,3)6,1-13,7(14,7) x (3,0)4,0-8,0(10,6) μm .

Comentarios: debido a que la única diferencia descrita entre esta especie y *O. parva* West et West es la forma de liberación de las autosporas (Fott 1969, Komárek y Fott 1983, Comas 1996), a que no fue posible observar esta característica, y que según Stoyneva

et al. (2007) *O. parva* es sinónimo de *O. lacustris*, se decidió incluir a todos los ejemplares encontrados dentro de esta especie.

Oocystis solitaria Wittrock in Wittrock y Nordstedt 1879 (Figura 41).

Células aisladas, elípticas a ovales, polos redondeados con engrosamientos polares; numerosos cloroplastos poligonales con un pirenoide. Dimensiones: 12,3-13,2 x 7,6-8,6 µm.

Selenoderma malmeana K. Bohlin 1897 (Figura 4m).

Colonias de hasta 200 células; células anchas, semilunares, arciformes, lados cóncavo y convexo formando arcos de lados regulares, contorno irregular; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: diámetro celular (4,0)5,0-9,0(10,9) µm.

Botryococcus braunii Kützing 1849 (Figura 4n).

Colonias globosas, compuestas por densas agregaciones de grupos de cuatro células elípticas, unidas por hilos de mucílago; envoltura mucilaginosa de coloración oscura, envolviendo casi completamente las células, dejando libre el extremo redondeado. Dimensiones: células 3,5-7,2 x 2,3-5,3 µm.

Comentarios: en algunos ejemplares las dimensiones celulares fueron algo menores a las descritas en la literatura: largo: 5,7 µm y ancho: 2,5 µm. (Komárek y Fott 1983, Sant'Anna 1984).

Cryptophyta

Cryptomonas erosa Ehrenberg 1838 var. *erosa* (Figura 5a).

Célula elíptica, 1,2-2,1 veces más larga que ancha, obovada a ovada; polo anterior oblicuamente truncado, porción dorsal formando o no rostro evidente; polo posterior redondeado-afilado; dos cromoplastos dorsiventrales, pirenoides ausentes; citofaringe casi siempre evidente; corpúsculos de Maupa, normalmente presentes; dos flagelos subapicales, diferente tamaño. Dimensiones: (12,4)14,1-23,7 x (7,4)8,5-15,9(17,8) µm.

Comentarios: se amplió el límite inferior del largo celular (13 µm) reportado en la literatura (Castro y Bicudo 2007).

Cryptomonas marssonii Skuja 1948 (Figura 5b).

Célula de contorno subsigmoide, 1,2-2,2 veces más larga que ancha; polo anterior oblicuamente truncado, porción dorsal formando o no rostro evidente; polo posterior afilado, agudo, volteado hacia la face dorsal; dos cromoplastos laterales, pirenoides ausentes; citofaringe poco a muy evidente; corpúsculos de Maupa, a veces presentes; dos flagelos subapicales, tamaño similar. Dimensiones: (9,1)12,2-22,1(25,1) x 7,7-12,5(14,6) µm.

Comentarios: se amplió el límite inferior del largo (15 µm) y/o el límite superior del ancho celular (12 µm), según las dimensiones referidas en la literatura (Castro y Bicudo 2007).

Cryptomonas phaseolus Skuja 1948 (Figura 5c).

Célula oblonga a obovada, 1,3-1,8 veces más larga que ancha; polo anterior oblicuamente truncado, sin rostro; polo posterior redondeado; dos cromoplastos laterales, sin pirenoides; citofaringe evidente; corpúsculos de Maupa, a veces presentes; dos flagelos subapicales, tamaño similar. Dimensiones: 13,0-25,3 x 10,0-17,5 µm.

Comentarios: se ampliaron los límites superiores del largo (23 µm) y del ancho (13 µm) reportados por Castro y Bicudo (2007).

Goniomonas truncata (Fresenius) Stein 1878 var. *truncata* (Figura 5d).

Célula ovada, 1,4-2,5 veces más larga que ancha; polo anterior oblicuamente truncado, porción dorsal formando rostro evidente; polo posterior redondeado; dos flagelos subapicales, poco distintos entre sí. Dimensiones: 7,3-20,3 x (3,8)4,3-9,0(10,2) µm.

Comentarios: la mayoría de los ejemplares presentó un largo celular por debajo del límite inferior referido para la especie (12,2)15 µm (Castro y Bicudo 2007).

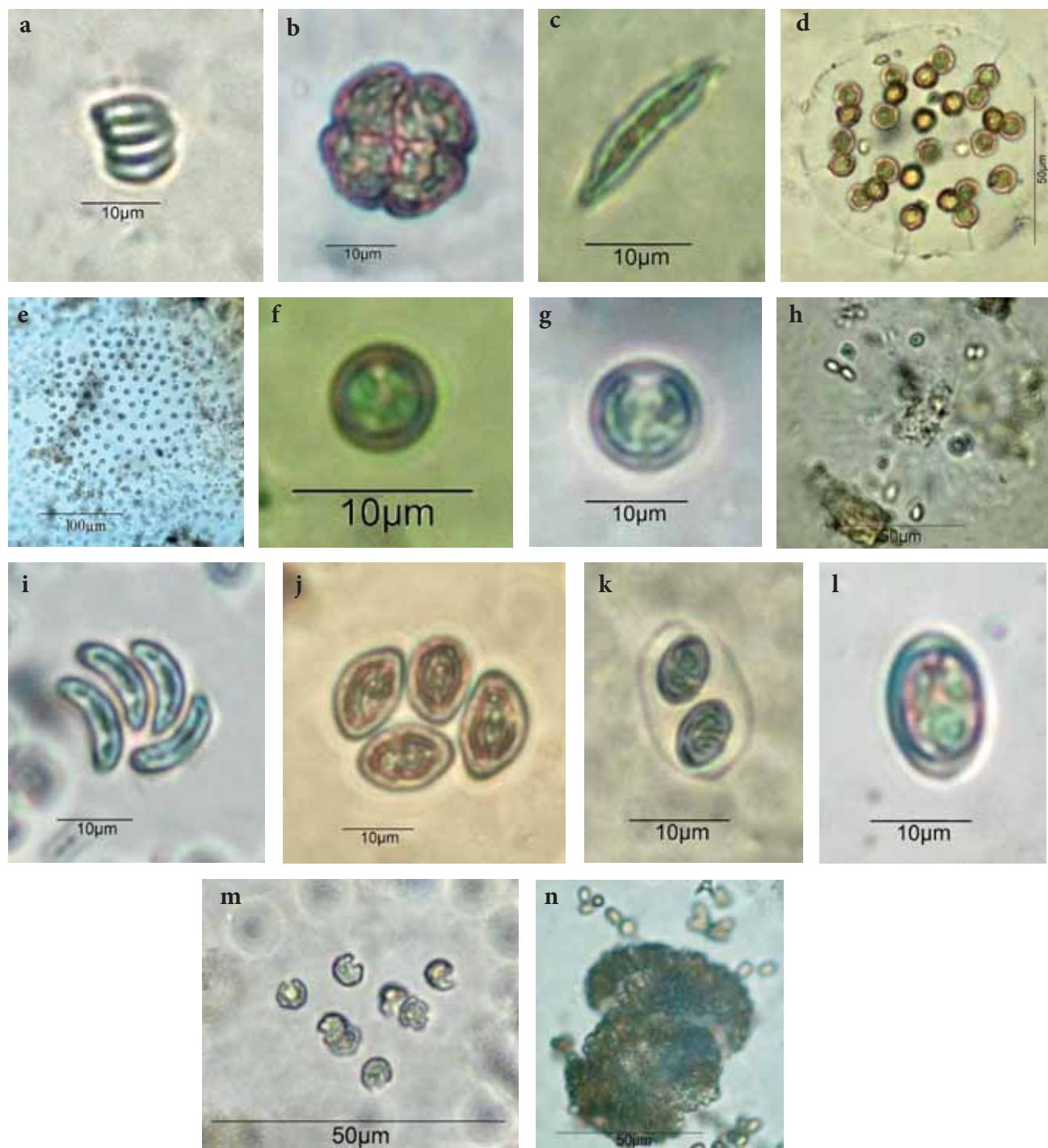


Figura 4. Chlorophyta: a) *Scenedesmus ecornis*; b) *Tetrastrum komarekii*; c) *Chlorolobion braunii* (o *Monoraphidium braunii*); d) *Eudorina elegans*; e) *E. unicocca*; f) *Parachlorella kessleri*; g) *Chlorella vulgaris*; h) *Mucidosphaerium pulchellum* var. *pulchellum*; i) *Nephrocytium allantoideum*; j) *N. perseverans*; k) *Oocystis lacustris*; l) *O. solitaria*; m) *Selenoderma malmeana*; n) *Botryococcus braunii*.

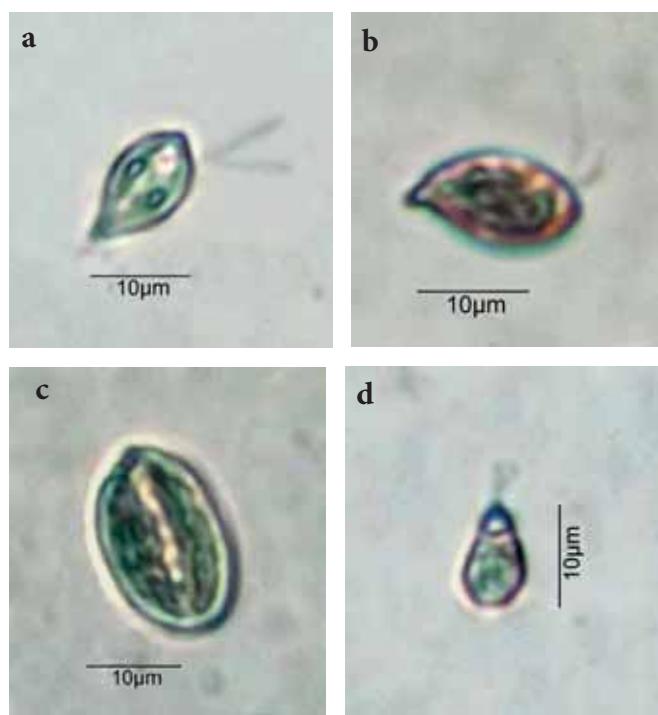


Figura 5. Cryptophyta: a) *Cryptomonas erosa* var. *erosa*; b) *C. marssonii*; c) *C. phaseolus*; d) *Goniomonas truncata* var. *truncata*.

Discusión y conclusiones

Un alto porcentaje (51 %) de las especies encontradas presentó diferencias leves con las dimensiones reportadas en la literatura. Así mismo, en algunas especies (4 %) se evidenciaron pequeñas variaciones con las características morfológicas referenciadas y un 6 % de las especies mostró claras diferencias en las dimensiones y en las características morfológicas. A pesar de ello, la evidencia reunida se consideró insuficiente para proponer otras categorías taxonómicas.

La causa más plausible de las diferencias registradas es el hecho de que todas ellas fueron identificadas sobre el material fijado, bien fuera con formalina o lugol acidificado. No obstante, es necesario aclarar que según Daufresne *et al.* (2009), una de las respuestas del fitoplancton al calentamiento global en los ecosistemas acuáticos, además de los cambios en la distribución de las especies y la fenología, es la disminución en el tamaño.

En algunas de las especies más abundantes como *Staurastrum paradoxum*, *S. muticum* var. *muticum* f. *muticum*, *Cryptomonas erosa*, *Oocystis lacustris* y *Selenoderma malmeana*, las diferencias morfológicas observadas, complicaron la determinación taxonómica. En el caso de *S. paradoxum*, *S. chaetoceras* var. *chaetoceras*, *S. gracile* var. *gracile*, *Elakatothrix gelatinosa*, *O. lacustris* y *S. malmeana*, la falta de uniformidad en la presentación de las descripciones y en las ilustraciones de las características diacríticas entre los autores, dificulta aún más la determinación.

Entre las especies encontradas, las de mayor frecuencia (>0.80) fueron *Staurastrum paradoxum*, *S. gracile* var. *gracile*, *S. muticum* var. *muticum* f. *muticum*, *Oocystis lacustris*, *Monoraphidium tortile*, *Parachlorella kessleri*, *Chlorolobion braunii* (o *Monoraphidium braunii*), *Cryptomonas erosa* var. *erosa*, *C. marsonii*, *Selenoderma malmeana* y *Staurodesmus cuspidatus*, siendo entre ellas *S. paradoxum* la de mayor aporte a la biomasa fitoplanctónica.

Cosmarium quadratum var. *quadratum* f. *quadratum*, *Staurastrum americanum* var. *americanum* f. *americanum* y *S. trifidum* var. *glabrum* de las Charophyta, *Chlamydomonas microsphaera*, *C. microsphaerella*, *C. praecox*, *Parachlorella kessleri*, *Chlorolobion braunii* (o *Monoraphidium braunii*), *Desmodesmus perforatus* var. *perforatus*, *Eutetramorus globosus*, *Gonium pectorale*, *Nephrocytium perseverans*, *Phythewlos viridis*, *Scenedesmus ellipticus*, *Selenoderma malmeana* y *Monactinus simplex* var. *sturmii* de las Chlorophyta y *Cryptomonas erosa* var. *erosa*, *C. phaseolus* y *Goniomonas truncata* var. *truncata* de las Cryptophyta, constituyen nuevos reportes para la fitoflora colombiana.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las Empresas Públicas de Medellín, por el financiamiento del programa de investigación “Estudio de las condiciones ambientales de tres embalses de Empresas Públicas de Medellín para la gestión integral y adecuada del recurso hídrico”, del cual hace parte el presente estudio, a Liliana Marcela Ospina Calle por la valiosa ayuda en la estimación de las características métricas de los ejemplares y a los evaluadores anónimos por las correcciones y observaciones al texto, las cuales mejoraron sustancialmente el artículo.

Bibliografía

- Aguirre, N., J. Palacio y J. Ramírez. 2007. Características limnológicas del embalse El Peñol-Guatapé, Colombia. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín* 6 (10): 53-66.
- Brook, A. J. 1958. Desmids from the plankton of some Irish loughs. *Proceeding of the Royal Irish Academy* 59B (6): 71-91.
- Bustamante-Gil, C., J. J. Ramírez-Restrepo, A. Boltovskoy y A. Vallejo. 2012. Spatial and temporal change characterization of *Ceratium furcoides* in the equatorial reservoir Riogrande II, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensis* 24 (2): 207-219.
- Canosa, A. y G. Pinilla. 2007. Relaciones entre las abundancias del bacteriplancton y del fitoplancton en tres ecosistemas léticos de los Andes Colombianos. *Revista de Biología Tropical* 55 (1): 135-146.
- Castro, A. A. J. y C. E. M. Bicudo. 2007. Flora fitoplánctonica do Estado de São Paulo. Cryptophyceae. Rima, FAPESP. São Paulo. 121 pp.
- Comas, A. 1996. Las Chlorococcales duliacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica* Band 99. Cramer, Stuttgart. 192 pp.
- Daufresne, M., K. Lengfellner y U. Sommer. 2009. Global warming benefits the small in aquatic ecosystems. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 106: 12788-12793.
- Duque, S. y J. Ch. Donato. 1988. Estudio del fitoplancton durante las primeras etapas de llenado del embalse de la Central Hidroeléctrica de Betania, Huila, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana* 1 (2): 29-52. Disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5090/3930>
- Ettl, H. 1983. *Chlorophyta I*. Phyomonadina. Pp. 14 – 807. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (Eds.) *SüBwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York.
- Fernandes S, C. E. M. Bicudo. 2009. Criptógamas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 26: Chlorophyceae (famílias Chlorococcaceae e Coccomyxaceae). *Hoehnea* 36 (1): 173-191.
- Fott, B. 1969. Studies in Phycology. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 304 pp.
- Gaviria, S. 1991. Monitoreo de embalses del sistema de acueducto de Bogotá. *Revista Acodal* 147: 29-47.
- Godinho, L. R., A. A. Comas y C. E. M. Bicudo. 2010. Criptógamas do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 30: Chlorophyceae (família Scenedesmaceae). *Hoehnea* 37 (3): 513-553.
- Hegewald, E. y P. C. Silva. 1988. Annotated catalogue of Scenedesmus and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures. *Bibliotheca Phycologica* Band 80. Cramer, Stuttgart. 587 pp.
- Heynig, H. y L. Krienitz. 1982. *Monoraphidium negleidum* n. sp. sowie einige Bemerkungen zu den Gattungen *Monoraphidium*, *Chlorolobion* und *Keratococcus* (Chlorococcales). *Archiv für Protistenkunde* 125 (1): 335-344.
- Hindák, F. 1977. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). I. Biologické Práce. Bratislava. 190 pp.
- Hindák, F. 1984. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). III. Biologické Práce. Bratislava. 308 pp.
- Hindák, F. 1988. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). V. Biologické Práce. Bratislava. 225 pp.
- Komárek, J. y B. Fott. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 1044 pp.

- Komárková-Legnerová, J. 1969. The systematics and ontogenesis of the genera *Ankistrodesmus* Corda and *Monoraphidium* gen. nov. Pp. 75-144. En: Fott, B. (Ed.) *Studies in Phycology*. Stuttgart: Schweizerbart'sche.
- Krienitz, L., C. Bock, H. Nozaki y M. Wolf. 2011. SSU rRNA gene phylogeny of morphospecies affiliated to the bioassay alga "*Selenastrum capricornutum*" recovered the polyphyletic origin of crescent-shaped Chlorophyta. *Journal of Phycology* 47: 880-893.
- León-López, N., C. A. Rivera-Rondón, A. Zapata, J. Jiménez, W. Villamil, G. Arenas, C. Rincón y T. Sánchez. 2012. Factors controlling phytoplankton in tropical high-mountain drinking-water reservoirs. *Limnetica* 31 (2): 305-322.
- Loaiza-Restano, A. M. 2013. Família Hydrodictyaceae (Sphaeropleales, Chlorophyceae) no Estado de São Paulo: levantamento florístico. Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo. 164 pp.
- Loaiza-Restano, A. M., J. J. Ramírez, R. O. Echenique, A. Vallejo y L. Y. Ortiz. 2011. Dinámica espacio-temporal de cuatro especies de *Staurastrum* (Meyen 1829, emend. Ralfs 1848) en un embalse eutrófico colombiano. *Oecologia Australis* 15 (3): 726-746.
- Mazo-B., D., J. J. Ramírez, A. Díaz-C. 2015. Caracterización física y química del embalse Riogrande II (Antioquia), Colombia. *Actualidades Biológicas* 37 (103): 155-168.
- Meneses, V., A. Vergara, J. J. Ramírez, H. Palacio. 2011. Estudio autoecológico de *Schroederia setigera* en un embalse ecuatorial. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46 (2): 96.
- Naundorf, G. 1990. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica y determinación de la productividad primaria del embalse "La Salvajina" y su área de influencia. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 4: 154-163.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale y W. C. Vinyard. 1972. North American Flora. The New York Botanical Garden. 84 pp.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale y W. C. Vinyard. 1975. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 1. University of Nebraska Press. USA. 275 pp.
- Prescott, G. W., H. T. Croasdale, W. C. Vinyard y C. E. M. Bicudo. 1982. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. University of Nebraska Press. USA. 700 pp.
- Ramírez, J. J. 1986. Fitoplancton de red en el embalse de El Peñol. *Actualidades Biológicas* 15 (56): 2-13.
- Ramírez, J. J., C. E. M. Bicudo, G. Roldán y L. C. García. 2000. Temporal and vertical variations in phytoplankton community structure and its relation to some morphometric parameters of four Colombian reservoirs. *Caldasia* 22 (1): 108-126.
- Ramírez, J. J., R. González-Ballesteros y F. L. Gutiérrez. 2012. Establecimiento del nutriente limitante con base en los cambios de la estructura del ensamblaje fitoplanctónico en un embalse tropical colombiano. *Caldasia* 34 (2): 421-441.
- Ramírez, M. y G. Guillot. 2001. Variaciones espaciales y temporales de la abundancia y diversidad del fitoplancton del embalse tropical de Betania, Huila-Colombia: 237-251. En: Alveal y Antezana (Eds). Sustentabilidad de la biodiversidad, un problema actual. Bases Científico-Técnicas. Teorizaciones y Proyecciones. Universidad de Concepción, Chile.
- Ramírez, J. J., F. Gutierrez y A. Vargas. 2005. Respuesta de la comunidad fitoplancótica a experimentos de eutrofización artificial realizados en la represa La Fe, El Retiro, Antioquia, Colombia. *Caldasia* 27 (1): 103-115.
- Ramírez, J. J. y T. Machado. 1982. Influencia de la precipitación y los ortofosfatos en el fitoplancton de la represa La Fe. *Actualidades Biológicas* 11 (39): 3-21.
- Ramos, G. J. P., C. E. M. Bicudo y C. W. do N. Moura. 2015. Scenedesmaceae (Chlorophyta, Chlorophyceae) de duas áreas do Pantanal dos Marimbus (Baiano e Remanso), Chapada Diamantina, Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 42 (3): 549-566.
- Roldán, G., A. Bohórquez, R. Cataño y J. Ardila. 2000. Estudio limnológico del embalse del Guavio (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 24 (90): 73-84.
- Sant'Anna, C. L. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Biblioteca Phycologica* Band 67. Cramer, Vaduz. 348 pp.
- Stoyneva, M. P., C. Cocquitt, G. Gärtner y W. Vyverman. 2007. *Oocystis lacustris* Chod. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae) in Lake Tanganyika (Africa). *Linzer Biologische Beiträge* 39 (1): 571-632.
- Teiling, E. 1967. The desmid genus *Staurodesmus*. A taxonomic study. *Arkiv För Botanik, Serie 2, Band 6, nr 11.* Almqvist y Wiksell. Stockholm. 629 pp.
- Uherkovich, G. 1966. Die Scenedesmus-Arten Ungarns. Akadémia Kiadó, Budapest. 173 pp.
- Uribe, A. y G. Roldán. 1975. Estudio comparativo de algunas características fisicoquímicas y biológicas del embalse El Peñol. *Actualidades Biológicas* 4: 2-12.
- West, W., G. S. West y N. Carter. 1923. A Monograph of the British Desmidiaceae. Vol. 5. The Ray Society. London. 299 pp.

Mónica Tatiana López Muñoz
Grupo de Limnología Básica y Experimental
Biología y Taxonomía Marina, Instituto de Biología, Universidad
de Antioquia,
Medellín, Colombia
monicatatiana@gmail.com

Carlos Eduardo De Mattos Bicudo
Núcleo de Pesquisa em Ecologia, Instituto de Botânica,
São Paulo, Brasil
cbicudo@terra.com.br

Ricardo O. Echenique
División Ficología “Dr. Sebastián Alberto Guarnera”,
Facultad de Ciencias Naturales y Museo,
Universidad Nacional de La Plata,
Buenos Aires, Argentina
rechen@fcnym.unlp.edu.ar

John Jairo Ramírez-Restrepo
Grupo de Limnología Básica y Experimental y
Biología y Taxonomía Marina, Instituto de Biología, Universidad
de Antioquia,
Medellín, Colombia
johnra77@gmail.com

Jaime A. Palacio
Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental,
Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia
jpalaciob@gmail.com

Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta del embalse
Riogrande II (Antioquia), Colombia

Citación del artículo: López-Muñoz, M. T., C. E. De Mattos-Bicudo, R. O. Echenique, J. J. Ramírez-Restrepo y J. A. Palacio. 2017. Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta del embalse Riogrande II (Antioquia), Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 50–67. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a4

Recibido: 14 de marzo de 2016
Aprobado: 22 de mayo de 2017

Diferencias del contenido nutricional de hojas jóvenes y maduras de dos especies de puya (*Puya santosii* Cuatrec., *Puya goudotiana* Mez; Bromeliaceae), en la región del Guavio, Cundinamarca, Colombia

Differences in the nutritional content of mature and young Puya leaves (*Puya santosii* Cuatrec., *Puya goudotiana* Mez; Bromeliaceae) in the Guavio region, Cundinamarca, Colombia

Luis J. Romero-Puentes, Brayan L. Torres-Clavijo y Ángela Parrado-Rosselli

Resumen

La puya es uno de los recursos alimenticios más importantes en la dieta del oso andino, por lo que el contenido nutricional de sus hojas podría ser un criterio importante para la selección de las especies, los individuos a consumir y la cantidad consumida. El objetivo de esta investigación fue comparar si existen diferencias nutricionales entre las hojas maduras y jóvenes de dos especies de puya (*Puya goudotiana* y *Puya santosii*) en Gachetá, Colombia. Para cada individuo se tomaron dos muestras por estadio de maduración desde la base de la hoja. Se tomaron muestras de suelo para evaluar si este afectaba los nutrientes foliares. Los resultados revelan una marcada diferencia entre especies, siendo *P. goudotiana* la que presentó mayores concentraciones de la mayoría de elementos con excepción del calcio. También se encontraron diferencias significativas entre las hojas jóvenes y maduras de cada especie, pues en hojas jóvenes el contenido del fósforo, potasio y nitrógeno fue mayor, mientras el contenido de calcio fue más alto en las hojas maduras. No se encontró relación entre el contenido nutricional de las hojas y el suelo. Se discuten las razones que pueden generar estas diferencias y las posibles consecuencias en la dieta del oso andino.

Palabras clave. Análisis bromatológico. Elementos mayores. Nutrientes foliares. Oso andino. Páramo.

Abstract

Because the genus *Puya* is one of the most important food resource for Andean bears, the nutritional content of its leaves might be important for choosing the individuals, species or quantity in order to meet the bears' nutritional requirements. The objective of this research was to compare whether or not there are differences between mature and young leaves of two *Puya* species (*Puya goudotiana* and *Puya santosii*) in the paramo ecosystems of the Guavio Region, Colombia. Two leaves per individual were collected from the base of the leaf. Soil samples were also collected in each sample point in order to evaluate if soil related to leaf nutrient content. Results showed marked differences between species. *P. goudotiana* exhibited the highest concentrations of all elements except for calcium. Also, significant differences were found between conspecific mature and young leaves. The latter showed higher values of phosphorus, potassium and nitrogen, meanwhile mature leaves were higher in calcium. No relationship between soils chemical composition and leaf nutrient content was found. The reasons for these differences and the consequences in the Andean bear diet are discussed.

Key words. Andean bear. Bromatological analysis. Leaf nutrients. Major elements. Páramo.

Introducción

La puya (*Puya spp.* Bromeliaceae) es considerada como uno de los recursos alimenticios más importantes consumidos por el oso andino (*Tremarctos ornatus* Cuvier.; Ursidae) en los ecosistemas de páramo y puna (Troya *et al.* 2004, Figueroa 2013). Dadas sus altas demandas energéticas, los contenidos nutricionales de las plantas que consume podrían ser un criterio importante para la selección de las especies, los individuos a consumir y la cantidad consumida, tal y como se ha reportado en esta y otras especies de osos (Kimball *et al.* 1998). Por ejemplo, en la puna peruana se ha encontrado que las especies de puyas que presentan altos niveles de agua, grasas, proteínas y azúcares solubles son mayormente consumidas por parte del oso andino (Rivadeneira 2008, Figueroa 2013). Sin embargo, son pocos los estudios que han evaluado y comparado el contenido nutricional de diferentes especies de puya, lo que podría dar más luces sobre las preferencias de forrajeo por parte del oso andino que normalmente han estado basadas en patrones de abundancia y distribución de las especies de plantas (Goldstein y Salas 1993).

Algunos estudios sobre contenido nutricional de especies de puya, tal como el realizado por Clemente *et al.* (2003), encontraron que *Puya llatensis* L.B.Sm.

es un insumo de excelente calidad nutricional para la dieta del cuy (*Cavia porcellus*), que incluso puede reemplazar el consumo de otras especies de plantas. Ambuludí (2011) también encontró que *Puya eryngioides* André era de gran calidad nutritiva para los cuyes. Sin embargo, no hay claridad si hay diferencias importantes entre especies de puyas, sobre todo aquellas que se encuentran en una misma región.

En el caso particular de la zona de la provincia del Guavio, en el departamento de Cundinamarca, en el marco del proyecto “Plan de manejo y conservación del oso andino (*Tremarctos ornatus* Cuvier) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma de Cundinamarca (CAR)” realizado por esta institución en alianza con Conservación Internacional Colombia, se ha encontrado que las principales especies de puya consumidas por el oso andino en la zona son *Puya goudotiana* Mez (Figura 1) y *Puya santosii* (Figura 2) (Restrepo 2012). De igual forma, se han encontrado altos contenidos de *P. goudotiana* en las heces del oso (Restrepo, datos no publicados), lo que parecería indicar una preferencia por dicha especie que podría estar relacionada con las características químicas y nutricionales de la misma.



Figura 1. *Puya goudotiana*.



Figura 2. *Puya santosii*.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue comparar si existen diferencias nutricionales entre *Puya goudotiana* y *Puya santosii* tanto en sus hojas jóvenes como maduras, con el fin de aportar elementos sobre los patrones de forrajeo del oso andino y si estos pueden estar influenciados por aspectos químicos. Para tal fin, se caracterizó el contenido nutricional de las hojas jóvenes y maduras de las dos especies. Adicionalmente, teniendo en cuenta que las dos especies están ubicadas en diferentes parches, se relacionaron las características químicas del suelo con el contenido nutricional y químico de las hojas, con el fin de descartar efectos del suelo en el contenido nutricional de las mismas.

Así las cosas, con base en Rivadeneira (2008) y Figueroa (2013) quienes han sugerido que las especies de puya con más nutrientes tienden a ser preferidas por el oso andino, sería de esperarse que *P. goudotiana* que presente mayores contenidos nutricionales que las hojas de *P. santosii* puesto que representa el 80 % de las heces del oso en esta zona (Restrepo 2012, datos no publicados). De igual

forma, teniendo en cuenta que las rosetas tienden a movilizar los elementos mayores (Conti 2000) y que el oso prefiere las hojas jóvenes (Peyton 1980, Suárez 1989, Rodríguez 2003, Rivadeneira 2008, Restrepo 2012), se esperaría encontrar diferencias químicas significativas importantes entre las hojas jóvenes y maduras de una misma especie.

Material y métodos

Área de estudio

El proyecto de investigación se desarrolló en la zona de páramo de la provincia del Guavio, en la vereda de Zaque, el municipio de Gachetá, Cundinamarca ($73^{\circ}40'$ – $73^{\circ}43'$ N- $4^{\circ}53'$ – $4^{\circ}51'$ O), entre los 2420 y 3000 m s.n.m de altura (Figura 3). La temperatura media anual es de 10 °C, la precipitación media mensual alcanza los 137 mm con un régimen unimodal (Arias y Piñeros 2008). La vegetación que domina en estos ecosistemas es frailejonal-pajonal, pastizales y turberas (Arias y Piñeros 2008).

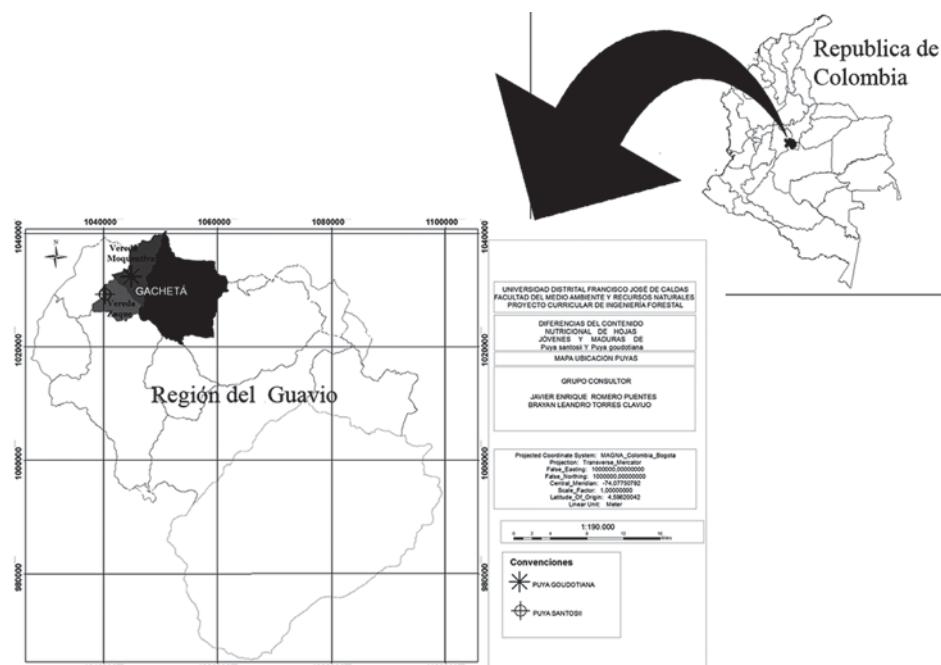


Figura 3. Ubicación político-administrativa de las veredas Zaque y Moquentiva, municipio de Gachetá, región del Guavio, Cundinamarca, Colombia.

Especies en estudio

Puya santosii. Es una bromelia terrestre que mide entre 1 y 2 m de altura. Presenta un crecimiento tipo roseta caulescente, con inflorescencia terminal (Smith y Downs 1974). Presenta hojas numerosas, acuminadas, rígidas y serruladas cerca del ápice. El borde de las mismas es elíptico y allí se localizan las espinas y llegan a medir hasta 3,5 mm. Las rosetas mueren después de la floración, es decir son semelparas (Smith y Downs 1974). Altitudinalmente se distribuye entre los 2800 y 4200 m s.n.m y se puede encontrar en los departamentos de Arauca, Boyacá, Cundinamarca y Meta (Madriñán 2015) (Figura 2).

Puya goudotiana. Es una bromelia terrestre cuyas hojas tienen más de 1 m de largo y tienen un crecimiento lineal (Smith 1957). Poseen espinas en el borde de la hoja y son glabras por encima. Los nervios de la parte inferior de la hoja son pálidos. La inflorescencia es bipinada, cilíndrica y de color marrón y llega a medir hasta 5 m de alto (Smith 1957). Se distribuye entre los 2600 y 3440 m s.n.m. y se puede encontrar en la Sierra Nevada del Cocuy, Sogamoso, río Cusiana Vadonhondo, Ráquira y páramo de Rabanal (Smith y Downs 1974) (Figura 1).

Toma de registros

El muestreo de las puyas se hizo a través del método de punto cuadrante (Krebs 1989). De esta forma, se establecieron en dos transectos de 300 m de largo cada uno (uno para cada especie) en los que se ubicaron dos puntos de manera sistemática aleatoria con el fin procurar una mayor heterogeneidad y por ende independencia de las muestras. El primer punto se fijó a 80 m del inicio del transecto y el segundo punto de manera aleatoria siempre y cuando estuviera a una distancia mínima de 75 m del primer punto. En cada uno de los puntos se establecieron cuatro cuadrantes y cada individuo se localizó espacialmente con un navegador GPS. También se obtuvo la distancia en metros y la dirección en grados del individuo desde el centro del punto (Krebs 1989).

De cada individuo encontrado se tomaron muestras de dos hojas, una joven y una madura, a partir de la base

totalizando 16 muestras por especie (ocho jóvenes y ocho maduras). Se verificó que las hojas colectadas no presentaran hongos o signos de herbivoría que alteraran los componentes químicos al momento del análisis. Adicionalmente, se tomaron muestras de suelo en los puntos de muestreo. En cada cuadrante se tomaron cinco sub muestras de suelo alrededor del individuo muestreado y una submuestra en el punto medio entre el individuo y el punto central; todo esto con el fin de cubrir la heterogeneidad del sitio. Para la toma de la muestra se removieron las plantas, hojarasca y/o vegetación en descomposición en un área de 40 cm x 40 cm. Posteriormente, se introdujo un barreno hasta una profundidad de 20 cm, para tomar 200 gramos de suelo por submuestra, para totalizar un kilogramo de suelo por punto de muestreo.

Análisis de datos

El análisis bromatológico de las hojas se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional, sede Medellín. Allí se realizó un análisis químico proximal de las hojas previamente secadas, maduras y jóvenes por separado, para obtener contenido de azúcar, humedad, cenizas (minerales totales), grasa, fósforo, nitrógeno, magnesio, proteína cruda y zinc. El método usado por el laboratorio es el recomendado por la AOAC (Association of Official Agricultural Chemists 1995) que determina las marchas analíticas a seguir.

Las muestras de suelo se procesaron en el Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. A las muestras de suelo secas se le determinó el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, acidez intercambiable, calcio, magnesio, carbono orgánico y bases totales.

Posterior a las pruebas de normalidad, se obtuvieron las diferencias en el contenido nutricional entre las especies y los estados se maduración a través del análisis de varianza de una vía. Se realizó un análisis de componentes principales normado para evaluar posibles asociaciones entre el contenido nutricional

de las hojas, estadio de maduración y características químicas del suelo. Los análisis se realizaron a través del Programa estadístico SPSS (IBM Corp. 2013).

Resultados

Contenido nutricional

Al comparar el contenido nutricional de las hojas de puya de las dos especies se encontró que *P. goudotiana* presentó mayor contenido de potasio (Anova de una vía, $F = 37,59$, $p < 0,01$; Figura 4), magnesio ($F = 4,631$, $p = 0,04$), proteína ($F = 6,02$, $p = 0,02$), nitrógeno ($F = 6,09$, $p = 0,019$), zinc ($F = 8,107$, $p < 0,01$), ceniza (minerales totales; $F = 29,687$, $p < 0,01$) y fósforo ($F = 18,34$, $p < 0,01$), mientras que *P. santosii* presentó el mayor contenido de calcio ($F = 5,043$, $p = 0,032$). Los otros contenidos no fueron significativamente diferentes.

Al discriminar el contenido nutricional entre hojas jóvenes y maduras se encuentra que las hojas

maduras de *P. goudotiana* tienen mayor contenido de calcio ($F = 4,818$, $p = 0,046$) y magnesio ($F = 5,579$, $p = 0,033$; Figura 5). En contraste, las hojas jóvenes tienen un mayor contenido de grasa ($F = 63,689$, $p < 0,01$), fósforo ($F = 64,126$, $p < 0,01$), ceniza ($F = 5,329$, $p = 0,037$), potasio ($F = 22,264$, $p < 0,01$), proteína ($F = 19,673$, $p < 0,01$) y nitrógeno ($F = 19,673$, $p < 0,01$). Las variables que no presentaron diferencias significativas fueron el azúcar ($F = 0,882$, $p = 0,364$) y zinc ($F = 3,939$, $p = 0,067$).

En el caso de *P. santosii* también se encontraron diferencias entre las hojas jóvenes y maduras. Así, el contenido de azúcar fue mayor en las hojas jóvenes ($F = 10,932$, $p < 0,01$), al igual que el fósforo ($F = 54,668$, $p < 0,01$), el contenido de ceniza ($F = 7,605$, $p = 0,015$) y el potasio ($F = 8,139$, $p = 0,013$; Figura 6). Las variables que no presentaron diferencias significativas fueron el calcio, el contenido de grasa, magnesio, proteína, nitrógeno y zinc.

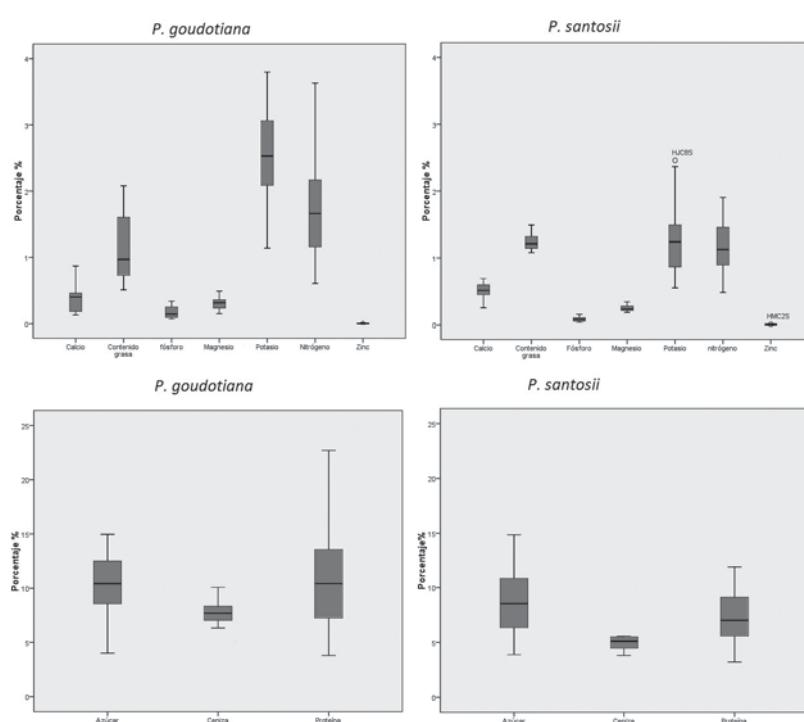


Figura 4. Diagrama de cajas para el contenido nutricional (% en base seca) de *Puya santosii* y *Puya goudotiana*. En cada caja, la línea central horizontal indica la media y cada mitad de la caja muestra el percentil superior e inferior alrededor de la media.

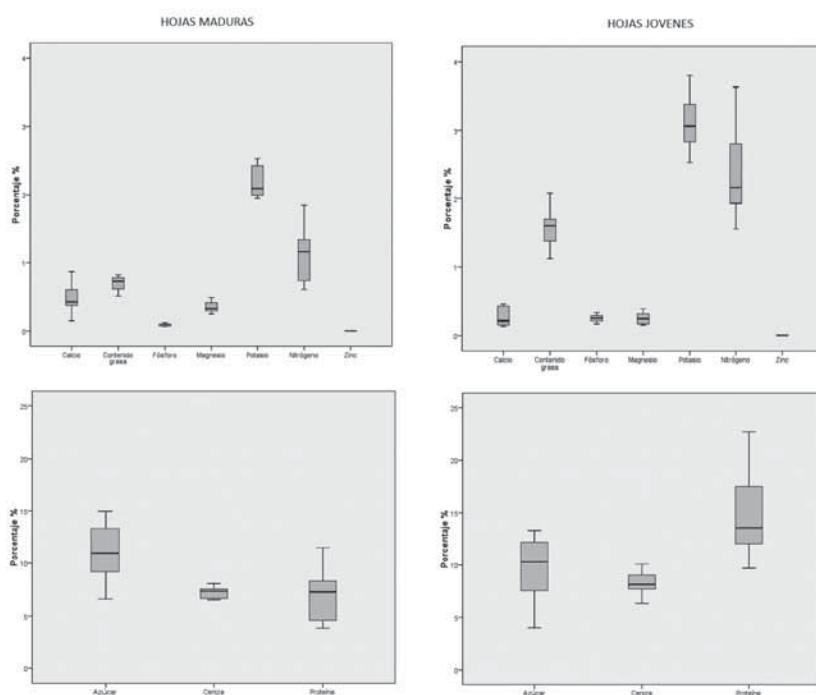


Figura 5. Diagrama de cajas para el contenido nutricional (% en base seca) de hojas maduras y jóvenes de *Puya goudotiana*. En cada caja, la línea central horizontal indica la media y cada mitad de la caja muestra el percentil superior e inferior alrededor de la media.

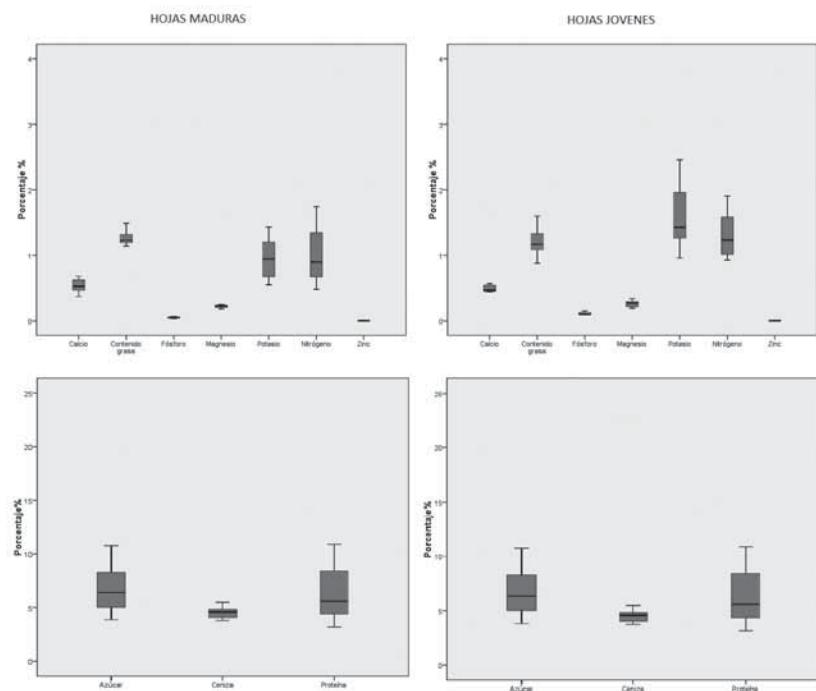


Figura 6. Diagrama de cajas para el contenido nutricional (% en base seca) de hojas maduras y jóvenes de *Puya santosii*. En cada caja, la línea central horizontal indica la media y cada mitad de la caja muestra el percentil superior e inferior alrededor de la media.

Variables edáficas y contenido nutricional

Al comparar entre los puntos de muestreo de *P. goudotiana* no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables edáficas muestreadas (Figura 7). En ese contexto, las hojas maduras de dicha especie tampoco presentaron diferencias significativas entre sitios. Las hojas jóvenes sólo presentaron diferencias entre sitios respecto el contenido de calcio y zinc, siendo estos mayores en el sitio 2 ($F = 7,991$, $p = 0,030$, $F = 6,742$, $p = 0,041$, respectivamente).

Para *P. santosii* sólo se encontraron diferencias en el magnesio en el suelo entre puntos de muestreo ($F = 7,262$, $p = 0,036$; Figura 8) que fue mayor en el sitio 2. Las hojas maduras sólo presentaron diferencias significativas respecto al contenido de zinc que fue mayor en el sitio 3 ($F = 3,92$, $p = 0,035$). De igual forma, en hojas jóvenes únicamente el potasio presentó diferencias significativas, siendo mayor en el sitio 3 ($F = 8,901$, $p = 0,025$).

El análisis de componentes principales del contenido nutricional de las hojas y la química del suelo muestra que las hojas maduras de *P. goudotiana* parecen estar asociadas con altos contenidos de magnesio en el suelo mientras que las hojas jóvenes no están asociadas con variables edáficas (Figura 9). Aquí el eje 1 explica el 81,54 % de la varianza total. En el caso de *P. santosii* no se ve una incidencia del suelo sobre el contenido nutricional de las hojas ni jóvenes ni maduras, con el eje 1 explicando el 75 % de la varianza total.

Discusión

Los resultados encontrados en esta investigación muestran una marcada diferencia en el contenido nutricional de las hojas entre las dos especies. Así, *P. goudotiana* mostró mayores cantidades de todos los elementos estudiados excepto el calcio, que fue mayor en *P. santosii*. Probablemente, estas diferencias se deben a que la especie *P. goudotiana*

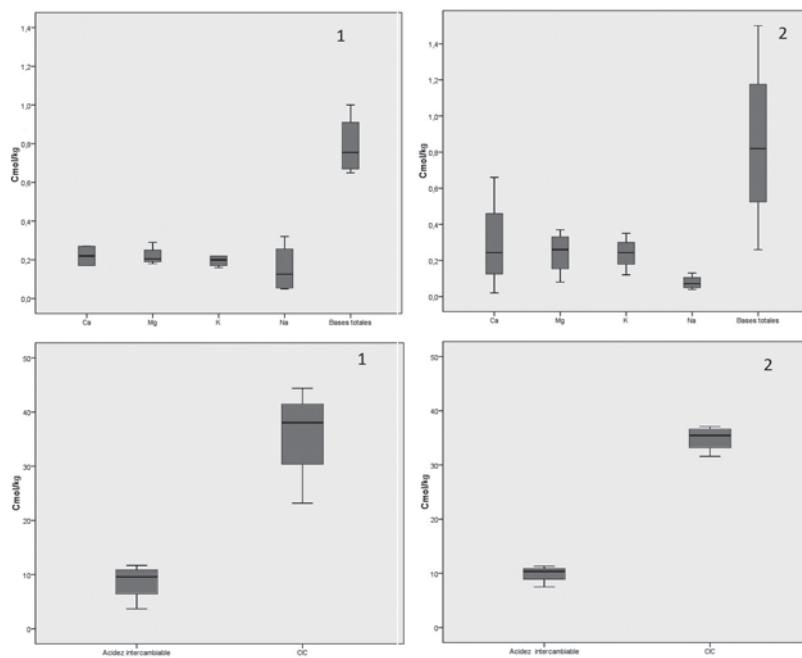


Figura 7. Diagrama de cajas para los componentes químicos del suelo de los sitios de muestreo de *P. goudotiana*. 1 = sitio de muestreo 1; 2 = sitio de muestreo 2.

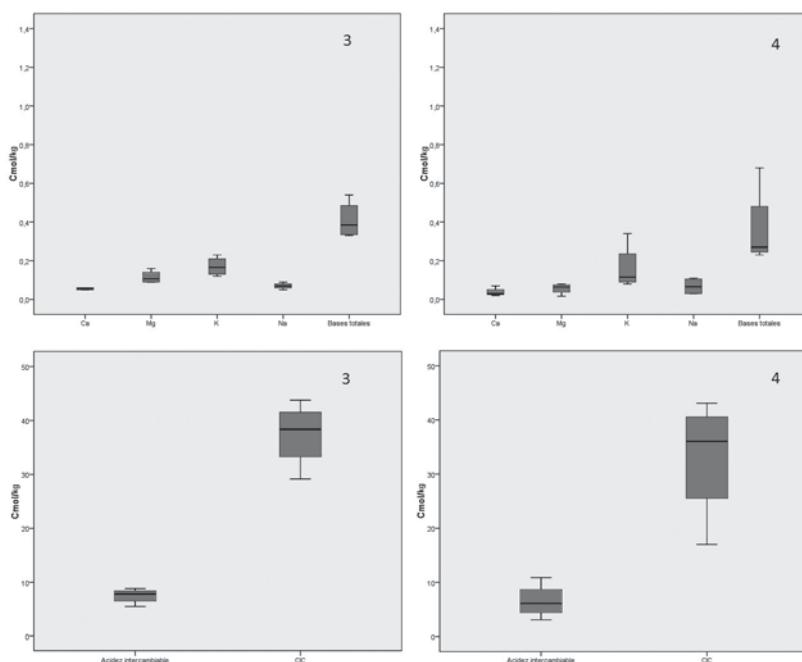


Figura 8. Diagrama de cajas para los componentes químicos del suelo de los sitios de muestreo de *P. santosii*. 3 = sitio de muestreo 3; 4 = sitio de muestreo 4.

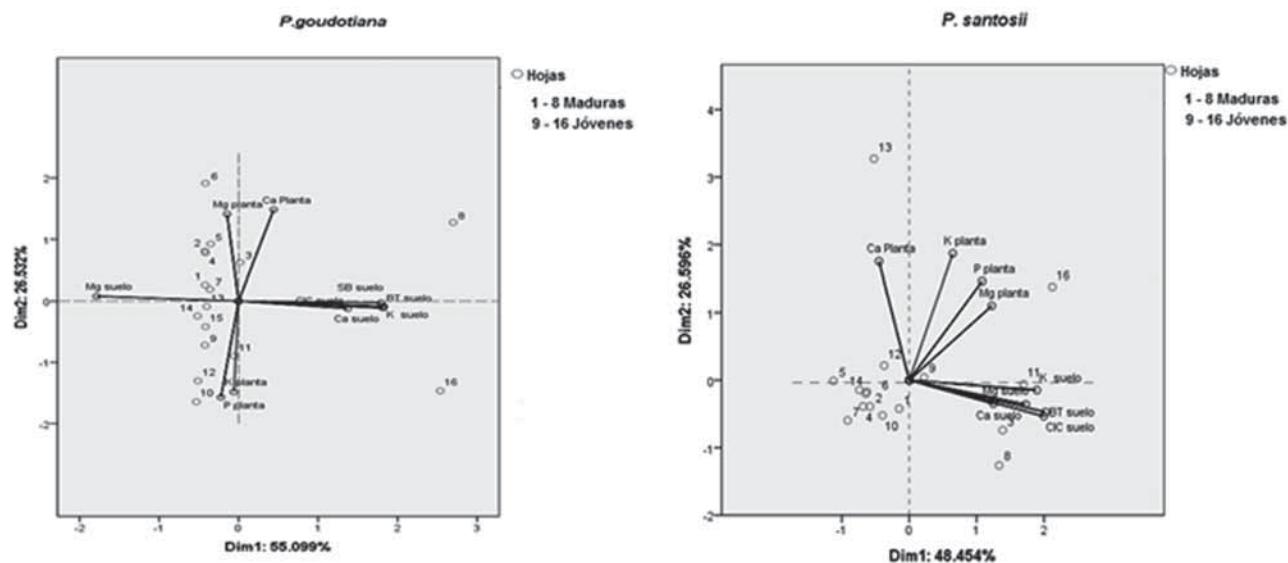


Figura 9. Análisis de Componentes Principales normado para evaluar la relación entre las variables nutricionales de las hojas (magnesio, calcio, potasio, fósforo) y las variables edáficas (magnesio, saturación de bases, bases totales, potasio, calcio, capacidad de intercambio catiónico) para *P. goudotiana* y *P. santosii*, respectivamente. Los círculos representan las hojas y las líneas las variables nutricionales y edáficas.

presenta un mayor porte con inflorescencias de hasta 2 m de altura y hojas de 1 m de longitud (Smith 1957, Smith y Downs 1974), lo que generaría una mayor capacidad fotosintética y de almacenaje de nutrientes (Evans y Porter 2001, Meir *et al.* 2002).

Evans y Porter (2001) y Meir *et al.* (2002), han sugerido que el área y la masa de las hojas están relacionadas con la capacidad fotosintética y la capacidad de almacenar carbono y otros nutrientes, que a su vez repercute, como lo ha encontrado Sanclemente y Peña (2008), en una mayor disponibilidad de nitrógeno en las hojas. Esto coincide plenamente con el mayor contenido de nitrógeno de *P. goudotiana* que *P. santosii*. Adicionalmente, los mayores contenidos de azúcar de *P. goudotiana* podrían estar relacionados con esta eficiencia fotosintética pues hay mayor transformación y almacenaje de carbohidratos y azúcares tricarbonados como el almidón y la sacarosa (Consejo Superior de Investigaciones Científicas 1991).

Del mismo modo, la mayor acumulación de hojas de necromasa en la roseta por parte de *P. goudotiana* en comparación con *P. santosii* podría contribuir a la mayor cantidad de nutrientes encontrada en la primera. Por ejemplo, Monasterio (1986) y Sendoya y Bonilla (2005) han encontrado que para *Espeletia grandiflora*, debido a su gran porte, la mayor acumulación de hojas en la necromasa cumple un papel importante en el ciclado de nutrientes. Por otro lado, aunque no se encontraron diferencias significativas entre el suelo de los sitios estudiados, el suelo de la zona donde se encontraba *P. santosii* presentó mayores contenidos de calcio y de bases totales, lo que podría eventualmente repercutir en un mayor contenido de calcio en las hojas de esta especie.

Este mayor contenido nutricional en las hojas de *P. goudotiana* que en *P. santosii* podría tener importantes consecuencias en la dieta del oso andino y sus patrones de selección de alimento, generando una mayor preferencia por la primera que por la segunda. Esto coincide con información obtenida en la zona de estudio en la que alrededor del 90 % de

los comederos del oso son de *P. goudotiana* y cerca del 80 % de las heces son de dicha especie (Restrepo 2012; datos no publicados). También coincide con lo propuesto por Rivadeneira (2008) y Figueroa (2013) quienes sostienen que el oso prefiere especies de puya más nutritivas. Así las cosas, en adición a los patrones de abundancia de las especies, *P. goudotiana* podría considerarse como un recurso clave en la dieta del oso en la zona de estudio y posiblemente en otras zonas donde esté presente. Estudios comparando las preferencias del oso por diferentes especies de puya teniendo en cuenta patrones de abundancia y la estacionalidad podrían ayudar a confirmar esta hipótesis.

Sobre este punto, es importante tener en cuenta que este estudio se hizo en el mes de marzo de 2015, por lo que para estudios futuros se recomienda hacer muestreos en otras épocas del año debido a que la concentración de estos elementos pueden cambiar de acuerdo a la estación. Por ejemplo, Castillo *et al.* (1998) encontraron que en hojas del aguacate (*Persea americana* Mill) el contenido de azúcar varió a lo largo del año debido a los cambios en la actividad fotosintética y las fases fenológicas. De igual forma, en plantaciones de plátano Barrera *et al.* (2007) encontraron diferencias en la disponibilidad y absorción de nutrientes (potasio, fósforo y calcio) entre épocas de sequía y épocas de lluvia. Así las cosas, futuros estudios podrían evaluar los cambios estacionales en los contenidos nutricionales de las hojas y si estos se encuentran relacionados con el desplazamiento del oso al páramo para su alimentación.

Por otro lado, y como era de esperarse, se encontraron diferencias entre los contenidos nutricionales de hojas jóvenes y hojas adultas, las cuales fueron mucho más marcadas en *P. goudotiana*. Es así que las hojas jóvenes tienen un mayor contenido de fósforo, potasio y nitrógeno, este último sólo significativo en las hojas de *P. goudotiana*. Según Conti (2000) macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio poseen mayor movilidad y se transportan desde los órganos viejos de la planta a órganos jóvenes. Además, el potasio es

vital para procesos de crecimiento y desarrollo, por lo cual se explica su mayor concentración en hojas jóvenes de las dos especies. En contraste, las hojas maduras presentaron una mayor concentración de calcio que, según Monge *et al.* (1994), dada su baja movilidad, se tiende a acumular en los órganos viejos y es casi ausente en órganos con mayor actividad metabólica como las hojas jóvenes, flores, frutos y meristemos apicales.

Estas diferencias ayudan a soportar los hallazgos previos que sostienen que el oso prefiere hojas jóvenes para el consumo (Peyton 1980, Suárez 1989, Rodríguez 2003, Rivadeneira 2008,) pues son más nutritivas y más blandas, así como la ingesta de la base foliar es más fácil que la base foliar de hojas maduras que tienen mayores contenidos de calcio (Monge *et al.* 1994). Sería importante realizar estudios que caractericen la presencia de metabolitos secundarios que podrían afectar la palatabilidad por parte del oso y por ende afectar su preferencia entre especies y entre hojas jóvenes y maduras.

En otro orden de ideas, aunque algunos autores han encontrado una relación entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la disponibilidad de nutrientes en las plantas (Aerts y Chapin 1980, Raab *et al.* 1998, Bloomfield *et al.* 2014), en este estudio no fue clara la relación entre el contenido nutricional de las hojas y los suelos. Posiblemente la escasez de nutrientes disponibles en los suelos del páramo (Hofstede 1995, Podwojewski y Poulenard 2000) hace que las puyas no sólo dependan del suelo para la absorción de nutrientes, pues al igual que los frailejones estas obtienen una gran cantidad de nutrientes a partir de la necromasa (Monasterio 1986). También, las puyas al igual que otras especies del páramo, establecen relaciones simbióticas con la, macro, meso y microfauna para optimizar la obtención de nutrientes desde el suelo y de la necromasa. En este escenario, el contenido nutricional de las hojas de las puyas objeto de estudio podría estar relacionado en mayor medida con las interacciones entre la fauna y microorganismos con la planta, aspectos evolutivos genéticos y no con la acción directa del suelo (Mayor *et al.* 2014). Sin embargo, sería importante tener muchos más puntos

de muestreo y mayores replicas para poder comparar con mayor confiabilidad.

Conclusiones

Se encontró una marcada diferencia nutricional entre las dos especies evaluadas, siendo mayor *P. goudotiana* que en *P. santosii*, lo que daría pautas para considerar a *P. goudotiana* como un recurso clave en la dieta del oso andino. De igual forma, se comprobó que hay diferencias importantes entre los nutrientes de las hojas jóvenes y maduras, las cuales fueron más marcadas en *P. goudotiana*. Por otro lado, las relaciones entre la fertilidad del suelo y el contenido nutricional de las puyas no fueron claras posiblemente a la poca disponibilidad de nutrientes en el suelo que genera que las puyas dependan de otros mecanismos para la obtención de nutrientes. Finalmente, dada la calidad nutricional encontrada para *P. goudotiana*, se recomienda realizar actividades encaminadas a la conservación y/o mejoramiento de las poblaciones de dicha especie, lo cual repercutirá en una mayor oferta nutricional del oso andino.

Agradecimientos

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto Monitoreo del oso andino (*Tremarctos ornatus*), patrones de movimiento y uso de hábitat financiado por el Convenio de Cooperación 263 de 2013 entre la Empresa de Energía de Bogotá, Fundación para la Conservación del oso andino Wii y la Corporación Autónoma Regional del Guavio. Agradecemos al Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y al laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico de la Universidad Nacional de Colombia con sede en Medellín por la realización de los análisis pertinentes a esta investigación. Muchas gracias a Omar Javier Rodríguez Velandia y a Reynel Eduardo Fonseca Novoa por el apoyo en la fase de campo y Héctor Restrepo por el apoyo durante toda la investigación. Finalmente, agradecemos a dos evaluadores anónimos por sus comentarios a versiones previas de este manuscrito.

Bibliografía

- Aerts, R. y F. Chapin III. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 233-260.
- Ambuludí, L. 2011. Evaluación de la achupalla (*Puya eryngioides*) en la alimentación de cuyes mejorados en el cantón Saraguro. Tesis de Grado Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja, Loja – Ecuador. 105 pp.
- Andrade, A. 2001. Programa Nacional para la Conservación en Colombia del Oso Andino (*Tremarctos ornatus*). Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 28 pp.
- Arias, E. y P. Piñeros. 2008. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de Los Paramos de Guasca y Cruz Verde. Trabajo de Grado. Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá, Colombia. 204 pp.
- Association of Official Agricultural Chemists. 1995. Official methods of analysis. Estados Unidos: AOAC International, 1995.
- Barrera, J., B. Díaz, J. Durango y A. Ramos. 2007. Efecto de las épocas de lluvia y sequía sobre la absorción de potasio y fósforo en plantaciones de plátano. *Acta Agronómica* 57: 35-42.
- Bloomfield, K., G. Farquhar y J. Lloyd. 2014. Photosynthesis–nitrogen relationships in tropical forest tree species as affected by soil phosphorus availability: a controlled environment study. *Functional Plant Biology* 41: 820–832.
- Castillo, A. M., M. Colinas, M. Ortega, A. Martínez, A. y E. Avitia. 1998. Variación estacional de carbohidratos en hojas e inflorescencias de aguacatero (*Persea americana* Mill.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 4: 13-18.
- Clemente, E., T. Arbaiza, F. Carcelén, O. Lucas y V. Bazán. 2003. Evaluación del valor nutricional de la *Puya llatensis* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 14: 01-06.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España) (Ed.). 1991. Fijación y movilización biológica de nutrientes (Vol. 1). Editorial CSIC-CSIC Press. 476 pp.
- Conti, M. 2000. Conti, M. E. (2002). Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, disponible en: www.ppi.org, consultado el 17(07).
- Evans, J. y H. Poorter. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell & Environment* 24: 755–76.
- Figueroa, J. 2013. Revisión de la dieta del Oso Andino *Tremarctos Ornatus* (Carnívora: Ursidae) en América del Sur y nuevos registros para el Perú. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 15: 1-27.
- Goldstein, I. y L. Salas. 1993. Patrón de explotación de *Puya* sp. (Bromeliácea) por *Tremarctos ornatus* (Ursidae) en el páramo El Tambor, Venezuela. *Ecotropicos* 6: 1–9.
- Hofstede, R. G. 1995. The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in Colombian paramo grasslands. *Plant and Soil* 173: 111-132.
- IBM Corp. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kimball, B. A., D. L. Nolte, R. M. Engeman, J. J. Johnston y F. R. Stermitz. 1998. Chemically mediated foraging preference of black bears (*Ursus americanus*). *Journal of Mammalogy* 79: 448-456.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York. 654 pp.
- Madriñán, S. 2015 Una nueva especie de *Puya* (Bromeliaceae) de los páramos cercanos a Bogotá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 39: 389-398.
- Mayor, J. R., S. J. Wright y B. L. Turner. 2014. Species-specific responses of foliar nutrients to long-term nitrogen and phosphorus additions in a lowland tropical forest. *Journal of Ecology* 102: 36–44.
- Meir, P., B. Kruyt, M. Broadmeadow, E. Barbosa, O. Kull, F. Carswell, A. Nobre y P. Jarvis. 2002. Acclimation of photosynthetic capacity to irradiance in tree canopies in relation to leaf nitrogen concentration and leaf mass per unit area. *Plant, Cell & Environment* 25: 343–357.
- Monasterio, M. 1986. Adaptive strategies of *Espeletia* in the Andean desert páramo. P. 49-80. En: Vuilleumier, F. y M. Monasterio (Eds.). High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, New York, USA.
- Monge, E., J. Val, M. Sanz, A. Blanco y L. Montañes. 1994. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei* 21: 189-201.
- Peyton, B. 1980. Ecology, distribution, and food habits of spectacled bears *Tremarctos ornatus* in Perú. *Journal of Mammalogy* 61: 639-652.
- Podwojewski, P. y J. Poulenard. 2000. La degradación de los suelos de los páramos. Pp. 27-36. En: Los Suelos del Páramo. Serie Páramo 5. GTP/ Abya Yala. Quito.
- Raab, T., D. Lipson y R. Monson. 1998. Soil amino acid utilization among species of the Cyperaceae: plant and soil processes. *Ecology* 80: 2408–2419.
- Restrepo, H. 2012. Plan de manejo y Conservación del Oso Andino (*Tremarctos ornatus*) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

- (CAR). Conservación Internacional – Colombia. Conservación Internacional – Colombia. 69 pp.
- Rivadeneira, C. 2008. Estudio del Oso Andino (*Tremarctos ornatus*) como dispersor legítimo de semillas y elementos de su dieta en la región de Apolobamba- Bolivia. Instituto de Ecología- Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 68 pp.
- Rodríguez, D. 2003. Estrategia ecorregional para la conservación del Oso Andino (*Tremarctos ornatus*) en los Andes del Norte. World Wildlife Fund, Fundacion WII, Wildlife Conservation Society. Colombia. 38 pp.
- Sanclemente, M. A. y E. Peña. 2008. Crecimiento y eficiencia fotosintética de *Ludwigia decurrens* Walter (Onagraceae) bajo diferentes concentraciones de nitrógeno. *Acta Biológica Colombiana* 13 (1): 175-186.
- Sendoya, S. F. y M. A. Bonilla. 2005. La necromasa de *Espeletia grandiflora* como hábitat para la artropofauna del páramo. Pp: 197-226. En: Bonilla, M. A. (Ed). Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Smith, L. 1957. The Bromeliaceae of Colombia. *Contributions from the US National Herbarium* 33: 1-311.
- Smith, Ly R. Downs. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph* 14: 1-658.
- Suárez, L. 1989. Seasonal distribution and food habits of the Spectacled Bear (*Tremarctos ornatus*) in the highlands of Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23:133-136.
- Troya, V., F. Cuesta y M. Peralvo. 2004. Food habits of Andean bears in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 15: 59–62.

Luis Javier Romero-Puentes

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales,
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
ljromerop@correo.udistrital.edu.co

Brayan Leandro Torres-Clavijo

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales,
Universidad Distrital Francisco José de Caldas , Colombia
bltorresc@correo.udistrital.edu.co

Ángela Parrado-Rosselli

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales,
Universidad Distrital Francisco José de Caldas , Colombia
aparrador@udistrital.edu.co

Diferencias del contenido nutricional de hojas jóvenes y maduras de dos especies de puya (*Puya santosii* Cuatrec., *Puya goudotiana* Mez; Bromeliaceae), en la región del Guavio, Cundinamarca, Colombia

Citación del artículo: Romero-Puentes, L. J., B. L. Torres Clavijo y A. Parrado-Rosselli. 2017. Diferencias del contenido nutricional de hojas jóvenes y maduras de dos especies de puya (*Puya santosii* Cuatrec., *Puya goudotiana* Mez; Bromeliaceae), en la región del Guavio, Cundinamarca, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 68–79. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a5

Recibido: 23 de enero de 2016

Aprobado: 11 de marzo de 2017

Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea *Prosthechea* sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia

Physical and germinative characteristics of *Prosthechea* sp. (Orchidaceae) native to Fusagasugá – Colombia

Laguandio del C. Banda-Sánchez, Yeison H. Pinzón-Ariza y Luis E. Vanegas-Martínez

Resumen

El propósito de esta investigación fue evaluar el número, tamaño, viabilidad y germinación de las semillas de la orquídea *Prosthechea* sp., y algunas características morfológicas del fruto. Los frutos se obtuvieron en la vereda La Aguadita (Fusagasugá – Cundinamarca, Colombia). Se evaluaron las variables del fruto: altura, ancho, largo y peso fresco, y para la semilla: número, peso, tamaño, germinación y viabilidad. La prueba de viabilidad se realizó con el Tetrazolio utilizando cuatro concentraciones (0,4; 0,6; 0,8 y 1,0 %), tres tiempos de inmersión (30, 60 y 120 minutos en la solución) y seis repeticiones. El fruto registró una altura de 2,9 cm, ancho de 2,4 cm, largo de 4,8 cm y forma de elipse pesando entre 2,91 y 3,24 g. Las semillas midieron alrededor de 0,7 mm de largo por 0,3 mm de ancho, embrión color verde con dimensiones de 0,3 mm de largo por 0,2 mm de ancho. El peso de 15000 semillas de *Prosthechea* fue de $5,5 \times 10^{-3}$ g. El número de semillas por capsulas fue 3334091. La viabilidad registró una media del 48 % y diferencias estadísticas significativas entre tiempos y concentraciones. La germinación arrojó resultados alrededor del 29 %.

Palabras clave. Fruto. Germinación. Número. Tamaño. Viabilidad.

Abstract

The objective of this investigation was to evaluate the number, size, viability, and germination of the seeds orchid *Prosthechea* sp., as well as morphologic characteristics of the fruit. The fruits were obtained in La Aguadita (Fusagasugá - Cundinamarca, Colombia). Fruit variables evaluated were: height, width, length and weight and for the seed: number, weight, size, germination and viability. The viability test was performed with Tetrazolium using four concentrations (0.4; 0.6; 0.8 and 1.0 %), 3 immersion times (30, 60 and 120 minutes in Tetrazolium solution) and 6 repetitions. *Prosthechea* fruit measured: height (2.9 cm), width (2.4 cm), length (4.8 cm) and ellipse shaped with weights between 2.91 and 3.24 g. The seeds measured had 0.7 mm length and 0.3 mm width. The embryo was green with dimensions of 0.3 mm length and 0.2 mm width. The weight of 15000 *Prosthechea* seeds was 5.55×10^{-3} g. The number of seeds per fruit was: 3334091. Average viability was 48% and there were significant differences among immersion times and concentrations. Germination was about 29%.

Key words. Fruit. Germination. Number. Size. Viability.

Introducción

Las orquídeas son plantas perennes, terrestres, epífitas o saprófagas. Predominan en zonas tropicales y subtropicales, con flores hermafroditas, frutos en capsulas dehiscentes, las semillas de tamaño pequeño: peso aproximado $5,0 \times 10^{-3}$ mg/semilla, con dificultades en la reproducción natural, dado al largo período de desarrollo, generalmente mayor a cinco años (Soto 2002, Mora-Osejo 2004). Se estiman en 25.000 las especies de la familia Orchidaceae, repartidas en 750 géneros (Mora-Osejo 2004). Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia (2015) en el “Plan para el Estudio y Conservación de las Orquídeas”, reportan para Colombia 4.270 especies en 274 géneros; del total de especies registradas afirman que 1.572 son exclusivas del país. El crecimiento de las orquídeas se puede dar sobre ramas y troncos de los árboles, que le sirven como soporte (plantas epífitas), donde obtienen el alimento o nutrientes del aire, agua de lluvia y desechos de la corteza del árbol, también hay algunas especies terrestres (Arditti 1982). Dentro de los 274 géneros reportados para Colombia por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia (2015) se encuentra *Prosthechea*. La clasificación taxonómica del género *Prosthechea* fue dada por Knowles & Westc en 1838 (Pupulin 2004), así: Familia: Orchidaceae Subfamilia: Epidendroideae. Tribu: Epidendreae. Subtribu: Laeliinae. Género: *Prosthechea*.

Las flores de las orquídeas pueden presentarse solitarias, pero es muy común que se agrupen en inflorescencias, es decir, en un conjunto de flores sobre un tallo, rama o raquis. Se constituyen las flores por verticilos o series de tres partes cada uno: tres sépalos, tres pétalos (de los que uno se modifica para formar el labelo), seis estambres y tres carpelos unidos (Walter 1979). Las flores de las especies de *Prosthechea* forman una inflorescencia apical, paniculada en racimo con una espata en la base. Hay una gran variedad en las flores de este género ya que pueden asociarse a la raíz de un pedúnculo o pueden ser sésiles. Pueden florecer en el racimo al mismo tiempo o sucesivamente. Los sépalos son casi iguales en longitud, mientras que los pétalos

pueden ser mucho más delgados. El labelo se une a la mitad de la columna y muestra un callo (una rígida protuberancia). La columna es 3-5 dentada en su parte superior. Los frutos de forma de huevo, 1-locular, con 3 cápsulas aladas (Knudson 1946).

Las semillas pueden ser colectadas a partir de cápsulas (frutos) verdes o maduras. Si es posible, es mejor colectar cápsulas que han estado expuestas a un día seco. Una vez que las semillas estén secas, se las puede almacenar por muchos meses en frascos cerrados dentro de un refrigerador (4 a 5 °C). El tiempo desde el florecimiento hasta la maduración de las semillas varía significativamente de acuerdo a la especie y el lugar. Las semillas de *Odontoglossum* requieren alrededor de 18 meses para madurar (McKendrick 2000). Las semillas de las orquídeas varían en forma y tamaño desde filiforme, fusiforme y elipsoidal, con dimensiones entre 1 y 2 mm de largo y 0,5 a 1 mm de ancho, un fruto puede contener desde 1300 a 4000000 semillas por cápsula según la especie de orquídeas, su tamaño oscila desde pocas micras hasta aproximadamente unos 5 mm, con un peso de 1 a 22 µg, esto dependiendo del género y especie de la orquídea (McKendrick 2000).

El fruto de las orquídeas está compuesto de al menos dos carpelos que pueden contener miles y hasta millones de semillas de tamaño muy reducido. Este órgano es seco dehiscente cuando alcanza su maduración. Los frutos o cápsulas poseen semillas minúsculas y numerosas llamadas semillas polvo, contienen poca o ninguna reserva para llevar a cabo la germinación, es decir, no presentan endospermo (Arditti *et al.* 1980). Para la formación de las semillas requieren de polinizadores específicos para que se efectúe la fecundación, especialmente insectos. La sumatoria de estos factores hace que el número de semillas que germinan en condiciones naturales sea muy bajo en comparación con el número de semillas producido (Abdelnour y Muñoz 1997).

En un estudio realizado en el cerro Quininí, municipio de Tibacuy (Cundinamarca), Ordoñez y Montes (2013) para el género *Prosthechea*, reseñan a la

especie *Prosthechea sceptrum* (Lindl.) de alto valor para procesos de bioprospección. Esto refleja la presencia de este género de orquídeas en ambientes naturales en áreas de influencia de la región del Sumapaz y la pertinencia de realizar estudios bioecológicos que propendan por la conservación de estas especies de plantas.

Para esta investigación se plantearon los siguientes objetivos: 1) medir la forma y tamaño de frutos de *Prosthechea* procedentes de la zona de influencia de San Rafael-Fusagasugá, 2) evaluar el tamaño, número y peso de semillas de *Prosthechea*, 3) evaluar la germinación y viabilidad de la semilla de la orquídea *Prosthechea*. Por consiguiente, con el desarrollo de este trabajo se buscó la contribución al conocimiento de la capacidad de los frutos y semillas de orquídeas

nativas de Colombia, como lo es *Prosthechea* sp, para dar lugar a nuevos individuos en condiciones controladas, indicando así, las posibilidades de propagación *in vitro* y de supervivencia en condiciones naturales.

Material y métodos

Muestra de frutos de *Prosthechea*

Para la obtención de las semillas se tomaron muestras de frutos de *Prosthechea* sp. (Figura 1) en el año 2013, en inmediaciones de la vereda La Aguadita (Fusagasugá, Cundinamarca – Colombia), zona de influencia del Parque San Rafael, en una área con altitud de 1700 m.s.n.m., temperatura media de 15 °C y coordenadas de 4° 22'58" N y 74°18'43" O.



Figura 1. Toma de muestra de *Prosthechea*. a) Ubicación de las plantas de orquídeas en tutores naturales. b) Inflorescencia de *Prosthechea*. c) Flores del género *Prosthechea*. d) Fruto de interés para la investigación. Fotos: L. Banda.

Procedimiento en laboratorio

En laboratorio se realizó el lavado y desinfección de cápsulas, mediante un procedimiento adaptado de McKendrick (2000), el cual consistió en: lavado con agua estéril, lavado con jabón antibacterial y enjuague con agua estéril. Luego se sumergieron por 5 minutos en hipoclorito al 70 % y finalmente fueron lavadas con agua estéril y guardadas en un frasco previamente esterilizado y se ubicaron en una nevera (temperatura alrededor de 7 °C).

Evaluación de frutos y semillas de *Prosthechea*

Caracterización de cápsulas (frutos) de *Prosthechea*

Se evaluó el estado de madurez del fruto, variable definida de acuerdo a los parámetros de referencia anotados por Ruiz *et al.* (2008) y Arditti (1967). Se describió la madurez con base en el color, altura, ancho, largo y forma, de la siguiente manera: cápsula C1 (cápsula verde con tiempo de maduración hasta 195 días); cápsula C2 (verde – amarillenta, tiempo de maduración entre 196 y 210 días aproximados); cápsula C3 (amarilla sin dehiscencia entre 211 a 240 días de maduración) y cápsula C4 (de color café con inicio de dehiscencia mayor a 240 días desarrollo).

Evaluación de las semillas de *Prosthechea*

Se definieron las variables: número, peso, viabilidad y germinación de semillas de la orquídea.

Número y peso de semillas: se tomó una muestra de 15000 semillas por fruto, evaluando el peso y calculando el número total de semillas presentes en las cápsulas y una caracterización morfológica del embrión.

Viabilidad de semillas: se utilizó la prueba según lo postula Knudson (1946) junto con las recomendaciones dadas por Besnier (1989) y la International Seed Testing Association, ISTA (1985) para evaluar la viabilidad de semillas. Luego de la desinfección de las cápsulas se tomaron muestras de semillas. La unidad experimental para la prueba de

viabilidad fue de 100 semillas (7200 semillas en el experimento) por cada caja de Petri. La prueba de Tetrazolio se realizó con un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, que consistió en cuatro (4) concentraciones de Tetrazolio (0,4; 0,6; 0,8; 1,0 %), tres (3) tiempos de exposición (30, 60 y 120 minutos) al Tetrazolio y seis (6) seis repeticiones, para un total de 72 unidades experimentales. A la viabilidad se le aplicó un análisis de varianza y test de Tukey para la comparación de medias entre tratamientos.

Germinación de *Prosthechea*: se usó el medio Murashige y Skoog (adaptado por Geoambiente SAS) enriquecido con auxinas y giberelinas (dosis de 0,003 mg.L⁻¹). Este medio se llevó a autoclave a una temperatura de 121°C y a una presión de 15 PSI. Luego se repartieron en lotes de 18 frascos, para un total de 72 unidades. En cada frasco se sembraron 145 semillas para un total de 10.440 semillas. Una vez sembrados los frascos, se llevaron a cámara del cuarto de germinación.

Resultados y discusión

Frutos (cápsulas) de *Prosthechea*

Según lo expuesto por Ruiz *et al.* (2008) y Arditti (1967), los frutos de *Prosthechea* registraron características que los clasificaron en la categoría C2 (aproximadamente 210 días de desarrollo). La altura fue de 2,6 cm, ancho de 3,1cm y largo de 4,2 cm con forma de ovoide (“huevo”) (Figura 2) y de color verde amarillento. El peso de los frutos estuvo en un intervalo de 2,91 y 3,24 g (Tabla 1). Estas características representan una madurez fisiológica del fruto y de las semillas. Según lo reportado por Knudson (1946), la morfología del fruto en el género *Prosthechea* describe que son en forma de “huevo” y tres cápsulas aladas.

Número, peso y dimensiones de la semilla de *Prosthechea*

La semilla de *Prosthechea* registró una longitud alrededor de 0,7 mm y ancho 0,3 mm. El área del

Tabla 1. Caracterización morfológica del fruto (cápsula) de *Prosthechea*.

Clasificación cápsula	Altura	Ancho	Largo	Forma	Color	Peso (g.fruto ⁻¹)
C2 (210 días)	2,6 cm	3,1 cm	4,2 cm	Ovoide (“Huevo”)	Verde – Amarillento	3,09



Figura 2. Fruto de *Prosthechea* evaluado en la investigación.
Foto: Y. Pinzón.



Figura 3. Semilla y embrión de *Prosthechea*.
Vista microscópica. Foto: Y. Pinzón.

embrión fue de $0,06 \text{ mm}^2$ aproximadamente. El peso de 15000 semillas fue de $5,5 \times 10^{-3}$ g, dando lugar 3.334.091 semillas/cápsula, valores que están referenciados por Knudson (1946) y McKendrick (2000), quienes reportan que una cápsula de orquídea pueden contener desde 1.300 hasta 4'000.000 de semillas.

La semilla del género *Prosthechea* presenta una cubierta protectora (testa) o tegumento extremadamente ligero (Arditti 1982, Lecoufle 2008) con un embrión de color verde y medidas de 0,3 mm de largo por 0,2 mm de ancho (Figura 3). Su cubierta es de color blanco. Se determinó que la semilla carece de endospermo y por ende no tiene una reserva alimenticia para su desarrollo como lo reporta Higgins (1997). Por consiguiente, se requiere de la ayuda de un medio para su propagación en medios controlados (*in vitro*) de germinación, que le brindará los nutrientes necesarios para la formación de plántulas. Estas características morfofisiológicas se

asocian a la limitada germinación y establecimiento de las orquídeas en ambientes naturales.

Viabilidad de las semillas de *Prosthechea*

En la figura 4 se muestra el porcentaje de viabilidad alcanzado por la semilla de *Prosthechea* para los tres tiempos (30, 60 y 120 minutos) y las cuatro concentraciones (Cn) de la solución Tetrazolio: C1 (0,4 %), C2 (0,6 %), C3 (0,8 %) y C4 (1 %). Para el tiempo y las concentraciones se registraron diferencias significativas ($p < 0,0001$). El máximo de semillas viables a los 30 minutos se obtuvo para la concentración al 0,8 % (12,5 %). Para las concentraciones del 0,6 y 0,8 % a los 60 minutos se presentaron los valores más altos de viabilidad (79,33 y 68,67 % respectivamente) siendo significativamente diferentes ($p < 0,0001$) con las concentraciones al 0,2 y 1 % (valores menores en un intervalo del 50 y 60 %). Mientras que a los 120 minutos no hubo diferencias significativas entre las concentraciones.

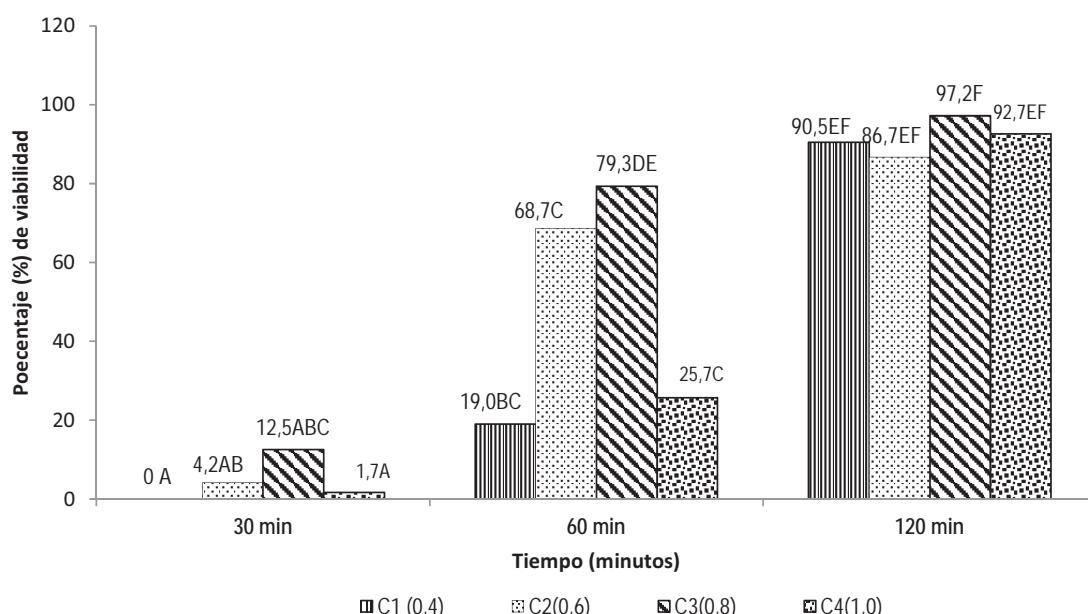


Figura 4. Porcentaje de viabilidad de semillas de *Prosthechea*. C1 a C4: concentración de Tetrazolio al 0,4; 0,6; 0,8 y 1 %.

Germinación de semillas de *Prosthechea*

En la figura 5 se muestran los resultados de germinación de *Prosthechea* donde se obtuvo un porcentaje medio del 29 % de semillas germinadas para los cuatro lotes evaluados, alta diferencia según el porcentaje al reportado por Pazmiño (2011) donde en una cápsula abierta de *Prosthechea* se registró el 74 % de las semillas germinadas. Estas diferencias pueden ser dadas por el estado de madurez de la capsula y condiciones de experimentación. También se debe considerar que las semillas sembradas a partir de cápsulas verdes podrían germinar lentamente o simplemente no germinar, como lo señala McKendrick (2000).

La toma de los datos para la germinación de *Prosthechea* se realizó tres meses después de la siembra de la semilla, según reportan y Knudson (1946) y Arditti (1967) la cápsula de *Prosthechea* su germinación varía entre 3 a 4 meses dependiendo de la maduración de la misma.

El porcentaje de germinación de la semilla de *Prosthechea* alrededor del 29 %, puede estar influenciado por el estado de madurez del fruto. En un estudio realizado para la orquídea *Encyclia adenocaulea* por Ruiz *et al.* (2008) obtuvieron una germinación cercana al 69 % al emplear las cápsulas C1 (verde) y C2 (verde-amarillenta), mientras que en las cápsulas C3 y C4 registraron germinación similar entre el 15 y el 42 %. Este aspecto del fruto estaría influyendo la germinación de *Prosthechea*.

Light y MacConaill (1998), reportan que en las semillas de la orquídea *Cypripedium calceolusvar. pubescens* (Willd.), evaluadas siete semanas después de la polinización, la proporción de embriones maduros aumenta cuando la polinización se da en un intervalo de los primeros 10 días de la antesis, factor que estaría afectando la viabilidad y germinación de las semillas de *Prosthechea* evaluadas.

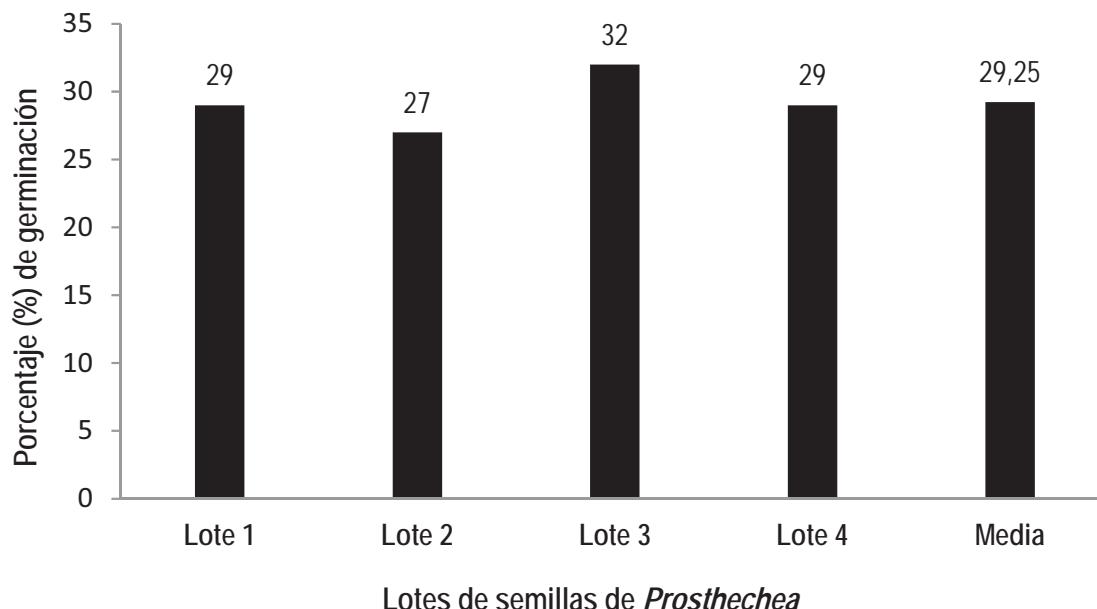


Figura 5. Porcentaje (%) de germinación de semillas de *Prosthechea*.

Conclusiones

En las cápsulas evaluadas del género *Prosthechea* se encontraron 3334091 semillas por fruto, catalogada con un desarrollo aproximado de 210 días (cápsula C3).

La orquídea *Prosthechea* sp., presenta semillas con dimensiones de 0,7 mm de largo y 0,3 mm de ancho, con un tamaño de embrión de 0,3 mm de largo x 0,2 mm de ancho.

El género *Prosthechea* bajo las condiciones del experimento arrojó un porcentaje de germinación entre el 27 y 32 % para los cuatro lotes de semillas evaluados y que conformaron un total de 10.440 semillas.

La viabilidad de semillas del género *Prosthechea* registró diferencias estadísticas significativas, entre los tiempos de inmersión en la solución de Tetrazolio y las concentraciones evaluadas.

Para el género *Prosthechea* la interacción que expresa la mayor viabilidad es en un tiempo de 120 minutos

con las concentraciones de 0,4; 0,8 y 1,0 donde se estimó un porcentaje de tinción de 90,5; 92,7 y 92,7 %, respectivamente.

Agradecimientos

Se agradece al Grupo de Investigación en Propagación, Sanidad y Fisiología Vegetal (Prosaflis) y Semillero de Investigación en Agronomía Colombiana (Seminac) de la Universidad de Cundinamarca y la Empresa Geoambiente SAS por el apoyo al desarrollo de esta investigación.

Bibliografía

- Abdelnour, A. y A. Muñoz. 1997. Rescate, establecimiento, multiplicación y conservación in vitro de germoplasma de orquídeas en vías de extinción. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Vicerrectoría de Investigación y Extensión. 4 pp.
- Arditti, J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. *Botanical Review* 33: 1-97.
- Arditti, J. 1982. Orchid seed germination and seedling culture - A Manual. En: Arditti, J. (Ed.) *Orchid biology: reviews and perspectives II*. 243 pp.

- Arditti, J., D. Michaud y P. Healey. 1980. Morphometry of orchid seeds. II. Native California and related species of *Calypso*, *Cephalanthera*, *Corallorrhiza*, and *Epipactis*. *American Journal of Botany* 67: 347-360.
- Besnier, R. F. 1989. Semillas, biología y tecnología. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 421 pp.
- Higgins, W. E. 1997 (1998). A reconsideration of the genus *Prosthechea* (Orchidaceae). *Phytologia* 82: 370-383.
- International Seed Testing Association, ISTA. 1985. International rules for seed testing. *Seed Science Technology* 13 (2): 10 – 38.
- Knudson, 1946. A new nutrient solution for orchid seed germination. *American Orchid Society Bulletin* 15: 214 – 217.
- Light, M. y M. MacConaill. 1998. Factors affecting germinable seed yield in *Cypripedium calceolus* var. *pubescens* (Willd.) Correll and *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 126 (1–2): 3-26.
- Lecoufle, M. 2008. Atlas ilustrado de las orquídeas. Susaeta Ediciones S.A. Madrid. 241pp.
- McKendrick, S. 2000. Manual para la germinación *in vitro* de orquídeas. Ceiba Foundation for Tropical Conservation. 9 pp.
- Mora-Osejo, L. E. 2004. Morfología, sistemática y evolución de las Angiospermae. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 327 pp.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia. 2015. Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Betancur, J., H. Sarmiento-L., L. Toro-González y J. Valencia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 32 pp.
- Ordoñez, J. C. y C. Montes. 2013. Orquideoflora de la reserva natural Quininí, Tibacuy, Cundinamarca, Colombia y consideraciones para su bioprospección. *Orquideología* 30 (1): 18-33.
- Pupulin, F. 2004. A note on *Prosthechea* (Orchidaceae: Laeliinae) with New Species. *Selbyana* 25 (1): 17-22.
- Pazmiño, R. E. 2011. Caracterización morfológica de semillas y del proceso germinativo de seis especies de orquídeas amenazadas en la provincia de Loja para la conservación en el banco de germoplasma de la UTPL. Universidad Técnica De Ambato, Ecuador. 97 pp.
- Ruiz, B. C., C. A. Laguna, A. L. Iglesias, A. Damon, H. T. Marín, R. H. Azpíroz y M. J. Moreno. 2008. Germinación *in vitro* de semillas de *Encyclia adenocaula* (La Llave & Lex.) Schltr (Orchidaceae). *Revista Internacional de Botánica Experimental* 77: 203-215.
- Soto, M. A. 2002. Clasificación intraespecífica de *Laeliaanceps*. *Orquídea México* 13 (1-2): 125 - 144
- Walter, K. 1979. Orquídeas. Traducido por: Luis Diego Gómez. San José, Costa Rica. S.E. 42 pp.

Laguandio del Cristo Banda-Sánchez
Ingeniería Agronómica,
Universidad de Cundinamarca,
Fusagasugá, Colombia
laguandio@gmail.com; lbanda@ucundinamarca.edu.co

Yeison Herney Pinzón-Ariza
Ingeniero Agrónomo
Universidad de Cundinamarca,
Fusagasugá, Colombia
viewtato14@hotmail.com

Luis Eduardo Vanegas-Martínez
Ingeniería Agronómica,
Universidad de Cundinamarca,
Fusagasugá, Colombia
luiseduardovanegas1405@gmail.com

Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea *Prosthechea* sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia

Citación del artículo: Banda-Sánchez, L. del C., Y. H. Pinzón-Ariza y L. E. Vanegas-Martínez. 2017. Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea *Prosthechea* sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 80–87. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a6

Recibido: 11 de agosto de 2016
Aprobado: 16 de mayo de 2017

Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia

Colonizer plant species of sites disturbed by mining in the Chocoan rain forests, Colombia

Hamleth Valois-Cuesta y Carolina Martínez-Ruiz

Resumen

El Chocó biogeográfico (Colombia) es una región biodiversa pero afectada drásticamente por la minería. En este trabajo, se identificaron las especies de plantas vasculares que colonizan áreas afectadas por minería en bosques de la región; en concreto, se recolectaron plantas en diferentes formaciones topográficas de siete minas abandonadas (3-15 años de abandono después del cese de la actividad minera) en tres municipios de la región. Se identificaron 66 especies, 47 géneros y 22 familias. Las familias más representativas fueron Cyperaceae (14,9 % géneros y 25,8 % especies), Melastomataceae (14,9 y 15,2 %) y Rubiaceae (10,6 y 12,1 %), mientras que los géneros con más especies fueron *Cyperus* (8,5 % especies), *Rhynchospora* (8,5 %), *Scleria* (6,4 %) y *Spermacoce* (6,4 %). La forma de vida predominante fue la herbácea (80,3 % especies) y los hábitats con más especies fueron las llanuras no inundables (36,3 % especies), el ecotono (34,8 %) y las depresiones cenagosas (31,8 %). Las depresiones cenagosas incluyeron más especies exclusivas (42,8 %, n = 42). La revegetación temprana de las minas depende de la historia de vida de las plantas colonizadoras y de factores asociados al sustrato.

Palabras clave. Minería aurífera. Preferencia de hábitat. Riqueza de especies. Sucesión primaria. Vegetación herbácea.

Abstract

The Chocó (Colombia) is a region with high biodiversity but dramatically affected by mining. In this work, vascular plant species that colonize abandoned mines in the rain forests of Chocoan region were identified. In particular, plants were collected from different landforms in seven abandonment mines (3-15 years of abandoned after mining activity) of three municipalities in the Chocó region. Sixty-six species, 47 genera and 22 families were identified. The most representative families were Cyperaceae (14.9 % genera and 25.8% species), Melastomataceae (14.9 and 15.2%) and Rubiaceae (10.6 and 12.1%), while the more species-rich genera were *Cyperus* (8.5% species), *Rhynchospora* (8.5%), *Scleria* (6.4%) and *Spermacoce* (6.4%). The dominant life form was herbaceous (80.3% species) and more species-rich habitats were non-flood plains (36.3% species), the mine-forest edge (34.8%) and flood depressions (31.8%). The flood depressions included more exclusive species (42.8%, n = 42). Early revegetation of mine depends on the life history of colonizing plants and factors associated with the substrate.

Key words. Gold mining. Habitat preference. Herbaceous vegetation. Primary succession. Species richness.

Introducción

Los bosques pluviales del Chocó en Colombia poseen alta diversidad de especies vegetales (Gentry 1986, Forero y Gentry 1989, Rangel-Ch *et al.* 2004, Bernal *et al.* 2015); con registros de 5976 especies de plantas superiores (Rangel-Ch *et al.* 2004, Bernal *et al.* 2015), aunque el número estimado asciende hasta 8000 (Forero y Gentry 1989). Además de esta riqueza florística, en estas zonas boscosas existen yacimientos de oro y platino, los cuales se han explotado por los pobladores chocoanos a pequeña escala a lo largo del tiempo, sin graves impactos sobre el ambiente. Sin embargo, en la actualidad, la minería que se viene practicando en este territorio utiliza maquinaria pesada, como retroexcavadoras, que eliminan la cubierta vegetal, fragmentan el paisaje y transforman los ecosistemas (Capitán 1994, Ramírez-Moreno y Ledezma-Rentería 2007, Leal 2009, Andrade-C 2011). Como resultado de esta actividad minera, junto a otras como la tala indiscriminada de bosques, cerca del 12 % de las especies de la flora de espermatofitas de la región se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza (Rangel-Ch 2004). Dado este panorama, el desarrollo de protocolos de restauración ecológica constituye una herramienta útil para mantener la diversidad biológica, ya que la restauración ecológica trata, en la medida de lo posible, de llevar a las comunidades vegetales afectadas hacia su condición original (Bradshaw 1992, 1997).

Aunque existe poca información científica derivada de experiencias regionales para aplicar estas herramientas a escala local, algunos trabajos realizados en el Chocó han demostrado que especies exóticas introducidas, como *Acacia mangium*, tienen alta capacidad de adaptabilidad y competencia frente a las especies nativas (Ayala *et al.* 2008, Valois-Cuesta 2016). Debido a esto, *A. mangium* es una especie usada frecuentemente (casi la única) para revegetar áreas afectadas por minería en el Chocó, desconociéndose sus efectos sobre la regeneración natural de los sitios afectados. El riesgo de introducir especies exóticas como medida de restauración ecológica radica en que estas especies pueden convertirse en invasoras y generar cambios en la trayectoria de la regeneración

natural de los sistemas afectados (Simberloff y Von Holle 1999, Fuentes-Ramírez *et al.* 2011). De ahí, la importancia de realizar inventarios de las especies involucradas en el proceso de revegetación natural de las minas abandonadas, pues ello permitirá seleccionar especies con potencial para ser empleadas en programas de restauración ecológica de esas áreas críticas en un contexto de alta biodiversidad.

El objetivo del presente artículo fue identificar la flora que de forma natural coloniza las minas abandonadas tras la minería auroplatinífera en el Chocó, Colombia, y caracterizarla en términos de diferentes grupos funcionales (grupos taxonómicos, hábito de crecimiento y zona de la mina donde proliferan). Se pretende que la información básica derivada de este estudio facilite la implementación de programas de restauración ecológica de los sistemas forestales naturales afectados por minería en regiones como el Chocó, haciendo uso de especies nativas.

Material y métodos

Área de estudio

El trabajo se realizó en los municipios de Cértegui ($5^{\circ}41'41''N$ - $76^{\circ}39'40''O$), Condoto ($5^{\circ}05'30''N$ - $76^{\circ}39'00''O$) y Unión Panamericana ($5^{\circ}16'53''N$ - $76^{\circ}37'48''O$), los cuales pertenecen a la subregión del San Juan, Chocó, Colombia (Figura 1). Esta subregión, está compuesta por llanuras aluviales y pequeñas colinas en la cuenca del río San Juan, al sureste del departamento del Chocó (Forero y Gentry 1989, Poveda-M *et al.* 2004). El territorio del San Juan es la zona de mayor productividad auroplatinífera del Chocó (Ayala *et al.* 2008, Valois-Cuesta 2016), región que se caracteriza ambientalmente por una precipitación de 5000 - 13000 mm anuales, una temperatura de 23-27 °C y una humedad relativa que supera el 80 % (Poveda-M *et al.* 2004). Sobre la base de diferencias en clima y relieve, la región cuenta con variedad de ecosistemas y diferentes tipos de vegetación con alta diversidad y alto grado de endemismos, especialmente de las familias

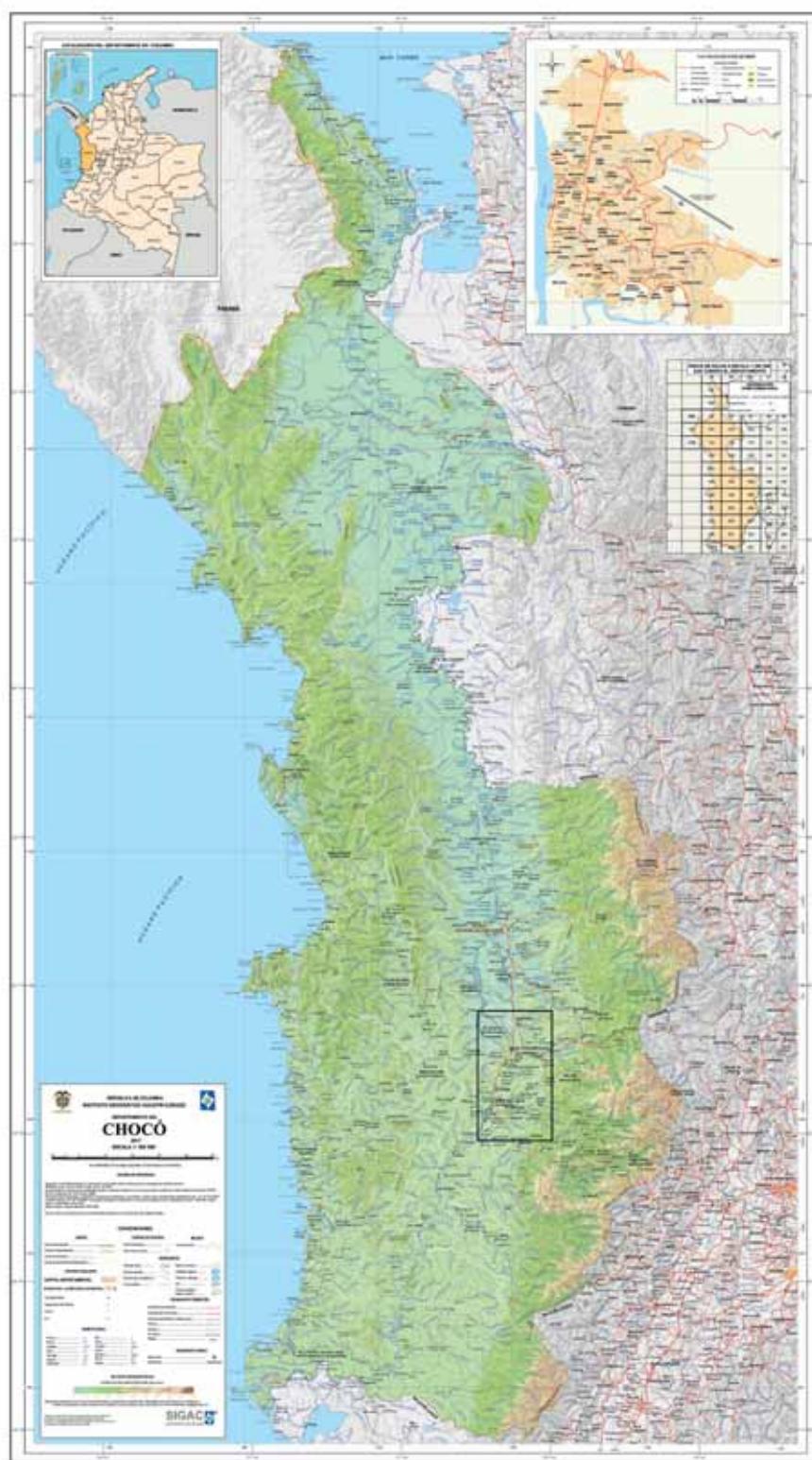


Figura 1. Ubicación de los municipios de Cértegui, Unión Panamericana y Condoto (cuadro en el mapa) dentro del departamento del Chocó, Colombia. Fuente: Igac (2017).

Rubiaceae, Melastomataceae, Arecaceae, Piperaceae, Asteraceae, Fabaceae y Clusiaceae (Rangel-Ch *et al.* 2004, Rangel-Ch y Rivera-Díaz 2004, Bernal *et al.* 2015).

La riqueza de especies vegetales del territorio chocoano ha sido fuente de bienes y servicios para la subsistencia de los pueblos asentados en la región, representados por poblaciones negras (75,7 %) e indígenas (11,9 %), principalmente (Gobernación del Chocó 2015). Estos grupos humanos han utilizado productos del bosque durante generaciones para satisfacer sus necesidades, principalmente alimentarias, medicinales, de vivienda y transporte, así como también para desarrollar variadas actividades de importancia socio-cultural (Galeano 2000, Valois-Cuesta *et al.* 2013). A pesar de ello, en la actualidad la minería ocupa uno de los principales puestos en la socio-economía del departamento del Chocó (Ramírez-Moreno y Ledezma-Rentería 2007, Leal 2009).

Características de las minas estudiadas

En concreto, el estudio se realizó en siete minas abandonadas, tres de ellas ubicadas en Raspadura (Unión Panamericana), tres en Jigualito (Condoto) y una en Cértegui (Cértegui). Las minas muestreadas

tenían entre 3 y 15 años de edad tras el abandono, en el momento de iniciar la recolección de muestras botánicas (marzo de 2012) y correspondían a áreas selváticas que fueron intervenidas con retroexcavadoras y motobombas de alta presión para la extracción de oro y platino del subsuelo, generando fuertes impactos, tales como pérdida total de la cobertura vegetal y erosión de las propiedades del suelo (Figura 2a). Como resultado de las labores de remoción del suelo para la extracción de los minerales, en las áreas mineras afectadas (no solamente las seleccionadas para este estudio) se pueden identificar diferentes formaciones topográficas, donde la vegetación emerge gradualmente con el paso del tiempo de manera diferencial, tales como zona de transición mina-bosque (ecotono), zonas llanas no inundables, taludes, depresiones cenagosas o zonas pantanosas y montículos de arena y grava (Figuras 2b y 3).

Muestreos de vegetación

En las minas seleccionadas se realizaron colecciones generales de las morfo-especies de plantas vasculares que caracterizan a estos sistemas durante dos años (entre marzo de 2012 y marzo de 2014), tomando nota de su hábito de crecimiento (herbáceo, arbustivo o arbóreo) y el sitio de la mina (hábitat) donde estas se encontraban creciendo (ecotono, taludes,

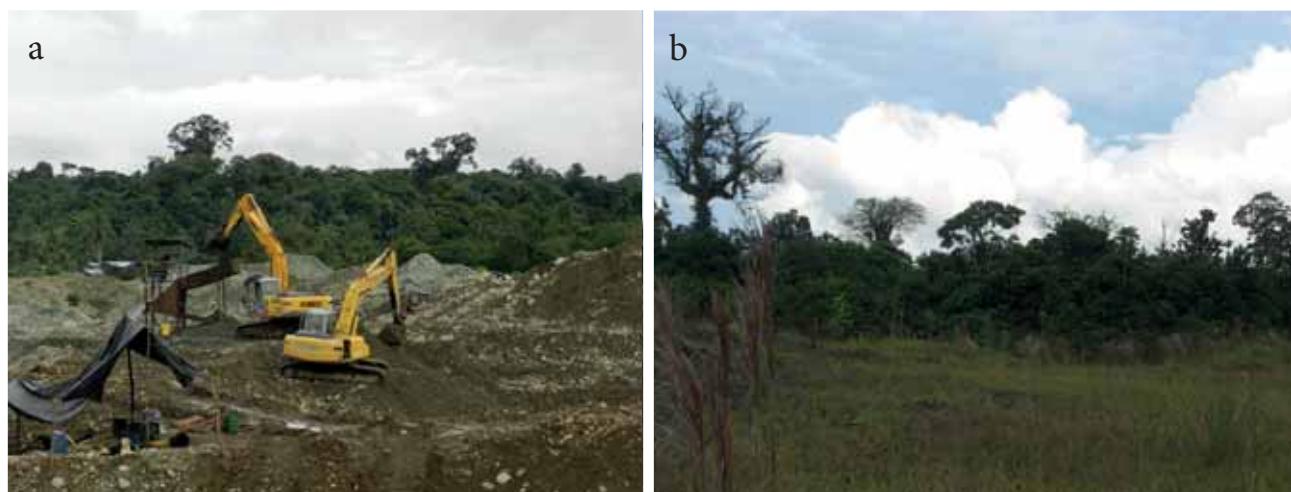


Figura 2. Minería a cielo abierto en el Chocó, Colombia: a) impactos generados por la actividad minera realizada con retroexcavadoras en el seno de los sistemas forestales naturales, b) capacidad de regeneración natural de los sistemas afectados.

depresiones inundables, zonas llanas o montículos de arena y grava). Estas colecciones se realizaron recorriendo toda la superficie de las minas, desde el ecotono (zona de transición mina-bosque) hacia el interior de la mina, tratando siempre de recolectar el mayor número de morfo-especies diferentes. Todas las muestras recolectadas fueron identificadas hasta especie con ayuda de literatura especializada

(Gentry 1996, Mahecha 1997), por confrontación con ejemplares depositados en los herbarios CHOCÓ de la Universidad Tecnológica del Chocó, Colecciones Científicas en Línea de la Universidad Nacional de Colombia con sede en Bogotá (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>), Tropico del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>) y Virtual Herbarium del New York Botanical Garden (<http://www.nybg.org>).



Figura 3. Principales formaciones topográficas resultantes de las labores de minería a cielo abierto en bosques naturales del Chocó, Colombia: a) zonas planas no inundables, b) taludes de pendiente fuerte, c) depresiones cenagosas o zonas pantanosas, d) montículos de arena y grava.

org/), y gracias a la colaboración de especialistas en la flora colombiana y del Chocó biogeográfico. La validez de los nombres científicos se comprobó en las bases de datos especializadas: Trópicos, The International Plant Names Index (<http://www.ipni.org>) y The Plant List (<http://www.theplantlist.org>). Todas las muestras recolectadas se encuentran en el Herbario CHOCÓ y su clasificación se basa en los trabajos del grupo de filogenética de angiospermas (APG III) (APG III 2009, Chase y Reveal 2009, Haston *et al.* 2009).

Resultados

En total se registraron 66 especies de plantas vasculares que se agrupan en 47 géneros y 22 familias. Las familias más representativas en términos del número de géneros y especies fueron Cyperaceae (14,9 % de los géneros y 25,8 % de las especies), Melastomataceae (14,9 y 15,2 % respectivamente) y Rubiaceae (10 y 12,1 % respectivamente). Las 19 familias restantes estuvieron representadas por menos que cinco especies y géneros (Anexo 1). Los géneros más importantes por su riqueza de especies fueron *Cyperus* (8,5 %), *Rhynchospora* (8,5 %), *Scleria* (6,4 %) y *Spermacoce* (6,4 %). Los 43 géneros restantes tuvieron representaciones inferiores a dos especies (Anexo 1). Las especies comúnmente encontradas en las minas estudiadas pueden visualizarse en el Anexo 2.

La vegetación de las minas estuvo representada principalmente por especies de crecimiento herbáceo con 53 especies (80,3 %), seguido por el hábito arbóreo, con nueve especies (13,6 %) y el hábito arbustivo con cuatro especies (6,1 %) (Chi-cuadrado: $X^2 = 66$, gl = 2, $p < 0,0001$). Por otro lado, los hábitats diferenciados dentro de las minas con mayor número de especies fueron las zonas llanas no inundables con 24 especies (36,3 %), le siguieron en orden de importancia las zonas de transición bosque-mina (ecotonos) con 23 especies (34,8 %), las depresiones cenagosas con 21 especies (31,8 %), los montículos de arena y grava con 16 especies (24,2 %) y los taludes con ocho especies (12,1 %) (Chi-cuadrado: $X^2 = 9,4$, gl = 4, $p = 0,051$).

Además, conviene destacar que 42 de las 66 especies registradas (el 63,6 %) fueron exclusivas de alguno de los hábitats diferenciados dentro de las minas (Anexo 1). En este sentido, los hábitats con mayor número de especies exclusivas fueron las depresiones cenagosas (18 especies, 42,8 %), seguidas en orden de importancia por la transición bosque-mina (10 especies, 23 %), los montículos de arena y grava (7 especies, 16,6 %), las llanuras (4 especies, 9,5 %) y finalmente los taludes (3 especies, 7,1 %) (Chi-cuadrado: $X^2 = 17,2$, gl = 4, $p = 0,001$).

Discusión

En las minas estudiadas se registraron 66 especies de plantas vasculares agrupadas en 22 familias y 47 géneros. Estos datos suponen una baja riqueza de especies en las minas del área de estudio, con relación a la riqueza de especies registrada en los bosques de la región del Chocó (Gentry 1986), que se estima en 8000 especies (Forero y Gentry 1989) aunque sólo existan registros de 5976 (Rangel-Ch *et al.* 2004, Bernal *et al.* 2015). También la riqueza de especies encontrada en las minas inventariadas en este estudio, de entre 3 y 15 años de edad tras el abandono, es inferior a la riqueza de especies de los bosques adyacentes o de referencia. De hecho, cerca de 300 especies fueron encontradas en los bosques de referencia (adyacentes) a estas minas en el municipio de Unión Panamericana, Chocó (Asprilla *et al.* 2003, Valois-Cuesta 2016).

Cuando se compara el número de especies encontrado en las minas del área de estudio con el registrado en minas inventariadas en otras regiones neotropicales, queda claro que la riqueza de especies es un parámetro que varía sustancialmente. Al respecto, Díaz y Elcoro (2009) encontraron 157 especies, 105 géneros y 46 familias en algunas minas de oro en el estado Bolívar (Venezuela). En este mismo territorio, pero en minas de hierro, Guevara *et al.* (2005) registraron 51 especies, mientras que Hernández-Acosta *et al.* (2009) en una mina de hierro de Pachuca (Méjico) encontraron solo 25 especies y Rodríguez *et al.* (2004) en minas de oro en el estado de Mato Grosso, Brasil reportan 56 especies y 34 familias. Esta

disparidad de resultados, en cuanto a la riqueza de especies de plantas colonizadoras de zonas afectadas por la minería, indica que la riqueza de especies colonizadoras de estas áreas puede depender de la localidad y el tipo de minería, pero también de otros factores como la edad de abandono después de la intervención minera o la intensidad y frecuencia de la perturbación (Walker y Del Moral 2003).

Aunque las áreas afectadas por la minería puedan tener diferencias en cuanto a la riqueza de especies de plantas que la colonizan, es claro que son dominadas por ciertos grupos taxonómicos o funcionales. De hecho, las familias mejor representadas en las minas del área de estudio (Cyperaceae, Melastomataceae y Rubiaceae) también son predominantes (en riqueza de especies o cobertura) en muchas áreas afectadas por la minería, con diferentes edades tras el abandono, bajo un ambiente Neotropical (Díaz y Elcoro 2009). Incluso algunos géneros de plantas herbáceas como *Cyperus*, *Rhynchospora* y *Scleria*, que fueron comunes en las minas del área de estudio, también se encontraron en minas de otras regiones neotropicales (Díaz y Elcoro 2009). Por tanto, aunque puedan existir diferencias sustanciales en términos de riqueza de especies entre minas, dentro y entre localidades, las diferencias en términos de grupos taxonómicos (géneros y familias) tienden a ser bajas, especialmente en la etapa sucesión temprana.

Por otro lado, especies como *Erechtites hieracifolia* (Asteraceae), *Cyperus luzulae*, *C. odoratus*, *Eleocharis filiculmis*, *Fuirena umbellata* y *Scleria secans* (Cyperaceae), *Davilla kunthii* (Dilleniaceae), *Chelonanthus alatus* (Gentianaceae), *Lycopodiella cernua* (Lycopodiaceae), *Clidemia capitellata* (Melastomataceae), *Andropogon bicornis* (Poaceae), *Pityrogramma calomelanos* (Pteridaceae) y *Spermacoce alata* (Rubiaceae) que, siendo comunes en el área de estudio, también se encontraron en minas de otras regiones neotropicales (Díaz y Elcoro 2009), sugiere que a pesar de las diferencias de riqueza las diferencias en composición florística no son tan marcadas.

Aunque la mayoría de las especies encontradas en las minas estudiadas presentan hábito de crecimiento herbáceo, es importante destacar que algunas especies arbóreas como *Cecropia peltata*, *Vismia baccifera* y *Cespedesia spathulata*, entre otras, podrían ser prometedoras en la reforestación o rehabilitación de áreas afectadas por la minería o terrenos baldíos (Hoyos 1990), pues son fuente de recursos alimenticios y pueden servir como perchas naturales para atraer aves dispersoras de semillas desde los bosques adyacentes a las minas (Estrada-Villegas *et al.* 2007).

En las minas estudiadas, las zonas llanas no inundables, las zonas de borde bosque-mina y las depresiones cenagosas albergaron mayor riqueza de especies que los montículos de arena y grava, y los taludes. Las depresiones cenagosas constituyeron, además, el hábitat con mayor número de especies exclusivas y, en concreto, en las minas abandonadas de Raspadura (Chocó) muestran, además, mayor cobertura vegetal ($43,2 \pm 12,9\%$) que las llanuras no inundables ($38,2 \pm 11,8\%$), los taludes ($23,3 \pm 6,5\%$) o los montículos de arena y grava ($2,2 \pm 2,0\%$) (Valois-Cuesta 2016). Según Díaz y Elcoro (2009), la colonización de especies de plantas en minas abandonadas se inicia en las zonas bajas, donde hay más humedad y se han depositado el limo y la arcilla procedentes del material de desecho y de posiciones topográficas más altas. En efecto, en las minas del área de estudio, las depresiones cenagosas presentan mayor contenido en magnesio ($0,22 \pm 0,04 \text{ cmolc kg}^{-1}$) y limos ($28,0 \pm 18,0\%$) que las otras formaciones topográficas (Valois-Cuesta 2016), lo cual corrobora hasta cierto punto las afirmaciones de Díaz y Elcoro (2009) sobre colonización en áreas afectadas por minería. Aunque la fase inicial de colonización puede ser afectada por las condiciones del sustrato, hay que tener en cuenta que la presencia de comunidades vegetales en un lugar particular no depende únicamente de la calidad del sitio, sino también de las posibilidades de dispersión de las especies y de su potencial para la germinación, supervivencia y establecimiento (Ash *et al.* 1994).

Conclusiones

Las especies que se establecen en el seno de las minas durante la regeneración temprana (< 15 años de abandono) son generalmente herbáceas pertenecientes a las familias Cyperaceae, Melastomataceae y Rubiaceae. La mayoría de estas especies no se encuentran en bosques de referencia adyacente, lo que hace suponer que su procedencia son otras zonas degradadas circundantes. Por otra parte, la colonización de estas especies vegetales en las minas parece estar asociada a condiciones de calidad de los sustratos, así como también su propia historia de vida. Al respecto, aquellos ambientes como las depresiones cenagosas, las zonas de transición bosque-mina y las llanuras no inundables son hábitats que deberían ser promovidos después de las actividades mineras, más que los taludes o los montículos de arena y grava, ya que estos últimos promueven en menor medida la colonización de especies en esos sistemas.

Es importante adelantar estudios para entender la ecofisiología de algunas especies nativas, pioneras y herbáceas como *Aciotis rubicaulis* (Mart. ex DC.) Trana, *Acisanthera quadrata* Pers., *Coccocypselum hirsutum* Bartl. ex DC., *Eleocharis filiculmis* Kunth, *Fuirena umbellata* Rottb, *Rhynchospora tenerrima* Nees ex Spreng, *Scleria robusta* Camelb. & Goetgh, *Mimosa pudica* L., *Nepsera aquatica* (Aubl.) Naudin y *Sauvagesia erecta* L.; arbustivas como *Lepidaploa lehmannii* (Hieron.) H. Rob., *Psychotria cooperi* Standl., *Sabicea panamensis* Wernham y *Spermacoce alata* Aubl.; y arboreas como *Croton killipianus* Croizat, *Vismia baccifera* (L.) Planch. & Triana, *Vismia macrophylla* Kunth, *Miconia reducens* Triana, *Cespedesia spathulata* (Ruiz & Pavon) Planch., *Isertia pittieri* (Standl.) Standl., *Cecropia hispidissima* Cuatrec. y *Cecropia peltata* L. ya que podrían ser buenas opciones para iniciar procesos de revegetación de áreas degradadas por minería bajo las condiciones biofísicas del Chocó.

Agradecimientos

A las comunidades de Raspadura (Unión Panamericana), Jugualito (Condoto) y Cértegui por su hospitalidad.

A S. Ecchomo por su acompañamiento. A K. Y. Figueroa, Y. Urrutia, J. F. Lizalda, J. J. Maturana, A. M. Jiménez, E. Ledezma y D. A. Lozano por su ayuda en salidas de campo. A. F. García y D. Giraldo por su ayuda en la identificación del material vegetal. Este trabajo fue financiado por la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH) (convocatoria interna para grupos de investigación 2013-2014).

Bibliografía

- Andrade-C, G. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 35: 491-507.
- APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the order and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Ash, H. J., R. P. Gemmell y A. D. Bradshaw. 1994. The introduction of native plant species on industrial waste heaps: a test of immigration and other factors affecting primary succession. *Journal of Applied Ecology* 31: 74-84.
- Asprilla, A., C. Mosquera, H. Valoyes, H. Cuesta y F. García. 2003. Composición florística de un bosque pluvial tropical (bp-T) en la parcela permanente de investigación en biodiversidad (PPIB) en Salero, Unión Panamericana, Chocó. Pp: 39-44. En: García, F., Y. Ramos, J. Palacios, J. Arroyo, A. Mena y M. González (Eds.). Salero, Diversidad biológica de un bosque pluvial tropical (bp-T). Guadalupe Ltda, Bogotá, Colombia.
- Ayala, J. H., J. Mosquera y W. I. Murillo. 2008. Evaluación de la adaptabilidad de la acacia (*Acacia mangium* Wild), y bija (*Bixa orellana* L.?) en áreas degradadas por la actividad minera aluvial en el Chocó biogeográfico, Condoto, Chocó, Colombia. *Bioetnia* 5: 115-123.
- Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis. 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.
- Bradshaw, A. D. 1992. The biology of land restoration. Pp: 25-44. En: Jain, S. K. y L. W. Botsford (Eds.). Applied population biology. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Bradshaw, A. D. 1997. Restoration of mined land-using natural processes. *Ecological Engineering* 8: 255-269.
- Capitán, L. F. 1994. Platina española para Europa en el siglo XVIII. *Llull* 17: 289-312.

- Chase, M. W. y J. L. Reveal. 2009. A phylogenetic classification of the land plant to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 122-127.
- Díaz, W. A. y S. Elcoro, S. 2009. Plantas colonizadoras en áreas perturbadas por la minería en el estado Bolívar, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* 32: 453-466.
- Estrada-Villegas, S., J. Pérez-Torres y P. Stevenson. 2007. Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotropicos* 20:1-14
- Forero, E. y A. Gentry. 1989. Lista anotadas de plantas del Chocó. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. 142 pp.
- Fuentes-Ramírez, A., A. Pauchard, L. A. Cavieres y R. A. García. 2011. Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-center Chile. *Forest Ecology and Management* 261: 1003-1009.
- Galeano, G. 2000. Forest use at the pacific coast of Chocó, Colombia: a quantitative approach. *Economic Botany* 54: 358-376.
- Gentry, A. H. 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia* 15: 71-75.
- Gentry, A. H. 1996. A field guide to the families and genera of woody plants of North West South America: (Colombia, Ecuador, Perú): with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International, Washington DC. 895 pp.
- Gobernación del Chocó. 2015. Nuestro departamento - Chocó, información general. Recuperado el 20 de junio, 2015 de: http://www.choco.gov.co/informacion_general.shtml.
- Guevara, R., J. Rosales y E. Sanoja. 2005. Vegetación pionera sobre rocas, un potencial biológico para la revegetación de áreas degradadas por la minería de hierro. *Interciencia* 30: 644-652.
- Haston, E., J. E. Richardson, P. F. Stevens, M. W. Chase y D. J. Harris. 2009. The linear angiosperm phylogeny group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 128-131.
- Hernández-Acosta, E., E. Mondragón-Romero, D. Cristóbal-Acevedo, J. E. Rubiños-Panta y E. Robledo-Santoyo. 2009. Vegetación, residuos de mina y elementos potencialmente tóxicos de un jal de Pachuca, Hidalgo, México. *Revista Chapingo* 15: 109-114.
- Hoyos, J. F. 1990. Los árboles de Caracas. Monografía N° 24. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela. 409 pp.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Igac. 2017. Mapas físico-políticos: departamento de Chocó. Recuperado de: <http://geoportal.igac.gov.co/mapas>.
- Leal, C. 2009. La compañía minera Chocó Pacífico y el auge del platino en Colombia, 1897-1930. *Historia crítica* Ed. Especial: 150-164.
- Mahecha, G. E. 1997. Fundamentos y metodología para la identificación de plantas. Ministerio del Medio Ambiente, Lerner Ltda, Bogotá, Colombia. 282 pp.
- Poveda-M, C., C. A. Rojas-P., A. Rudas-LI y J. O. Rangel-Ch. 2004. El Chocó biogeográfico: ambiente físico. Pp: 1-22. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia diversidad biótica IV, El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. Universidad Nacional de Colombia-Conservación Internacional, Bogotá, Colombia.
- Ramírez-Moreno, G. y E. Ledezma-Rentería. 2007. Efecto de las actividades socioeconómicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Chocó. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó* 26: 58-65.
- Rangel-Ch., J. O. 2004. Amenazas a la biota y a los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Pp: 841-866. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia diversidad biótica IV, El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. Universidad Nacional de Colombia-Conservación Internacional, Bogotá, Colombia.
- Rangel-Ch., J. O. y O. Rivera-Díaz. 2004. Diversidad y riqueza de espermatofitos en el Chocó biogeográfico. Pp: 83-104. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia diversidad biótica IV, El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. Universidad Nacional de Colombia-Conservación Internacional, Bogotá, Colombia.
- Rangel-Ch., J. O., O. Rivera-Díaz, D. Giraldo-Cañas, C. Parra-O., J. C. Murillo-A., I. Gil y C. Berg. 2004. Catálogo de espermatofitos en el Chocó biogeográfico. Pp: 105-439. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia diversidad biótica IV, El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. Universidad Nacional de Colombia-Conservación Internacional, Bogotá, Colombia.
- Rodrigues, R. R., S. Venâncio, y L. C. de Barro. 2004. Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. *Forest Ecology and Management* 190: 323–333.
- Simberloff, D. y B. Von Holle. 1999. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions* 1: 21-32.
- Valois-Cuesta, H. 2016. Sucesión primaria y ecología de la revegetación de selvas degradadas por minería en el Chocó, Colombia: bases para su restauración ecológica. Tesis de doctorado. Universidad de Valladolid. España, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Palencia, España, 199 pp.

Valois-Cuesta, H., C. Martínez-Ruiz, Y. Y. Rentería y S. M. Panesso. 2013. Diversidad, patrones de uso y conservación de palmas (Arecaceae) en bosques pluviales del Chocó, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 61: 1869-1889.

Walker, L. R. y R. Del Moral. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press. Cambridge. 456 pp.

Anexo 1. Especies pioneras en minas abandonadas en la región del San Juan, Chocó, Colombia. MAG = Montículos de arena y grava, LL = Zonas llanas no inundables, B = zona de transición bosque-mina (borde), DC = Depresiones cenagosas o pantanosas, T = Taludes. Especies con superíndices (1-36) son comunes y pueden verse en el anexo 2.

Species	Familias	Forma de vida	Hábitats
<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf.	Asteraceae	Herbáceo	MAG
<i>Lepidaploa lehmannii</i> (Hieron.) H. Rob. ⁽¹⁾	Asteraceae	Arbustivo	LL, B
<i>Vernonia arborescens</i> (L.) Sw.	Asteraceae	Arbustivo	LL, B
<i>Cyclanthus bipartitus</i> Poit. ex A. Rich.	Cyclanthaceae	Herbáceo	DC
<i>Cyperus haspan</i> L.	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz. ⁽²⁾	Cyperaceae	Herbáceo	LL, DC, MAG
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cyperaceae	Herbáceo	MAG
<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Diplacrum capitatum</i> (Willd.) Boeckeler	Cyperaceae	Herbáceo	MAG
<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth ⁽³⁾	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult. ⁽⁴⁾	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Fuirena robusta</i> Kunth	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Fuirena umbellata</i> Rottb. ⁽⁵⁾	Cyperaceae	Herbáceo	MAG
<i>Rhynchospora corimbosa</i> (L.) Britton	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Rhynchospora pubera</i> (Vahl) Boeckeler ⁽⁶⁾	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Rhynchospora</i> sp. ⁷	Cyperaceae	Herbáceo	LL, MAG
<i>Rhynchospora tenerrima</i> Nees ex Spreng ⁽⁸⁾	Cyperaceae	Herbáceo	DC
<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	Cyperaceae	Herbáceo	MAG
<i>Scleria robusta</i> Camelb. & Goetgh ⁽⁹⁾	Cyperaceae	Herbáceo	DC

Cont. Anexo 1. Especies pioneras en minas abandonadas en la región del San Juan, Chocó, Colombia. MAG = Montículos de arena y grava, LL = Zonas llanas no inundables, B = zona de transición bosque-mina (borde), DC = Depresiones cenagosas o pantanosas, T = Taludes. Especies con superíndices (1-36) son comunes y pueden verse en el anexo 2.

Especies	Familias	Forma de vida	Hábitats
<i>Scleria secans</i> (L.) Urb. ⁽¹⁰⁾	Cyperaceae	Herbáceo	LL, B
<i>Hypolepis repens</i> (L.) C. Presl	Dennstaedtiaceae	Herbáceo	B
<i>Davilla kunthii</i> A.St.-Hil.	Dilleniaceae	Arbustivo	B
<i>Tonina fluviatilis</i> Aubl.	Eriocaulaceae	Herbáceo	DC
<i>Alchornea grandis</i> Benth.	Euphorbiaceae	Arbóreo	B
<i>Croton killipianus</i> Croizat ⁽¹¹⁾	Euphorbiaceae	Arbóreo	B
<i>Phyllanthus caroliniensis</i> Walter	Euphorbiaceae	Herbáceo	B, MAG
<i>Mimosa pudica</i> L. ⁽¹²⁾	Fabaceae	Herbáceo	LL
<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle ⁽¹³⁾	Gentianaceae	Herbáceo	LL, T
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw. ⁽¹⁴⁾	Gleicheniaceae	Herbáceo	T
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching ⁽¹⁵⁾	Gleicheniaceae	Herbáceo	T
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana ⁽¹⁶⁾	Hypericaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Vismia macrophylla</i> Kunth ⁽¹⁷⁾	Hypericaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Lamiaceae	Herbáceo	B
<i>Lycopodiella cernua</i> (L.) Pic. Serm. ⁽¹⁸⁾	Lycopodiaceae	Herbáceo	LL, MAG, T
<i>Aciotis polystachya</i> (Bonpl.) Triana	Melastomataceae	Herbáceo	MAG, T
<i>Aciotis rubicaulis</i> (Mart. ex DC.) Trana ⁽¹⁹⁾	Melastomataceae	Herbáceo	MAG, T
<i>Acisanthera quadrata</i> Pers. ⁽²⁰⁾	Melastomataceae	Herbáceo	DC
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D. Don ⁽²¹⁾	Melastomataceae	Herbáceo	LL, T
<i>Clidemia sericea</i> D. Don ⁽²²⁾	Melastomataceae	Herbáceo	LL
<i>Graffenrieda anomala</i> Triana	Melastomataceae	Herbáceo	T
<i>Miconia affinis</i> DC.	Melastomataceae	Herbáceo	B
<i>Miconia reducens</i> Triana ⁽²³⁾	Melastomataceae	Herbáceo	B
<i>Nepsera aquatica</i> (Aubl.) Naudin ⁽²⁴⁾	Melastomataceae	Herbáceo	DC

Cont. Anexo 1. Especies pioneras en minas abandonadas en la región del San Juan, Chocó, Colombia. MAG = Montículos de arena y grava, LL = Zonas llanas no inundables, B = zona de transición bosque-mina (borde), DC = Depresiones cenagosas o pantanosas, T = Taludes. Especies con superíndices (1-36) son comunes y pueden verse en el anexo 2.

Especies	Familias	Forma de vida	Hábitats
<i>Tibouchina herbácea</i> (DC.) Cogn.	Melastomataceae	Herbáceo	LL
<i>Cespedesia spathulata</i> (Ruiz & Pavon) Planch. ⁽²⁵⁾	Ochnaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Sauvagesia erecta</i> L. ⁽²⁶⁾	Ochnaceae	Herbáceo	DC
<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	Onagraceae	Herbáceo	LL, DC
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	Onagraceae	Herbáceo	LL, DC
<i>Andropogon bicornis</i> L. ⁽²⁷⁾	Poaceae	Herbáceo	LL, MAG
<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Poaceae	Herbáceo	DC
<i>Panicum polygonatum</i> Schrad.	Poaceae	Herbáceo	DC
<i>Paspalum saccharioides</i> Nees ex Trin.	Poaceae	Herbáceo	MAG
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link ⁽²⁸⁾	Pteridaceae	Herbáceo	MAG
<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. ex DC. ⁽²⁹⁾	Rubiaceae	Herbáceo	LL, B
<i>Insertia pittieri</i> (Standl.) Standl. ⁽³⁰⁾	Rubiaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Psychotria cooperi</i> Standl. ⁽³¹⁾	Rubiaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Psychotria poeppigiana</i> Mull. Arg.	Rubiaceae	Herbáceo	B
<i>Sabicea panamensis</i> Wernham ⁽³²⁾	Rubiaceae	Herbáceo	B
<i>Spermacoce alata</i> Aubl. ⁽³³⁾	Rubiaceae	Herbáceo	LL, MAG
<i>Spermacoce ocymifolia</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Rubiaceae	Herbáceo	B
<i>Spermacoce prostrata</i> Aubl.	Rubiaceae	Herbáceo	MAG, B
<i>Solanum jamaicense</i> Mill.	Solanaceae	Arbustivo	LL
<i>Cecropia hispidissima</i> Cuatrec. ⁽³⁴⁾	Urticaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Cecropia peltata</i> L. ⁽³⁵⁾	Urticaceae	Arbóreo	LL, B
<i>Xyris jupicai</i> Rich ⁽³⁶⁾	Xyridaceae	Herbáceo	DC

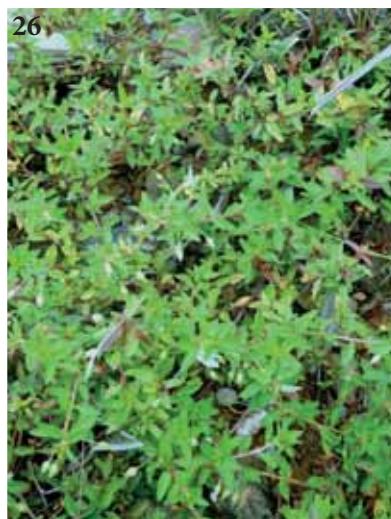
Anexo 2. Especies de plantas más comunes en minas de 3-15 años tras el abandono en el San Juan, Chocó, Colombia. Con los números (1-36) se indica el nombre de la especie en el anexo 1.



Cont. Anexo 2. Especies de plantas más comunes en minas de 3-15 años tras el abandono en el San Juan, Chocó, Colombia. Con los números (1-36) se indica el nombre de la especie en el anexo 1.



Cont. Anexo 2. Especies de plantas más comunes en minas de 3-15 años tras el abandono en el San Juan, Chocó, Colombia. Con los números (1-36) se indica el nombre de la especie en el anexo 1.



Cont. Anexo 2. Especies de plantas más comunes en minas de 3-15 años tras el abandono en el San Juan, Chocó, Colombia. Con los números (1-36) se indica el nombre de la especie en el anexo 1.



Hamleth Valois-Cuesta

Programa de Biología, Universidad Tecnológica del Chocó,
Quibdó, Colombia

hamlethvalois@gmail.com

Carolina Martínez-Ruiz

Departamento de Ciencias Agroforestales e
Instituto de Investigación en Gestión Forestal Sostenible UVa-INIA,
Universidad de Valladolid, Palencia, España.

caromar@agro.uva.es

Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por
la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia

Citación del artículo: Valois-Cuesta, H. y C. Martínez-Ruiz.
2017. Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas
por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia.
Biota Colombiana 18 (1): 88–104. DOI: 10.21068/c2017.
v18n01a7

Recibido: 17 de marzo de 2016

Aprobado: 24 de mayo de 2017

Catálogo de la flora vascular de los Parques Nacionales de Colombia: Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento

Catalog of the vascular flora of the National Parks of Colombia: Iguaque Fauna and Flora Sanctuary and buffer zone

Humberto Mendoza-Cifuentes

Resumen

Colombia cuenta con 59 áreas naturales del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales. El inventario de la flora de estas áreas es insípido ya que solo se conocen listas publicadas no completas de 13 de ellas. Este es el primer artículo enfocado a publicar información inédita depositada en los herbarios nacionales sobre flora de Parques Nacionales. Se inicia con el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque en donde se documenta una lista de 816 especies perteneciente a 141 familias de plantas vasculares. El 89,5 % de las especies registradas son nativas, dos especies son endémica al Santuario, 30 con posibilidades de ser consideradas Valores Objeto de Conservación, 47 categorizadas en algún riesgo de amenaza y 213 presentan algún tipo de uso actual o potencial.

Palabras clave. Colombia. Iguaque. Lista de especies. Los Andes. Parques Nacionales Naturales.

Abstract

Colombia has 59 natural areas in the System of Natural National Parks. The inventory of the flora of these areas is incipient since only incomplete lists have been published for just 13 of them. This is the first article focused on publishing new information deposited in national herbaria on the flora of National Parks. It starts with the Wildlife and Flora Sanctuary Iguaque where a list of 816 species belonging to 141 families of vascular plants is documented. We found that 89.5% of the recorded species are native, two species are endemic to the Sanctuary, 30 can possibly considered as Assets Worthy of Conservation, 47 are categorized as being at some risk of threat, and 213 have some type of current or potential use.

Key words. Andes. Colombia. Iguaque. National Natural Park. Species check-list.

Introducción

Colombia cuenta con 59 áreas naturales pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN), que representan el 12,8 % de la superficie nacional, donde el 11,2 % constituye el área continental y 1,5 % el área marina (PNN 2015: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/sistema-de-parques->

nacionales-naturales/). Estas áreas de conservación se encuentran distribuidas a lo largo de toda la geografía del país, lo que le confiere al Sistema una alta representatividad ecosistémica y de la biodiversidad de Colombia.

El Plan de Acción Institucional 2011-2019 (PAI) de Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC 2011) enfocó parte de sus lineamientos al mapeo de los ecosistemas de las áreas, por lo que la mayoría de los PNN cuentan con mapas e inventario de sus ecosistemas en diferentes escalas asociados a los planes de manejo. Se puede afirmar que al nivel de ecosistemas existe un buen nivel de conocimiento o inventario de los PNN, no obstante, hay un gran desconocimiento de la biodiversidad de especies que albergan.

El inventario de la flora de los PNN en Colombia es bastante incipiente, pues solo se conocen listados o floras publicados de 13 de las 57 áreas con ecosistemas terrestres y existen inventarios relativamente completos y publicados de sólo nueve de ellas (Tabla 1). Esto dificulta el establecimiento y seguimiento de parámetros o indicadores como representatividad de la biodiversidad del Sistema, y limita las posibilidades de establecer valores objeto de conservación apropiados. Igualmente, limita las posibilidades de identificar taxones categorizados en algún nivel de amenaza en estas áreas.

Este trabajo corresponde al primero de una serie de publicaciones que buscan generar información de la flora de los PNN de Colombia bajo la premisa de que en los herbarios nacionales y en algunos extranjeros existe información que puede ayudar a solventar vacíos de conocimiento. La información de los herbarios, completa o incompleta, fragmentada o consolidada, es necesario depurarla y publicarla.

En primera instancia, se inicia con las áreas de conservación mejor representadas en el Herbario FMB del Instituto Alexander von Humboldt, como es el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (SFF Iguaque). Con este estudio se espera dar mérito al nombre de “Santuario de Flora”, documentando las especies hasta ahora conocidas para el área y con especímenes de herbario como testigo.

Área de estudio

El SFF Iguaque se localiza sobre el macizo del

mismo nombre y que corresponde a una formación montañosa aislada de aproximadamente 8000 ha, que se despliega entre los 2100 y 3890 m de elevación y que se ubica en jurisdicción de los municipios de Villa de Leiva, Arcabuco, Chíquiza y Sáchica en el departamento de Boyacá (SFF Iguaque 2007; Figura 1). Dentro del macizo, y a partir de la cota de los 2400 m de elevación, se encuentra el SFF Iguaque, con una extensión de 6.923 ha (SFF Iguaque 2007, PNCC 2015 en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/ecoturismo/region-andina/santuario-de-flora-y-fauna-iguaque/>). Por debajo de esta cota, se encuentra el área de amortiguamiento (en proceso de reglamentación), que cubre el área restante del macizo.

El área tiene una representación de la vegetación andina de tipo matorral subxerofítico, bosque andino, bosque altoandino, subpáramo y páramo de acuerdo con la clasificación de Van der Hammen y Rangel-Ch. (1997) (Figura 2). Los bosques andinos están conformados de variantes de bosques de roble (dominados por *Quercus humboldtii*) y bosques mixtos en donde no se encuentra una especie claramente dominante. Algunos sectores cercanos a Villa de Leyva, originalmente correspondían a bosques de gaque (*Clusia multiflora*). Los matorrales subxerofíticos son arbustales dominados por el hayuelo (*Dodonaea viscosa*).

Actualmente, por causa de múltiples incendios forestales desde la época de la colonia y el cambio de las condiciones climáticas, en buena parte del macizo la vegetación original ha sido reemplazada por sabanas en un proceso conocido como “sabanización” (O. Vargas com. per.). En estas sabanas de montaña predominan especies invasoras de pastos, helechos y especies provenientes de zonas de subpáramo y páramo, todas adaptadas a condiciones de fuego (pirófilas). Por ejemplo, en toda la vertiente norte del macizo entre el municipio de Sáchica y Villa de Leyva predominan pastizales dominados por dos especies de gramíneas foráneas para la zona: el pasto yaraguá (*Melinis minutiflora*, proveniente de África) y el rabo de zorro de montaña (*Andropogon lehmannii*, nativa de Colombia pero con comportamiento invasor).

Tabla 1. Parques Nacionales Naturales de Colombia con inventarios florísticos publicados.

Regional / Área de Conservación	No. Especies	Fuente	Invetario relativamente completo
Regional Amazonía			
Reserva Nacional Natural Puinawai	688	Córdoba y Etter (2001)	
Reserva Nacional Natural Nukak	628	Córdoba <i>et al.</i> (2001)	
Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete	528	Estrada y Fuertes (1993), Cortes (1996)	
Parque Nacional Natural Amacayacu	1348	Rudas y Prieto (2005)	X
Regional Andes Nororientales			
Santuario de Flora y Fauna Iguaque	816	Presente trabajo	X
Regional Andes Occidentales			
Parque Nacional Natural Las Orquídeas	1318	Pedraza-Peña, P. y J. Betancur (2015) onward. Flora of Las Orquídeas National Park: vascular plants of the Colombian Andes and Chocó (http://sweetgum.nybg.org/orquideas). The New York Botanical Garden, Bronx, New York.	X
Regional Caribe			
Parque Nacional Natural Macuira	349	Sudgen y Forero (1982)	X
Parque Nacional Natural Tayrona	685	Lozano (1986)	X
Regional Orinoquía			
Parque Nacional Natural Chingaza	534 (441)	Rangel-Ch. (2000), Madriñan <i>et al.</i> (2015) consultado en http://chingaza.uniandes.edu.co/FIC/article.html#Anchor-Resumen-47857	
Parque Nacional Natural El Tuparro	828	Barbosa (1992), Mendoza (2007)	X
Parque Nacional Natural Sumapaz	860 (619)	Franco y Betancur (1999), (Rangel-Ch. 2000)	X
Regional Pacífico			
Parque Nacional Natural Munchique	745	Lozano <i>et al.</i> (1996)	
Parque Nacional Natural Farallones de Cali	?	Calderón (1994)	
Santuario de Flora y Fauna Malpelo	28	González-Roman <i>et al.</i> (2014)	X
Parque Nacional Natural Gorgona	400 (512)	Barbosa (1986), (Murillo y Lozano 1989)	X

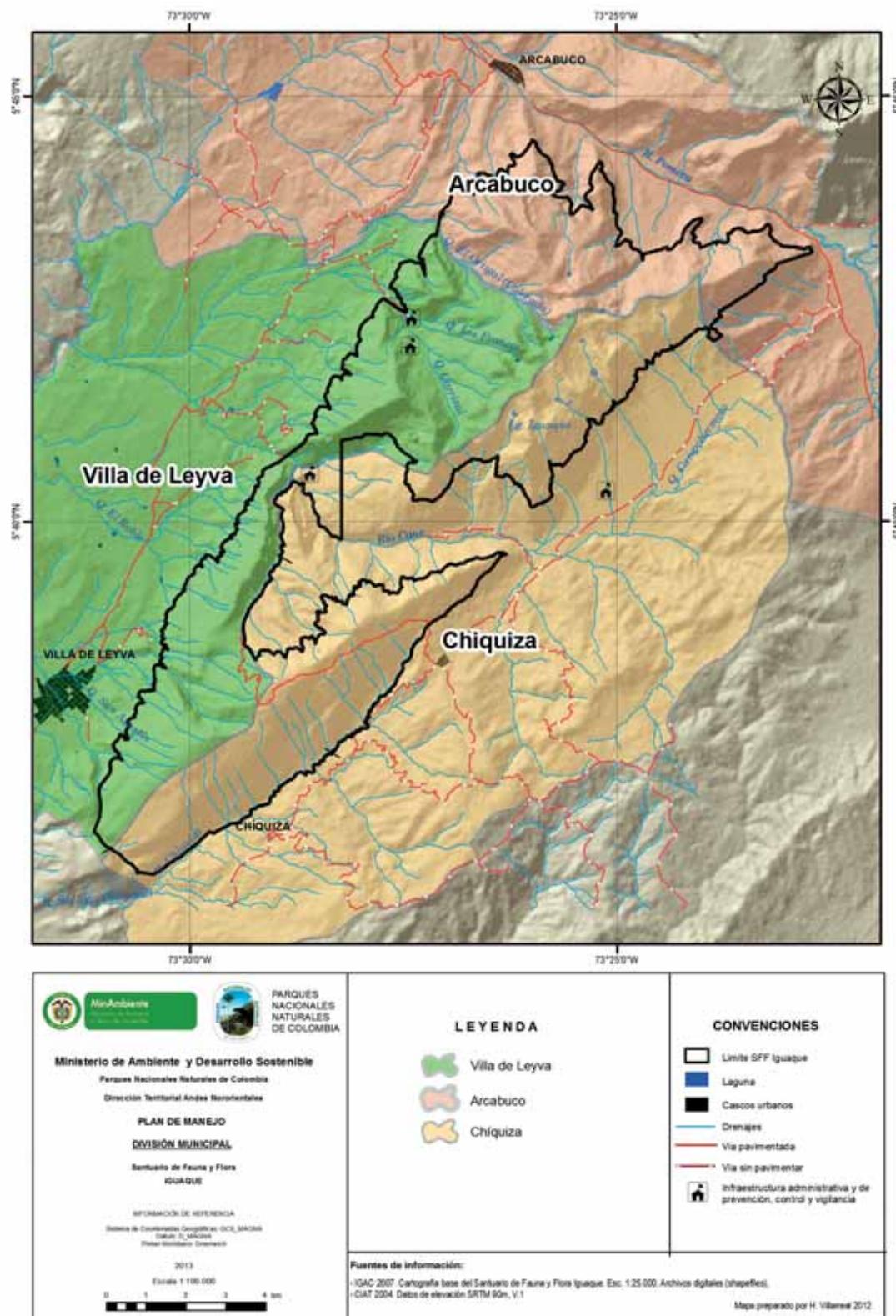


Figura 1. Mapa del Macizo de Iguaque con ubicación del SFF Iguaque y municipios asociados, Boyacá, Colombia. Fuente: SFF Iguaque (2015).

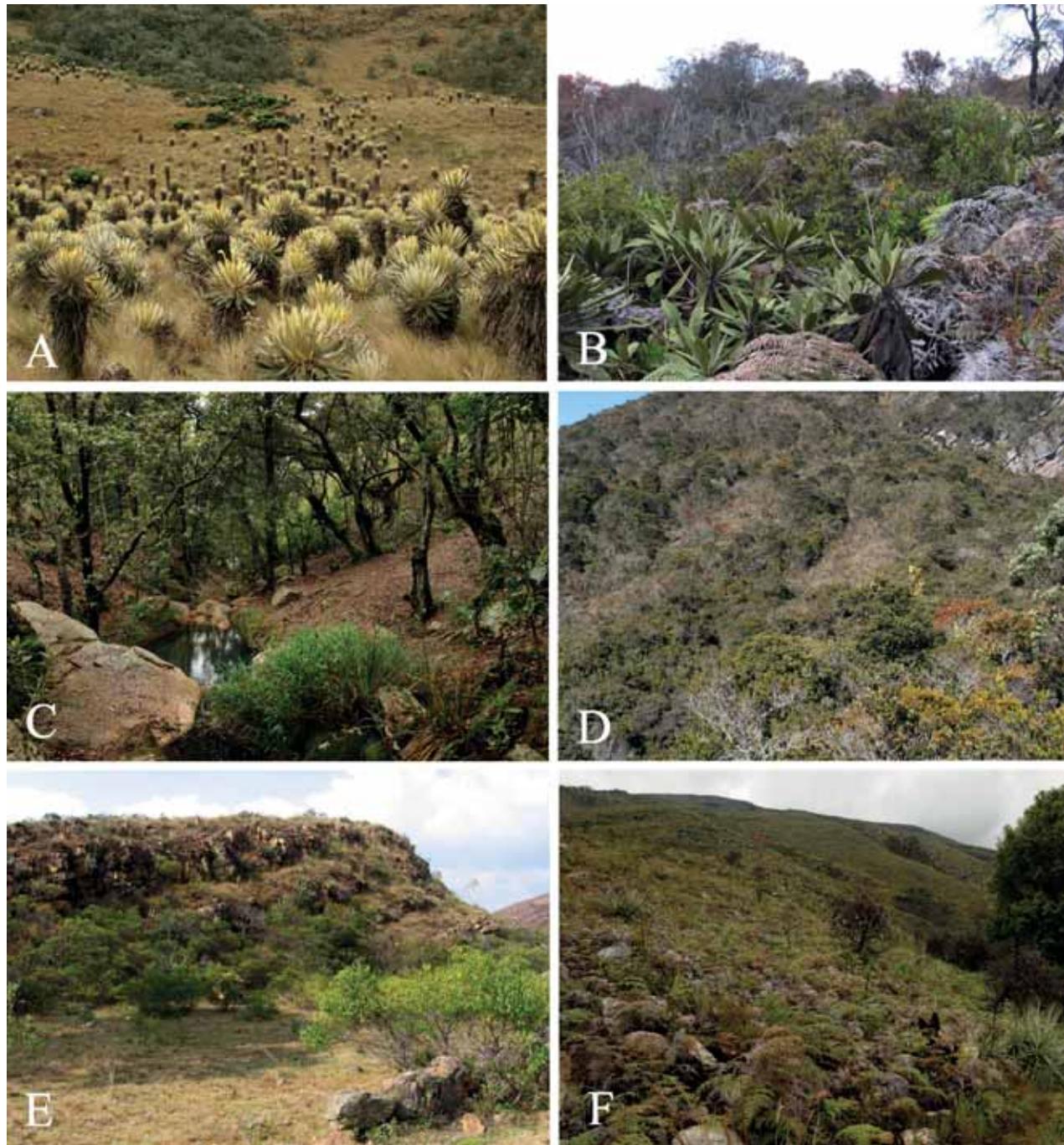


Figura 2. Tipos de vegetación en el Macizo de Iguaque. A) Páramo; B) Subpáramo; C) Robledal (bosque andino); D) Encenillal (bosque altoandino); E) Matorral subxerofítico; F) Zona intervenida y sabanizada. Fotos: A, B, E, F) H. Mendoza; D) H. Villarreal; C) J. Salas.

Métodos

Se realizó una lista de especies de plantas vasculares del SFF Iguaque con base en la información depositada en los herbarios Nacional Colombiano (COL) y Federico Medem Bogotá (FMB). Estos dos herbarios concentran la mayor cantidad de colecciones del macizo de Iguaque, y mantienen un proceso activo de curaduría. Para algunos pocos casos específicos y en donde no se contaron con colecciones de herbario pero se constató la presencia de la especies en el área de estudio, se utilizó como referencia la publicación de González (2014) sobre flora de Villa de Leyva. Las colecciones del herbario FMB fueron revisadas exhaustivamente, determinadas y posteriormente fotografiadas. Las colecciones del Herbario COL fueron consultadas en línea (Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/?controlador=Forms&accion=quickFormScientific&group=1&searchType=scientific> Consultado enero-febrero de 2015), y las imágenes confrontadas con los ejemplares del herbario FMB con la finalidad de establecer errores de diferentes nombres puestos a un mismo taxón o viceversa. La mayor parte de los ejemplares y sus determinaciones se constataron en la base de datos Plant Type Specimens Database of The Global Plants Initiative en JSTOR (<http://plants.jstor.org/search?plantName>).

La totalidad de los nombres fueron confrontados con el catálogo de plantas de Colombia (Bernal *et al.* 2016) y la base de datos Tropicos (Missouri Botanical Garden. 20 Feb 2015. Tropicos.org. <http://www.tropicos.org>). Para las familias de Angiospermas y el agrupamiento de géneros se siguió la propuesta del APG III (Stevens, P. F. 2001 onwards. Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>).

En la lista se establecieron los siguientes campos de información:

- *Colección de referencia y herbario de procedencia.*
- *Hábito de crecimiento.* Con base en la información de las etiquetas.

- *Hábitat.* Con base en la información de las etiquetas y agrupándolas en grandes hábitats comunes en el área. En el área se encuentran zonas de vegetación nativa de matorrales (vegetación herbácea en regeneración temprana), arbustales (asociados a las zonas secas y subpáramos), bosques (mixtos) o de roble (robledal), y páramo. También se encuentran zonas muy intervenidas donde se pueden discriminar ambientes asociados a bordes (de bosque, caminos o quebradas), zonas abiertas (poteros, áreas pedregosas), zonas de cultivos, jardines, cercas vivas, así como algunas plantaciones y zonas anegadas. En esta parte no se consideró el tipo de vegetación de acuerdo a propuestas nacionales debido a la dificultad de inferir esta información sin contar con la georeferenciación de todas las colecciones y por la dificultad de asociar a un tipo de vegetación especies de zonas intervenidas.

- *Localidad.* Para el área de estudio buena parte de las localidades se englobaron en grandes zonas como Villa de Leyva (área de amortiguamiento de las microcuencas San Francisco, San Agustín, Tintales y la Colorada, parte del camino a La Hondura hasta el boquerón del río Cane); Capilla (la zona de amortiguamiento entre el boquerón del Cane hasta cerca de quebrada Mamaramos); Arcabuco (zona de amortiguamiento en este municipio incluyendo la vereda Rupavita); Ritoque (zona de amortiguamiento del área seca y límites con Sáchica); San Pedro de Iguaque y Chíquiza (zona de amortiguamiento en este último municipio); Morro Negro (parte alta de La Hondura); SFF Iguaque (toda la zona del Santuario correspondiente a la sede administrativa en Carrizales, quebrada Mamaramos, zonas de las lagunas y senderos).

- *Elevación.* En caso de encontrarse un solo registro de elevación pero donde se conoce que la especie se encuentra en otros rangos se colocó el signo “> - mayor que”.

- *Origen.* Se especifica si la especie es nativa de Colombia o introducida, ya sea naturalizada o cultivada, con base en el Catálogo de Plantas de Colombia (Bernal *et al.* 2016). Para la familia Poaceae se corroboró esta información con el catálogo para Colombia (Giraldo-Cañas 2013).

- *Nombres locales.* Con base en la información de las etiquetas.

- *Uso actual o potencial.* Con base en la información de las etiqueta. En el caso de especies con potencial en restauración la información se basó en la experiencia del autor.

- *Grado de amenaza.* Con base en los Libros Rojos de Plantas Amenazadas de Colombia y literatura disponible: Asteraceae (Calderón *et al.* 2005), Bromeliaceae, Lamiaceae y Passifloraceae (García y Galeano 2006), Especies maderables (Cárdenas y Salinas 2007) y Orchidaceae (Calderón-Sáenz 2007).

Resultados y discusión

Para el SFF Iguaque y su zona de amortiguamiento se registran 816 especies agrupadas en 141 familias (Anexo 1). De éstas, el 89,5 % corresponden a especies nativas de Colombia y el 10,4 % a especies introducidas ya sean cultivadas, naturalizadas o invasoras (Tabla 2). Se encontraron 187 especies con algún uso o potencial de uso, 80 de las cuales tienen potencial para la restauración ecológica (Tabla 2). Al nivel de conservación, se proponen 30 especies con potencial para utilizarse como valores objeto de conservación, ya sea por su rareza, grado de amenaza, sobre-expLOTACIÓN o endemidad. Se documentan 47 especies categorizadas con algún grado de amenaza (Tabla 2).

Dos especies son endémicas del área de estudio: *Oliveriana ortizii* Fernández (Orchidaceae) y

Pilostyles boyacensis F. González y Pabón-Mora. Este último registro es el más relevante pues es el primero y único registro conocido de la familia Apodanthaceae para Colombia y representa una nueva especie recientemente descrita (González y Pabón-Mora 2014).

El trabajo de González (2014), sobre la flora del municipio de Vila de Leiva y alrededores, es bastante completo, pues relaciona 1293 especies de plantas vasculares nativas y otras exóticas cultivadas como comestibles u ornamentales. Con la presente lista, el trabajo de González (*op cit.*) comparte el 55 % de las especies y documenta 477 nombres de especies adicionales. De este trabajo, en la presente lista se retoman cinco registros, los cuales no cuenta con ejemplares de herbario para el área de estudio pero hay plena seguridad de su presencia y de su identidad taxonómica: *Agave americana*, *Furcraea cabuya* (cabuya), *Tillandsia usneoides* (barbas de viejo), *Vasconcellea pubescens* (papayuela) y *Tropaeolum tuberosum* (navo).

Las diferencias del número de especies entre los dos trabajos es producto de la metodología. La lista que se presenta se basa exclusivamente en nombres que cuentan con ejemplares de herbario como evidencia. Parte de las especies documentadas en González (2014) no cuentan con ejemplares como evidencia y corresponde a especies exóticas cultivadas.

Tabla 2. Especies de plantas en el SFF de Iguaque y su área de amortiguamiento, Boyacá, Colombia. Número de especies por grupo taxonómico, hábitos de crecimiento, endemismos, valor de conservación, categoría de amenaza y uso.

Item	Nativas	Introducidas	Total
Grupo			
Plantas con flores	649	84	733
Helecho, Selaginelas y Licopodios	78	0	78
Pinos	3	2	5
Hábito de crecimiento			
Árbol	86	14	100
Arbusto	177	14	191
Hierbas	398	54	452
Lianas y bejucos	60	4	64
Bambusoides	2	0	2
Holo/hemiparásitas	7	0	7
Endémicas			
Con posibilidades de Valores Objeto de Conservación	29		29
Amenazadas			
EN	5		5
NT	5		5
VU	3		3
LC	33		33
Uso			
Alimenticio	18	14	32
Medicinal	37	5	42
Ornamental	25	10	35
Restauración	70	9	79
Otros	7	7	14

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a Claudia Medina (Coordinadora de Colecciones Biológicas del Instituto Alexander von Humboldt) por su apoyo a la curaduría de las colecciones del Instituto Humboldt. A las asistentes del Herbario FMB, Aura Robles y Janet Robles, por la ayuda en la revisión, organización y sistematización de colecciones. A Héctor Villareal por el suministro del mapa. Al Instituto Alexander von Humboldt por apoyar la línea de investigación en biodiversidad de los PNNC.

Literatura citada

- Barbosa, C. 1986. Contribución al conocimiento de la flora y vegetación del Parque Nacional Natural Isla de Gorgona y Gorgonilla. *Revista Perez-Arbelaeza* 1 (3): 311-335.
- Barbosa, C. 1992. Contribución al conocimiento de la flórula del PNN El Tuparro. Inderena. Biblioteca Andrés Posada Arango. Libro 3. Bogotá, D.C., Colombia. 271 pp.
- Bernal, R., S. R. Gradstein y M. Celis (Eds.) 2016. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 3060 pp.
- Calderón, E. 1994. Flora de plantas vasculares de alta montaña en los Farallones de Cali, y sus relaciones biogeográficas. *Cespedesia* 20 (66): 9 - 34.
- Calderón, E., G. Galeano y N. García (Eds.) 2005. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2. Palmas, frailejones y zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 pp.
- Calderón-Sáenz, E. (Ed.) 2007. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 6. Orquídeas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 454 pp.
- Cárdenas L., D. y N. R. Salinas (Eds.) 2007. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: primera parte. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232 pp.
- Córdoba, M. y A. Etter. 2001. Flora. Reserva Nacional Natural Puinawai. 102-208 p. En: Etter, A. (Ed.) Puinawai y Nukak – Caracterización ecológica de dos reservas nacionales naturales de la Amazonia colombiana. IDEADE, Universidad Javeriana. 832 pp.
- Córdoba, M., A. Etter y H. Mendoza. 2001. Flora. Reserva Nacional Natural Nukak. 204-208 Pp. En: Etter, A. (Ed.) Puinawai y Nukak – Caracterización ecológica de dos reservas nacionales naturales de la Amazonia colombiana. Ideade, Universidad Javeriana. 832 pp.
- Cortés, R. 1996. Análisis pangeográfico de la flora de Chiribiquete, Colombia. *Caldasia* 19 (3): 465-478.
- Estrada, J. y J. Fuertes. 1993. Estudios botánicos en la Guyana Colombiana IV. Notas sobre la vegetación y Flora de la Sierra de Chiribiquete. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 18 (71): 483-497.
- Franco, P. y J. Betancur. 1999. La flora del Alto Sumapaz (Cordillera Oriental, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 53-78.
- García, N. y G. Galeano (Eds.) 2006. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 3. Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt – Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 679 pp.
- Giraldo-Cañas, D. 2013. Las gramíneas de Colombia – Riqueza, distribución, endemismos, invasión, migración, usos y taxonomías populares. *Biblioteca José Jerónimo Triana* 26: 13-382.
- González, F. 2014. Villa de Leyva florece. Guía ilustrada de plantas de Villa de Leyva y alrededores. Bogotá. 412 pp.
- González, F. y N. Pabón Mora. 2014. *Pilosystyles boyacensis*, a new species of Apodanthaceae (Cucurbitales) from Colombia. *Phytotaxa* 178 (2): 138-145.
- González-Román, R. D., M. López y P. A Silverstone-Sopkin. 2014. Flora terrestre de la Isla de Malpelo, Colombia, Pacífico Tropical Oriental. *Revista de Biología Tropical* 62 (1): 327-336.
- Lozano, G. 1986. Comparación florística del parque nacional natural Tayrona, La Guajira y la Macuira - Colombia, y Los Medanos de Coro - Venezuela. *Mutisia* 67: 1-26.
- Lozano, G., G. Ruiz, F. A. González y M. T. Murillo. 1996. Diversidad vegetal del Parque Nacional de Munchique,

- Cauca, Colombia (Entre 1800 y 3050 msnm). *Biblioteca José Jerónimo Triana* 13: 9-64.
- Mendoza, H. 2007. Vegetación. Pp. 53-86. En: Villarreal-Leal, H. y J. Maldonado-Ocampo. (Comp.). Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (Sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- Murillo, M. T. y G. Lozano 1989. Hacia la realización de una flórula del Parque Nacional Natural Islas de Gorgona y Gorgonilla, Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 17 (65): 277-304.
- PNNC - Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2011. Plan de Acción Institucional Parques Nacionales Naturales de Colombia 2011 – 2019. Bogotá, Colombia. 57 pp.
- Rangel-Ch., O. 2000. Catálogo florístico de los Macizos de Chingaza y Sumapaz. Pp: 563-598. En: Rangel-Ch., J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica III, La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Rudas, A. y A. Prieto. 2005. Flórula del Parque Nacional Natural Amacayacu, Amazonas, Colombia. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, Vol. 99. 680 pp.
- SFF Iguaque. 2007. Plan de Manejo 2005-2009, Resumen Ejecutivo. Convenio Instituto Humboldt-Parques nacionales, Subcomponente Planes de Manejo, Proyecto Andes. 48 pp.
- Santuario de Flora y Fauna de Iguaque – SFF Iguaque. 2015. Plan de Manejo 2015-2020. Parques Naturales Nacionales de Colombia, (en proceso).
- Sugden, A. M. y E. Forero, 1982. Catálogo de las plantas vasculares de la Guajira con comentarios sobre la vegetación de la Serranía de la Macuira. *Colombia Geográfica* 10 (1): 23-75.
- Van der Hammen, T. y J. O. Rangel-Ch. 1997. El estudio de la vegetación en Colombia. Pp. 17-57. En: Rangel, O., P. D. Lowy y M. Aguilar (Eds.). Colombia – Diversidad Biótica II – Tipos de vegetación. Instituto de Ciencias Naturales/Universidad Nacional de Colombia; Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudio Ambientales Ideam. Bogotá. 436 pp.

Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o Referencia literatura	Habitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de Amenaza
Magnoliidae Novak ex Takht.								
Acanthaceae Juss.								
<i>Justicia erythrantha</i> Leonard	Wood, J.R.I. 5136	FMB	Arbusto	Zonas abiertas	El Espino		2000	Nativa
<i>Stemanthium dulce</i> (Cav.) Nees	Wood, J.R.I. 5208	FMB	Hierba	Zonas secas	Sachica		2100	Nativa
<i>Steinostephanus cyanus</i> (Lindau) J.I.R. Wood	Wood, J.R.I. 4415	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2500	Nativa
<i>Steinostephanus lampris</i> (Leonard) J.R.I. Wood	Wood, J.R.I. 5201	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas	Areatuco		2350	Nativa
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Castellanos, L. 264	FMB	Bejuco	Jardines y bordes de matorrales y bosque	Villa de Leyva, Capilla	2100-2400 (Cultivada)	Introducida Ojo de poeta	Ornamental
Acanthaceae Gilg & Werderm.								
<i>Saracura isoxanthorhiza</i> Buscal.	Bello, M.A. 352	FMB	Arbusto	Robledal	Camino a la Honduras		2200	Nativa
<i>Saracura excelsa</i> Wild.	Prieto, A. 1758	FMB	Arbusto	Robledal	Capilla	2600-2710	Nativa	
Adoxaceae E. Mey.								
<i>Viburnum tinoides</i> L. f.	Prieto, A. 1367	FMB	Arbusto, Árbol	Robledal, bosque, matorrales, bordes de caminos	Villa de Leyva, Ríoque, Capilla, Sabana, Llano Blanco, Cardonal, SFF Iguaque, Areatuco, San Pedro de Iguaque	2100-3250	Nativa	Raque
<i>Sambucus nigra</i> L.	Castellanos, L. 246	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, cercas vivas	Villa de Leyva, Capilla	>2100 (Naturalizada)	Introducida (Naturalizada)	Sauco
Astroemeriacae Dumort.								
<i>Bomarea angustipetala</i>	Rodríguez, C. 110	FMB	Bejuco	Bosque	SFF Iguaque	>2500	Nativa	Ornamental
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Mendoza, H. 1232	FMB	Bejuco	Bosque	SFF Iguaque	2300-3250	Nativa	Ornamental
<i>Bomarea hirsuta</i> (Kunth) Herb.	Stancic, D. 1198	FMB	Bejuco	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-3250	Nativa	Ornamental
<i>Bomarea patinii</i> Baker	González, F. 4079	COL	Bejuco	Robledal	Chaina	?	Nativa	Ornamental
<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	Batancur, J. 4101	COL	Bejuco	Bosque	SFF Iguaque	2900-3550	Nativa	Ornamental
Amaranthaceae Juss.								
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	Bello, M.A. 401	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2210	Nativa	Abrojo
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Vergara, L. 10	FMB	Hierba	Cultivos abandonados	Villa de Leyva	2113-2220 (Cultivada?)	Introducida (Cultivada?)	Medicinal
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clements	Galvis, M. (FMB-36304)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Capilla	>2100	Nativa	Quenopodium
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Bello, M.A. 603	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Camino a la Honduras	2100-2900	Nativa	Plumaria
<i>Pflieffia iresinoides</i> (Kunth) Spreng	Bello, M.A. 388	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2100-2210	Nativa	
Anacardiaceae R. Br.								
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	Jaramillo, R. 3189	COL	Arbusto, Árbol	Bordes de quebradas	Capilla	2340	Nativa	Restauración
<i>Schinus molle</i> L.	Castellanos, L. 3	FMB	Árbol	Bordes de caminos, Matorrales, zonas secas	Ríoque, Villa de Leyva	2100 (Naturalizada)	Introducida (Naturalizada)	Muelle
Apocynaceae Lindl.								
<i>Ammi majus</i> L.	Bello, M.A. 548	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva a Sachica	2210-2400 (Naturalizada)	Introducida (Naturalizada)	Bisnaga
<i>Apium leptocephalum</i> (Pers.) Muell. ex Benth.	Rodríguez, G. 945	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ríoque	2200	Nativa	

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.										
Apiaceae Lindl.										
<i>Cicuta maculata</i> L.	Castellanos, L. 269	FMB	Hierba	Jardines, Cultivos	Villa de Leyva, Capilla	>2100	Introducida (Cultivada)	Cicuta		
<i>Eryngium humboldtii</i> F. Delaroche	Nulez, O. 159	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3598	Nativa	Cardón		
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Castellanos, L. 239	FMB	Hierba	Jardines, Cultivos	Villa de Leyva, Capilla	>2100	Introducida (Cultivada)	Hinojo		
<i>Niphogiton glaucescens</i> (Kunth) J.F. Macbr.	Melamby, M. 219	COL	Hierba	Villa de Leyva	Paramo	3700 m	Nativa			
<i>Sanicula crassicaulis</i> Poepp. ex DC.	Silvestri-Sopkin, P. A. 11568	FMB	Hierba	Bordes de caminos en subpáramo	SFF Iguaque	2800-2900	Nativa			
Apocynaceae Juss.										
<i>Cymochlem tenellum</i> L. f.	Rodríguez, G. 822	FMB	Bejuco	Matorrales	Llano Blanco	2100	Nativa			
<i>Ditassa caucana</i> Pittier	Bello, M.A. 530	FMB	Bejuco	Matorrales	Ritoque	2210	Nativa			
<i>Ditassa longiloba</i> Benth.	Mendoza, H. 1112	FMB	Bejuco	Matorrales	Villa de Leyva	>2100	Nativa			
<i>Orthosia scoparia</i> (Nutt.) Liede & Meve	Chols, O. 16	FMB	Bejuco	Matorrales	Ritoque	2280-2900	Nativa			
<i>Oxyptelium cordifolium</i> (Vent.) Schlr.	Galvis, M. FMB	Bejuco	Matorrales	La Colorada		>2100	Nativa			
<i>Apodanthaceae Tiegh. ex Takht.</i>										
<i>Pilosyphes bogotensis</i> F. González & Pabón-Mora	González, F. COL 4508	Holoparasita	Matorrales en zonas secas	Chíquiza		2415	Nativa (endémica)			
Aquifoliaceae Bercht. & J. Presl										
<i>Ilex aff. korzenii</i> Loos.	Prieto, A. 1471	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2910-3250	Nativa			
<i>Ilex jaramilliana</i> Cuatrec.	Saravia, C. 4424	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, Morro Negro, SFF Iguaque	2700-3250	Nativa			
<i>Ilex kantiniana</i> Triana	Mendoza, H. 1138	FMB	Árbol, Arbusto	Matorrales, Bosque, Robledal	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	>2500	Nativa			
Araceae Juss.										
<i>Anthurium caucanum</i> Engl.	Ramírez, B. 14313	FMB	Hierba	Robledal	Arcahuco	2200-2500	Nativa			
<i>Anthurium nigrevens</i> Engl.	Mendoza, H. 1943	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2483	Nativa			
<i>Anthurium nymphacifolium</i> K. Koch & C.D. Bouché	Prieto, A. 1657	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600-2700	Nativa			
<i>Anthurium oxybelitatum</i> Schott	Prieto, A. 1573	FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600-3250	Nativa			
Araliaceae Juss.										
<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	Melamby, M. 392	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque (Carízal)	>2800	Nativa			
<i>Oreopanax incisus</i> (Wild. ex Schult.) Decne. & Planch.	Prieto, A. 5243	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2582-2973	Nativa	Mano de oso		
<i>Oreopanax mutisianus</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Melamby, M. 570	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	>2800	Nativa			
<i>Schefflera bogotensis</i> Chárc.	Prieto, A. 1335	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2910-3250	Nativa			
<i>Schefflera fontaniana</i> Chárc.	Prieto, A. 1604	FMB	Árbol	Robledal	Capilla, Arcahuco	2650-2700	Nativa			
<i>Schefflera uribei</i> Chárc.	Prieto, A. 1695	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2910	Nativa			
Arecaceae Bercht. & J. Presl										
<i>Prestoea acuminata</i> (Willd.) H.E. Moore	Betancur, J. 9917	COL	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2950	Nativa			

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Llocalidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Meloiidae Novák ex Takht.									
<i>Asparagaceae Juss.</i>									
<i>Agave americana</i> L.	González (2014)	-	Arbusto	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva, Río que	2200-2700	Nativa		Restauración
<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	Bello, M.A. 521	FMB	Hierba	Jardines	Capilla	>2200	(Cultivada)		Introducida
<i>Furcraea cahuaya</i> Trin.	González (2014)	-	Arbusto	Zonas abiertas secas, cercas vivas	Villa de Leyva, Río que	2100-2700	Introducida (Naturalizada)	Cabuya	Restauración
Astraceae Bercht. & J. Presl									
<i>Achyrocline mollis</i> Benth.	Galvis, M. (FMB36590)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	2185-2500	Nativa	Viravira	Medicinal
<i>Achyrocline satureoides</i> (Lam.) DC.	Robles, A. 830	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Llano Blanco	2200-2370	Nativa	Viravira	Medicinal
<i>Acmella alba</i> (L'Héti) R.K. Jansen	Castellanos, L. 279	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	>2300	Nativa	Risca	Alimenticio
<i>Ageratina acerifolia</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Melampy, M. 622	FMB	Arbusto	Bosque, Subpáramo	Rupavita, an Pedro de guasane, SFF Iguaque	2800-3250	Nativa		Restauración
<i>Ageratina baecharoides</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Gordillo, E. 6	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	2800	Nativa		
<i>Ageratina boyacensis</i> R.M. King & H. Rob.	Prieto, A. 5241	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	2910	Nativa		
<i>Ageratina glyptophlebia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Melampy, M. 1055 A	FMB	Arbusto	Matorrales, Bosque	Río que, SFF Iguaque	2280-2900	Nativa		
<i>Ageratina gracilis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Robles, A. 828	FMB	Hierba	Zonas abiertas y bordes de Llano Blanco, Rupavita, San Pedro de caminos	Iguaque	2370-2860	Nativa		
<i>Ageratina synoiaxodes</i> (Wedd.) R.M. King & H. Rob.	Fernández-Alonso, J.L. COL 2008I	COL	Arbusto	Bosque, Subpáramo	SFF Iguaque	2800-3500	Nativa		
<i>Ageratina latipes</i> (Benth.) R.M. King & H. Rob.	Rodríguez, C. 112	FMB	Arbusto	?	SFF Iguaque	>2800	Nativa	Pega pega	
<i>Ageratina rheophila</i> (Benth.) R.M. King & H. Rob.	Prieto, A. 5235	FMB	Arbusto	Matorrales	Capilla, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa		
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Melampy, M. 976	COL	Hierba	Zonas abiertas, Bordes de caminos	Villa de Leyva	2400	Nativa		
<i>Allospertum caracasanum</i> (Kunth) H. Rob.	Hernández, A. 58	FMB	Bejuco	Matorrales, bordes de caminos	Capilla, SFF Iguaque	2800-2910	Nativa		
<i>Allospertum steyermarkii</i> H. Rob.	Zuloga, F. 4169	COL	Arbusto bejuco	Bordes de caminos	Chaina	2400-3000	Nativa		
<i>Ambrostia peruviana</i> Willd.	Vergara, L. 80	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, Río que	2400	Nativa	Altamisa	Medicinal
<i>Arisogentia lamifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Uribe, L. 6076	COL	Arbusto	Bordes de quebradas	Capilla	2600-2700	Nativa		
<i>Asplenium arcuans</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Niño, N. 14	COL	Hierba	?	SFF Iguaque	3000	Nativa		
<i>Astropteropetalum infulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Mendoza, H. 1356	FMB	Arbusto bejuco	Zonas abiertas y bordes de quebradas	Capilla, Salto y lavadera	2800	Nativa		
<i>Baccharis bogotensis</i> Kunth	Cássas, A. 122	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matorrales	SFF Iguaque, Chiquiza, San Pedro de Iguaque	2860	Nativa		
<i>Baccharis boyacensis</i> Cuatrec.	Chols, O. 38	FMB	Arbusto	Matorrales	Río que	2280-2900	Nativa		Restauración
<i>Baccharis laetitia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Prieto, A. 1404	FMB	Arbusto	Matorrales, Bordes de caminos	Villa de Leyva, SFF Iguaque	2100-3250	Nativa	Chilco	Restauración, Medicinal
<i>Baccharis macrantha</i> Kunth	González, F. 4155	FMB	Arbusto	Matorrales, Zonas abiertas	Villa de Leyva, Río que	2100	Nativa	Camiseto	Restauración
<i>Baccharis mutisiana</i> Cuatrec.	Bello, M.A. 461	FMB	Arbusto	Zonas abiertas, Bordes de caminos	Villa de Leyva, Río que, Llano Blanco	2100-2300	Nativa		Restauración
<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Mendoza, H. 1307	FMB	Arbusto	Bordes de caminos	Capilla, SFF Iguaque	>2100	Nativa	Camiseto	Restauración
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Robles, A. 852	FMB	Arbusto	Matorrales y bordes de caminos	Capilla, Llano Blanco	2385-2710	Nativa		

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
<i>Magnoliidae Novák ex Takht.</i>									
<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>									
<i>Baccharis paniculata</i> Kunth	GS 1	FMB	Arbusto	Supíramo, Páramo	SFF Iguaque	3400	Nativa	Restauración	
<i>Baccharis tricuneata</i> (L.) Pers.	Chols, O. 15	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, Subpáramo	Ritoque, SFF Iguaque	2385-3220	Nativa	Restauración	
<i>Baccharis trinervia</i> Pers.	Rodríguez, G. 988	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, Matorrales	Villa de Leyva	2100-2500	Nativa	Restauración	
<i>Barnadesia spinosa</i> L. f.	Mendoza, H. 1349	FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de caminos	Capilla	2600-2800	Nativa	Restauración	
<i>Bidens pilosa</i> L.	Bello, M.A. 609	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2099-2200	Nativa	Chirapa, Cadillo	Medicinal
<i>Bidens rubrifolia</i> Kunth	Robles, A. 803	FMB	Arbusto bejucoso	Bordes de caminos y quebradas	Capilla, Llano Blanco, Capilla, SFF Iguaque	2280-2900	Nativa		
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	Rodríguez, G. 875	FMB	Hierba	Zonas abiertas pedregosas	Villa de Leyva	2123-2300	Nativa		
<i>Calathea peruviana</i> (Kunth) Benth. ex S.F. Blake	Bello, M.A. 282	FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva, Ritoque, Llano Blanco, Morro Negro, SFF Iguaque	2280-2900	Nativa		
<i>Calathea iridolepis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Robles, A. 813	FMB	Arbusto	Matorrales, zonas abiertas	Villa de Leyva, Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2170-2500	Nativa	Restauración	
<i>Chromolaena leivensis</i> (Hieron.) R.M. King & H. Rob.	Chols, O. 88	FMB	Arbusto	Matorrales, zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2280	Nativa		
<i>Chromolaena perfoliata</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. (FMHS151190)	Gálvez, M. FMB	Arbusto	Bordes de quebradas	La Colondia, Cardonal, Llano Blanco, San Pedro de Iguaque	La Colondia, Cardonal, Llano Blanco, San Pedro de Iguaque	2370-2860	Nativa	Jarilla blanca	Restauración, Medicinal
<i>Chromolaena tacotana</i> (Klatt) R.M. King & H. Rob.	Gálvez, M. (FMB48603)	FMB	Arbusto	Matorrales	La Colorada	>2300	Nativa		
<i>Clibadium surinamense</i> L.	Funk, V. 12012 COL	COL	Arbusto	Arbusetales y bordes de quebradas	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2300	Nativa	Restauración	
<i>Conocliniopsis prasinifolia</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Rodríguez, C. 78	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
<i>Conyzza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Rodríguez, G. 846	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque	2132-2210	Nativa	Venadillo	Medicinal
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Ramírez, B. 14320	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Arcabuco	2250-2500	Nativa		
<i>Conyza perijensis</i> S. Diaz & A. Correa	Gálvez, M. (FMB37080)	FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva	>2100	Nativa		
<i>Dahlia imperialis</i> Roem ex Ortgies	Castellanos, L. 25	FMB	Arbusto	Jardines	Capilla	>2300	Introducida (Cultivada)	Dalia	Ornamental
<i>Dendrophorium kleinoides</i> (Kunth) B. Nord.	Melampy, M. 624	FMB	Liana	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600-2910	Nativa		
<i>Diphossephium farinifolium</i> Cuatrec.	Cortés, S. 2988	FMB	Arbusto	Subpáramo	Arcabuco	3500	Nativa	Restauración	
<i>Diphossephium tenuifolium</i> (Jerezanum Diaz & Morales (sp.ned.)	Prieto, A. 1713	FMB	Arbusto	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa	Restauración	
<i>Diphossephium juquibicayi</i> Cuatrec.	Melampy, M. 293	FMB	Arbusto	Subpáramo	SFF Iguaque	>3200	Nativa		
<i>Diphossephium phyllocoides</i> (Kunth) Wedd.	Melampy, M. 1113	FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque	>3200	Nativa		
<i>Diphossephium rosmarinifolius</i> (Benth.) Wedd.	Chols, O. 10	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque, Ritoque	2280-2900	Nativa		
<i>Diphossephium tenuifolium</i> Cuatrec.	Prieto, A. 1305	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	Morro Negro, Arechuboo, SFF Iguaque	2800-3250	Nativa	Restauración	
<i>Erigeron karinskianus</i> DC.	Rodríguez, G. 959	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ritoque	2144	Nativa		
* <i>Erypetia bardayana</i> Cuatrec.	Betancur, J. 9856	FMB	Arbusto	Páramo	SFF Iguaque	3445-3600	Nativa	Frailjeón	LC
* <i>Erypetia boyacensis</i> Cuatrec.	Rauscher, J. 471	FMB	Hierba arrosetada	Páramo	SFF Iguaque	3220-3340	Nativa	Frailjeón	LC
* <i>Erypetia incana</i> Cuatrec.	Rauscher, J. 472	FMB	Arbusto	Páramo	SFF Iguaque	3400	Nativa	Frailjeón	VL

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o Referencia literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de Amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht. Asteraceae Bercht. & J. Presl										
<i>*Erypeletopsis guarciae</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Betancur, J. 4111	COL	Arbusto	Paramo	SFF Iguaque	2900-3550	Nativa	Frailejón	LC	
<i>*Erypeletopsis pleiochasia</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Rauscher, J. 467	FMB	Arbusto	Matorrales, Subparamo Capilla, SFF Iguaque	2640-3250	Nativa	Frailejón	EN		
<i>*Erypeletopsis pleiochasia</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Galvis, M. 275	FMB	Arbusto	Matorrales, Subparamo Villa de Leyva, SFF Iguaque	2500-3250	Nativa	Frailejón	LC		
<i>Galinago parviflora</i> Cav.	Bello, M.A. 605	FMB	Hierba	Zonas abiertas Villa de Leyva	2120-2220	Nativa	Pajarito, Guasca	Alimenticio		
<i>Galinoga quadrivalvata</i> Ruiz & Pav.	Vergara, L. 67	FMB	Hierba	Zonas abiertas Ritoque	2201	Nativa	Guasca			
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	Rodríguez, C. 99	FMB	Hierba	Zonas abiertas SFF Iguaque	>2200	Nativa	Viravira	Medicinal		
<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguélen	Galvis, M. (FMB37066)	FMB	Hierba	Zonas abiertas Villa de Leyva	>2200	Nativa				
<i>Gamochaeta parviflora</i> (S.F. Blake) Anderb.	Melampy, M. 197	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque, Ritoque	>2800	Nativa			
<i>Gnaphalium cheiranthifolium</i> Lam.	Galvis, M. (FMB36310)	FMB	Hierba	Zonas abiertas Villa de Leyva, Ritoque	>2140	Nativa				
<i>Gynoxys aff. trianae</i> Hieron.	González, F. 269A	FMB	Arbusto	Paramo	SFF Iguaque	3000-3200	Nativa			
<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass.	Melampy, M. 1322	FMB	Arbusto	Subparamo	SFF Iguaque	>2800	Nativa			
<i>Hebeopsis oppositifolia</i> (Lam.) S. Diaz	Mejía, A.L. 35D	FMB	Hierba	Zonas abiertas Villa de Leyva	2270	Nativa	Guaca, Chisacá	Medicinal		
<i>Herostrema acutatum</i> S.F. Blake	Vergara, L. 61	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas Ritoque	2201	Nativa				
<i>Hidalgoa wenckei</i> Hook. f.	Galvis, M. (FMB43147)	FMB	Hierba	Matorrales Villa de Leyva (La Colorada)	2300	Nativa				
<i>Hieracium avilae</i> Kunth	Stancik, D. 1194	FMB	Hierba	Robledal Capilla	2600	Nativa				
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Melampy, M. 769	FMB	Hierba	Zonas abiertas SFF Iguaque	>2400	Nativa				
<i>Hypochoeris sessiliflora</i> Kunth	Rodríguez, C. 85	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa			
<i>Iungia ferruginea</i> L. f.	Hernández, A. 88	FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	2903	Nativa			
<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) H. Rob.	Robles, A. 832	FMB	Arbusto	Bordes de caminos Llano Blanco	2370	Nativa	Restauración			
<i>Lepidophloeus karsteinii</i> (Sch. Bip.) H. Rob.	Silárate, S. 2055	FMB	Arbusto	Matorrales Blanco, SFF Iguaque	2170-2900	Nativa				
<i>Lierasia lindenii</i> Triana	Acevedo, C. 112	FMB	Arbusto	Bosque SFF Iguaque	2850	Nativa	Restauración			
<i>Laurelia micropylha</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Mendoza, H. 1338	FMB	Hierba	Matorrales Villa de Leyva	2500	Nativa				
<i>Lycoris crocea</i> (Bertol.) S.F. Blake	Chols, O. 81	FMB	Arbusto	Matorrales Villa de Leyva, Ritoque	2280-2900	Nativa	Restauración			
<i>Mikania aristaei</i> B.L. Rob.	Castillo, R. (FMB83467)	FMB	Liana	Robledal Areabuco	?	Nativa				
<i>Mikania clematidiflora</i> Rusby ex B.L. Rob.	Hernández, A. 91	FMB	Liana	Bosque SFF Iguaque	2903	Nativa				
<i>Mikania clematidiflora</i> Rusby ex B.L. Rob.	Stancik, D. 1192	FMB	Liana	Robledal Capilla	2600	Nativa				
<i>Mikania hamisteriae</i> DC.	Melampy, M. 1049	FMB	Liana	?	SFF Iguaque	>2500	Nativa			
<i>Mikania hamisteriae</i> DC.	Melampy, M. 629	FMB	Liana	Bosque SFF Iguaque	2500-3250	Nativa				
<i>Mikania hamisteriae</i> DC.	Melampy, M. 249	FMB	Arbusto	Subparamo, Páramo SFF Iguaque	>2800	Nativa				
<i>Montanoa quadrangularis</i> Sch. Bip.	Melampy, M. 532	FMB	Hierba	Bosque SFF Iguaque, Morro Negro	2900-3220	Nativa				

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
<i>Asteraceae Bercht. & J. Presl</i>									
<i>Munisia clementis</i> L. f.	Acevedo, C. 16	FMB	Bejuco	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2850-2903	Nativa		
<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	Melampy, M. 773	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque, SFF Iguaque	>2129	Nativa		
<i>Oligactis garcia-harriguei</i> H. Rob.	Siancik, D. 1256	FMB	Liana	Robledal	Capilla, San Pedro de Iguaque, Repavita, SFF Iguaque	2600-2973	Nativa		
<i>Oritrophium peruanum</i> (Lam.) Cuatrec.	Melampy, M. 189	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3658	Nativa		
<i>Paragynoxys neodenroides</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Mendoza, H. 2963	FMB	Árbol	Bosque, Subparamo	SFF Iguaque, Morro Negro	2900-3220	Nativa	Restauración	
<i>*Pananiflos glandulosus</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Bello, M.A. 368	FMB	Hierba	Matorrales, Subparamo	Capilla, La Honduras, SFF Iguaque	>2600	Nativa		VU
<i>Pectis linearis</i> La Llave	Melampy, M. 1143	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Sachica	2651	Nativa		
<i>Penicillaria arborea</i> (Kunth) H. Rob. & Cuatrec.	Melampy, M. 1019	Arbusto	Bosque		SFF Iguaque, Arcabuco	>2800	Nativa	Restauración	
<i>Penicillaria corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.	Vergara, L. 50	FMB	Arbusto	Matorrales	Ritoque, Liano Blanco, La Colorada, SFF Iguaque	2210-2900	Nativa		
<i>Penicillaria floesfragans</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Melampy, M. 651	FMB	Arbusto	Paramo	SFF Iguaque	3600	Nativa	Restauración	
<i>Penicillaria guadalupe</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Mendoza, H. (FMB80397)	FMB	Arbusto	Paramo	SFF Iguaque	3400	Nativa		
<i>Penicillaria iguaguensis</i> S. Diaz & Cuatrec.	Rangel, O. 9804	COL	Arbusto	Subparamo	SFF Iguaque	3400-3600	Nativa		
<i>Penicillaria lindenii</i> (Sch. Bip. ex Wedd.) Cuatrec.	Melampy, M. 247	COL	Arbusto	Paramo	SFF Iguaque	3700 m	Nativa		
<i>Penicillaria magnisii</i> (Hieron.) Cuatrec.	Melampy, M. 571	FMB	Arbusto	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Penicillaria philochella</i> (Kunth) Cuatrec.	Melampy, M. 821	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Leyva, SFF Iguaque	>2300	Nativa		
<i>Penicillaria trianae</i> (Klatt) Cuatrec.	Prieto, A. 5238	FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	2910	Nativa		
<i>Penicillaria vaccinoides</i> (Kunth) Cuatrec.	Michael, M. 173	FMB	Arbusto	Matorrales	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Serobincaria ilicifolia</i> (L.f.) B. Nord.	Siancik, D. 1220	FMB	Hierba	Matorrales, Subparamo	Capilla, SFF Iguaque	>2600	Nativa		
<i>Senecio aff. formosoides</i> Cuatrec.	Melampy, M. 655	FMB	Hierba	Paramo?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Senecio formosus</i> Kunth	Melampy, M. 500	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Senecio subfranciscanus</i> Greenm.	Melampy, M. 648	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth	Rodríguez, C. 93	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Solanthus asper</i> (L.) Hill	Vergara, L. 11	FMB	Hierba	Huertos caseros, Zonas abiertas	Villa de Leyva, SFF Iguaque	>2113	Nativa	Cerraja	
<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Trian.) H. Rob.	Rauscher, J. 480	FMB	Árbol	Cercas vivas	Capilla	3100	(Cultivada)	Arboloco	Restauración, Medicinal
<i>Steiracarpia klattii</i> (B.L. Rob. & Greenm.) S.F. Blake	Galvis, M. (FMB47688)	FMB	Arbusto	Matorrales	La Colorada	>2300	Nativa		
<i>Stevia coraceosana</i> DC.	Mendoza, H. 1211	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, Chiquiza	2210-2800	Nativa		
<i>Stevia lucida</i> Lag.	González, F. 1147	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matorrales	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque	2105-2500	Nativa	Jarilla	Restauración, Medicinal
<i>Stevia ovata</i> Willd.	Mendoza, H. 1208	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matorrales	Capilla	2300	Nativa		

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Asteraceae Bercht. & J. Presl									
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Galvis, M. (FMB43148) 955	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, SFF Iguaque	>2100	Introducida (Naturalizada)		
<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	Rodríguez, G. (FMB43148)	FMB	Arbusto	Cerca viva	Ritoque	2129	Introducida (Cultivada?)	Sietecueros	Restauración
<i>Verbenina cestrobacyana</i> S. Díaz	Prieto, A. 1740	FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva, Capilla	2500-2710	Nativa		
<i>Verbenina elegans</i> Kunth	Chols, O. 29	FMB	Hierba	Matorrales	Ritoque	>2700	Nativa		
<i>Villanova anemonifolia</i> (Kunth) Less.	Vergara, L. 145	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2130-2170	Nativa		
Balanophoraceae Rich.									
<i>Cornace crassa</i> Hook. f.	Blanco, J. 001	COL	Holoparasita	Robledal	Capilla	2700	Nativa		
<i>Lansdorffia hypogaea</i> Mart.	Batanour, J. 2740	COL	Holoparasita	Bosque	SFF Iguaque	2740	Nativa		
Begoniaceae C. Agardh									
<i>Begonia ferruginea</i> L. f.	Mendoza, H. 1328	FMB	Hierba	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3220	Nativa		
Berberidaceae Juss.									
<i>Berberis peritrichii</i> L.A. Camargo	Batanour, J. 9874	FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque	2910-3400	Nativa		
Betulaceae Gray									
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Rodríguez, G. 834	FMB	Árbol	Zonas pantanistas, Cercas vivas	Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2066-2860	Nativa	Alico	Restauración, Medicinal
Bignoniaceae Juss.									
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Castellanos, L. 217	FMB	Árbol, Arbusto	Bordes de quebradas y caminos	Villa de Leyva, Ritoque, capilla	>2100	Nativa	Floramarrillo, Chicalá	Restauración, Ornamental
Boraginaceae Juss.									
<i>Conilia cylindrostachya</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.	Galvis, M. (FMB337267)	FMB	Árbol, Arbusto	Bordes de quebradas y de bosque	Capilla, Llano Blanco, Arcabuco	2300-2460	Nativa		
<i>Lithospermum medium</i> I.M.J.R.I.st	González, F. 4093A	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Sachica	>2100	Nativa		
<i>Moritzia lindenii</i> (A. DC.) Benth. ex Grüke	Rodríguez, C. 144	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3700	Nativa		
<i>Varonia bullulata</i> (Killip ex J. Estrada & García-Barr.) J.S. Mill.	Vergara, L. 85	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2100	Nativa		
Brassicaceae Burnett									
<i>Brasicca rapa</i> L.	Bello, M.A. 421	FMB	Hierba	Cultivos abandonados	Ritoque, Sachica	2210	Introducida (Naturalizada)		
<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	Galvis, M. (FMB336299)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2300	Introducida (Naturalizada)		
Bromeliaceae Juss.									
<i>Playa bicolor</i> Mez	Chols, OI 61	FMB	Hierba	Matorrales Subpáramo	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque	>2200	Nativa	Cardon	NT
<i>Playa exuta</i> L.B. Sm. & Read	Saravia, C. 4259	COL	Hierba	Matorrales en zonas secas	Ritoque	>2400	Nativa		EN
<i>Playa santosii</i> Cuatrec.	Melampy, M. 283	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa		NT
<i>Playa trianae</i> Baker	Batanour, J. 9866	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3600	Nativa		LC
<i>Racineea parviflora</i> (Ruiz & Pav.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Robles, A. 810	FMB	Hierba	Epifita en Brote arbolado	Llano Blanco	2370	Nativa		LC
<i>Racineea tenuitha</i> (Ruiz & Pav.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Prieto, A. 1653	FMB	Hierba	Robledal, Bosque	SFF Iguaque	2650-3130	Nativa		LC
<i>Thlaspidia biflora</i> Ruiz & Pav.	Prieto, A. 1651	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2650-2700	Nativa		LC

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Llocalidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht. Bromeliaceae Juss.									
<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	Mendoza, H. 3031 A	FMB	Hierba	Bosque, Subpáramo	Capilla, SFF Iguaque	2800-3400	Nativa		LC
<i>Tillandsia confinis</i> L.B. Sm.	Prieto, A. 1603	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa		LC
<i>Tillandsia denudata</i> André	Luengas, R. (FMB5576-42)	FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2300-2900	Nativa		LC
<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb.	Betancur, J. 9896	FMB	Hierba	Matorrales, Robledal, Bosque	Villa de Leyva, Ritoque, Morro Negro, SFF Iguaque	2280-3130	Nativa	Guiche	Coción de alimentos
<i>Tillandsia incarnata</i> Kunth	Stancik, D. 974	FMB	Hierba	Matorrales, Robledal	Villa de Leyva, Capilla, Ritoque	2085-2900	Nativa		LC
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Chols, O. 83	FMB	Hierba	Matorrales, Robledal	Villa de Leyva, Ritoque	2210-2900	Nativa	Barbas de viejo	LC
<i>Tillandsia resupinata</i> André	Betancur, J. 9854	FMB	Hierba	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2890	Nativa		LC
<i>Tillandsia tumeri</i> Baker	Prieto, A. 1594	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	3000-3250	Nativa		LC
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	González (2014)		Hierba epífita	Sobre árboles asilados	Villa de Leyva	2100-2400	Nativa	Barbas de viejo	LC
<i>Vriesea fragrans</i> (André) L.B. Sm.	Betancur, J. 9855	FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2700-2850	Nativa		LC
<i>Vriesea pereziana</i> (André) L.B. Sm.	Betancur, J. 4037	COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2740	Nativa		LC
<i>Vriesea teguendinae</i> (André) L.B. Sm.	Betancur, J. 9845	COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2700-2800	Nativa		LC
Brumelliaceae Engl.									
<i>Brumelia colombiana</i> Cuatrec.	Prieto, A. 1324	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	2900-3250	Nativa		
<i>Brumelia concolorfolia</i> Bonpl.	Rodríguez, C. (FMB5579)	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
Cactaceae Juss.									
<i>Austrocylindropuntia cylindrica</i> (Lam.) F.M. Knuth	Fernández-Alonso, J.L. 21509	FMB	Arbusto	Jardines, cercas vivas	Ritoque, Sachica	2100	Introducida (Cultivada)		Ornamental
<i>*Mammillaria columbiana</i> Salin-Dyck	Reyes, S. 71	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ritoque	2105-2514	Nativa	Cactus	Ornamental
<i>*Molacactus hernandezii</i> Fern. Alonso & Xhorn.	Villalobos, S. 263	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ritoque	2514	Nativa	Cactus	Ornamental
<i>Opuntia pitieri</i> Britton & Rose	González, M.F. 1146	FMB	Arbusto	Matorrales, zonas abiertas secas	Villa de Leyva, Ritoque	2105-2250	Nativa	Higo	Alimenticio
<i>Caleolaria Olmstead</i>									
<i>Caleolaria mexicana</i> Benth.	Mendoza, H. 1292	FMB	Hierba	Bordes de quebradas	Villa de Leyva, Boquerón del Río Cane, Quebrada Chaiña	2300-2500	Nativa		
<i>Caleolaria microlobafolia</i> Kraenzl. subsp. <i>microlobafolia</i>	Stancik, D. 1225	FMB	Hierba	Robledal	Villa de Leyva, Capilla	2600	Nativa		
Campanulaceae Juss.									
<i>Centropogon aclepiades</i> E. Wimm.	Prieto, A. 1636	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa		Ornamental
<i>Centropogon ferrugineus</i> (L.f.) Gleason	Melampy, M. 634	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2850	Nativa		Ornamental
<i>Lobelia modesta</i> Wedd.	González, F. 2670	COL	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3000-3200	Nativa		
<i>Lobelia tenera</i> Kunth	Stancik, D. 1178	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, La Colorada	2600	Nativa		
<i>Lysimonia muscoides</i> Hook. f.	González, F. 2682	COL	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3000-3200	Nativa		
<i>Siphocampylus columnae</i> (L. f.) G. Don	Prieto, A. 1590	FMB	Arbusto	Matorral, Bosque	Villa de Leyva, Ritoque, Morro Negro, SFF Iguaque	2280-3220	Nativa		Ornamental

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Campaniaceae Juss.									
<i>Siphocampylus lasianthus</i> Planch.	Acevedo, C. 8	FMB	Hierba bejucosa	Matorrales, Bosque	Capilla, Ritoque, Morro Negro, SFF Iguaque	2280-3250	Nativa		Ornamental
<i>Siphocampylus scandens</i> (Kunth) G. Don	Rodríguez, C. 34	FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
Cannaceae Juss.									
<i>Canna jaegeriana</i> Urb.	Rodríguez, C. (FMB8562)	FMB	Hierba	Bordes de quebradas	SFF Iguaque	?	Introducida (Cultivada)		
Caprifoliaceae Juss.									
<i>Valeriana clementis</i> Kunth	Hernández A. 089	FMB	Bejucos	Bordes de bosque, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2800-2903	Nativa	Valeriana	Medicinal
<i>Valeriana pilosa</i> Ruiz & Pav.	Mendoza, H. (FMB80402)	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3000-3400	Nativa		
<i>Valeriana triphylla</i> Kunth	Melamny, M. 1007	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3600	Nativa	Restauración	
Caricaceae Dumort.									
<i>Vasconcellea pubescens</i> A. DC.	González (2014)	Arbusto	Cultivos	Chana		>3200	Nativa	Papayuela	Alimenticio
Carophyllaceae Juss.									
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.	Gatiss, M. (FMB36297)	FMB	Hierba	Zonas abiertas y matorrales	Villa de Leyva, Morro Negro	>2280	Nativa		
<i>Cerastium arvense</i> L.	Castellanos, L. 252	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	>2300	Nativa	Pajarito	Alimenticio
Celastraceae R. Br.									
<i>Celastrus meridensis</i> Pittier	Prieto, A. 5215	FMB	Liana	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2343-2910	Nativa		
<i>Zizowenia australis</i> Lundell	Melamny, M. 1344	FMB	Arbusto	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
Chloranthaceae R. Br. ex Sims									
<i>Hedychomum parvifolium</i> C. Cordem.	Melamny, 1120	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	3220-3250	Nativa		
<i>Hedychomum cretatum</i> Occhioni	Betancur, J. 9877	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2650-3250	Nativa		
Clethraceae Klotzsch									
<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	Mendoza, H. 1291	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2800	Nativa		
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Casas, A. 94	FMB	Arbusto	Matorral	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque, Morro Negro	2100-3220	Nativa	Cruz de mayo	Cultural
<i>Clethra mexicana</i> DC	Prieto, A. 1563	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3220	Nativa		
Clausiaceae Lindl.									
<i>Clausia elliptica</i> Kunth	Prieto, A. 1559	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3250	Nativa		
<i>Clausia inestiana</i> Cuatroc.	Chols, O. 49	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque, Morro Negro	2280-2850	Nativa		
<i>Clausia multiflora</i> Kunth	Prieto, A. 1390	FMB	Árbol	Matorrales, Robledal,	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2230-2973	Nativa	Gaque	Medicinal
Connelinaceae Mirb.									
<i>Triplanganda multiflora</i> (Sw.) Raf.	Mendoza, H. 1327	FMB	Hierba	Robledal	Capilla		2200-2800	Nativa	
Convolvulaceae Juss.									
<i>Evolvulus bogotensis</i> Ooststr.	Gatiss, M. (FMB45123)	FMB	Hierba	Matorrales, zonas abiertas	Vila de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque	2100-2300	Nativa		
<i>Evolvulus sericus</i> Sw.	González, F. 4165	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ritoque, Sachica	>2100	Nativa		

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Convolvulaceae Juss.									
<i>Iponmea purpurea</i> (L.) Roth	González, F. 4167	FMB	Bejuco	Zonas abiertas secas	Ritoque	>2100	Nativa		
Crassulaceae J.St.-Hil.									
<i>Crassula quadrifida</i> Baker	Bello, M.A. 661	FMB	Hierba	?	Capilla	?	(Naturalizada)	Introducida	
<i>Echeveria bicolor</i> (Kunth) E. Walther	Chols, O. 31	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque	2280-2900	(Naturalizada)	Introducida	Ornamental
<i>Kalanchoe delagoensis</i> Eckl. & Zeyh.	González, F. 4046	COL	Hierba	Zonas abiertas	Camino a la Honduras	-	(Naturalizada)	Introducida	
<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.	Rodríguez, G. 916	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque	>2100	(Naturalizada)	Introducida	Ornamental
<i>Bryophyllum delagoense</i> (Eckl. & Zeyh.) Schinz	González, F. 4046	COL	Hierba	?	Morro Negro	?	(Naturalizada)	Introducida	
Cucurbitaceae Juss.									
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Castellanos, L. 254	FMB	Bejuco	Cultivos	Capilla	>2100	(Cultivada)	Calabacín	Alimenticio
<i>Cyclanthera brachystachys</i> (Poepp. & Endl.) Cogn.	Robles, A. 860	FMB	Bejuco	Bordes de bosque	Liana Blanco	2370	(Cultivada)	Nativa	
<i>Schizium edule</i> (Jacq.) Sw.	Mejía, A.L. 8A	FMB	Bejuco	Cultivos	Capilla	2325	Introducida	Guitila	Alimenticio, Medicinal
Cuminiaceae R. Br.									
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	Rodríguez, C. 33	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	3220	Nativa	Encenillo	
<i>Weinmannia mutisicensis</i> Kunth	Galvis, M. 84	FMB	Árbol	Bosque	La Colorada, Villa de Leyva	>2500	Nativa	Encenillo	
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Mendoza, H. 1323	FMB	Árbol	Bosque	Villa de Leyva, Ritoque, La Colorada, Capilla, Liana Blanco, SFF Iguaque, Arcabuco, San Ondoro Iguaque	2280-3250	Nativa	Encenillo	
Cyanthaceae Poit. ex A. Rich.									
<i>Sphaeradenia lauchiana</i> (Sander ex Mast.) Harling	Bello, M.A. 593	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	?	Nativa		
Cyperaceae Juss.									
<i>Bulbostylis conferta</i> (Kunth) C.B. Clarke	Galvis, M. (FMIB36299)	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matorrales	Villa de Leyva	2300	Nativa		
<i>Bulbostylis junceaformis</i> (Kunth) C.B. Clarke	Bello, M.A. 306	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matorrales	Morro Negro	2280	Nativa	Encenillo	
<i>Carex jamesonii</i> Boott	Betancur, J. 4112	COL	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2900	Nativa	Encenillo	
<i>Cyperus involucratus</i> Rottb.	Bello, M.A. 432	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque	2210	Nativa		
<i>Cyperus niger</i> (Ruiz & Pav.) Cufod.	Stancik, D. 1041	FMB	Hierba	Zonas abiertas angostadas	Capilla	2170	Nativa		
<i>Fuirena incompleta</i> Nees	Stancik, D. 1042	FMB	Hierba	Zonas abiertas angostadas	Capilla	2170	Nativa		
<i>Rhynchospora aristata</i> Bockeler	Betancur, J. 4106	COL	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2900-3550	Nativa		
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Bockeler subsp. <i>ciliata</i> (G. Mey.) Kük.	Castellanos, L. 249	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla	>2100	Nativa	Tote	Medicinal
<i>Rhynchospora polyphylla</i> (Vahl) Vahl	Betancur, J. 4078	COL	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2820	Nativa		
<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	Stancik, D. 1198	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Nativa		
Dioscoreaceae R. Br.									
<i>Dioscorea cordacea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Mendoza H. 1319	FMB	Liana	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2800	Nativa		

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
<i>Magnoliidae Novák ex Takht.</i>									
<i>Elaeocarpaceae Juss.</i>									
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Mendoza, H. 1312	FMB	Árbol, Arbuseto	Bosque, Robledal	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2600-2973	Nativa		
<i>Eriobotryaceae Juss.</i>									
<i>Agorista abiflora</i> (B. Fedtsch. & Basil.) Judd	Vergara, L. 71	FMB	Arbusto	Zonas abiertas secas	Ritoque	2200	Nativa		
<i>Bejuaria aestuans</i> Mutis ex L.	Prieto, A. 1384	FMB	Arbusto	Bosque, Robledal	SFF Iguaque	2700-3250	Nativa		
<i>Bejuaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	Robles, A. 805	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque, Arcabuco	2100-2900	Nativa	Peganoscos	
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	Chols, O. 48	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2280-2900	Nativa		
<i>Cavendishia pubescens</i> (Kunth) Hemsl.	Acero, C. 112	FMB	Arbusto	Matorrales	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa		
<i>Dixirigma adueniae</i> (Kunth) Nied.	García-Barriga, H. 18777	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	SFF Iguaque, Morro Negro	3220	Nativa		
<i>Dixirigma cryptocalyx</i> A.C. Sm.	Prieto, A. 1711	FMB	Arbusto	Robledal	Capilla, Arcabuco	2650	Nativa		
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L. f.) Kunth	Mendoza, H. 1346	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Leyva, Capilla, san Pedro de Iguaque	2800-2860	Nativa		
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Casas, A. 96	FMB	Arbusto	Matorrales	Capilla, SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2500-2973	Nativa		
<i>Gaultheria rigidia</i> Kunth	Prieto, A. 1482	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	SFF Iguaque, Chiquiza	3250	Nativa		
<i>Gaulussia brasiliensis</i> Kunth	Mendoza, H. 1114	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Leyva, Ritoque	2280-2900	Nativa		
<i>Macleania pubiflora</i> Benth.	Saravia, C. 4412	FMB	Arbusto	Matorrales	Capilla, Arcabuco, Sáchica	2100-2700	Nativa		
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Prieto, A. 1340	FMB	Arbusto	Matorrales, Robledal	Capilla, Llano Blanco, Arcabuco, SFF Iguaque	2370-3250	Nativa	Uva camaron	Alimenticio
<i>Manopora uniflora</i> L.	Suárez, S. 2117	FMB	Hierba	Bosque	Llano Blanco	>2400 m	Nativa		
<i>Perennya prostrata</i> (Cav.) DC.	Melamphy, M. 801	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
<i>Piarachna coronaria</i> (Linden) A.C. Sm.	Rodríguez, C. 58	FMB	Arbusto	Subpáramo	SFF Iguaque	>2900	Nativa		
<i>Pxamminia gracilierima</i> Hoerold	Casas, A. 84	FMB	Arbusto escandente	Bosque	Arcabuco, SFF Iguaque	2800-2973	Nativa		
<i>Pxamminia macrophylla</i> (Kunth) Klotzsch	Prieto, A. 1611	FMB	Arbusto	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro, Arcabuco	2650-3220	Nativa		
<i>Theamistoclesia dependens</i> (Benth.) A.C. Sm.	Melamphy, M. 1229	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	Acero, C. 1	FMB	Arbusto escandente	Berde de bosque	SFF Iguaque	2650-3250	Nativa		
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Chols, O. 24	FMB	Arbusto	Matorrales, Subpáramo	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque, Sáchica	2280-3400	Nativa		
<i>Ericculaceae Martínez</i>									
<i>Paeplanthus alpinus</i> Körn.	SC sn (COL 193527)	COL	Hierba	?	SFF Iguaque	2600-3138	Nativa		
<i>Paeplanthus crassicalyx</i> Körn.	Chols, O. 51	FMB	Hierba	Matorrales, Páramo	Ritoque	>2700	Nativa		
<i>Paeplanthus ensifolius</i> (Kunth) Kunth	Galvis, M. (EMB336491)	FMB	Hierba	Matorrales, Páramo	La Cororada, Morro Negro, Laguna de Iguaque	2385-3600	Nativa		
<i>Paeplanthus karstenii</i> Ruhland	Melamphy, M. 228	FMB	Hierba	Páramo	Laguna de Iguaque	>3000	Nativa		
<i>Escalloniaceae R. Br. ex Dumort.</i>									
<i>Escallonia gayana</i> Acevedo & Kausel	Robles, A. 806	FMB	Árbol	Bosques	Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2100-2400	Nativa	Mangle	Maderable
<i>Escallonia mytiloides</i> L. f.	Melamphy, M. 1041	FMB	Arbusto	Subpáramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa	Rodamonte	

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Euphorbiaceae Juss.									
<i>Acalypha padifolia</i> Kunth	Rodríguez, G. 934	FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de quebradas	La Hondura, Ritoque	2100-2800	Nativa		
<i>Aichmea latifolia</i> Sw.	Hernández, J. 1505	FMB	Árbol	Bosques	Carizales	2500-2800	Nativa		Restauración
<i>Croton tucumensis</i> Müll. Arg.	Rodríguez, G. 913	FMB	Árbol, Arbusto	Arbusetales	Capilla	2100-2800	Nativa		
<i>Croton puderlei</i> Müll. Arg.	Galvis, M. 1	FMB	Árbol, Arbusto	Arbusetales	Ritoque, Capilla, La Colorada, Villa de Leyva, SFF Iguaque	2100-2900	Nativa	Drago	Restauración, Medicinal
<i>Euphorbia granitaea</i> Jacq.	Stancik, D. 981	FMB	Hierba	Pastizales	Capilla, Villa de Leyva	2200-2300	Nativa		
<i>Chamaesyce orbiculata</i> (Kunth) Soják	Chols, O. 39	FMB	Hierba	Pastizales y arbustales	Ritoque	2700	Nativa		
<i>Ricinus communis</i> L.	Chols, O. 74	FMB	Arbusto	Arbusetales, bordes de caminos	Ritoque, Villa de Leyva, SFF Iguaque	2100-2900	Introducida (Naturalizada)		Restauración
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Moreng	Rodríguez, C. (FMB3581)	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa		
Fabaceae Lindl.									
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kunze	Bello, M.A. 435	FMB	Arbusto	Matorrales e zonas secas	Villa de Leyva hacia Sáchica	2100-2200	Nativa	Soco	Restauración
<i>Acacia decurrens</i> Wild.	Castellanos, L. 26	FMB	Árbol	Cercas vivas	Capilla, Ritoque, Sabana	2100-2600	Introducida (Cultivada)	Acacia	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Vergara, L. 42	FMB	Árbol	Matorrales en zonas secas	Villa de Leyva	2100	Nativa		
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	Suárez, S. 2074	FMB	Árbol	Cercas vivas	Villa de Leyva, Capilla, Ritoque	2100-2700	Introducida (Cultivada)		Restauración, Industrial, Medicinal
<i>Acacia spinosa</i> (Feuillée ex Molina) Kunze	Castellanos, L. 1	FMB	Árbol, Arbusto	Matorrales, bordes de caminos	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2800	Nativa	Dividivi	
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Britton	González, F. 4166	FMB	Bejuco	Matorrales	Ritoque	2144	Nativa		
<i>Croalaria incana</i> L.	Vergara, L. 65	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Ritoque, Sáchica	2301	Nativa		Restauración
<i>Crotalaria micans</i> Link	González, F. 4102	FMB	Arbusto	Zonas abiertas secas	Ritoque, Capilla	2100-2300	Nativa	Cascabelito	Restauración
<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz & Thell.	Bello, M.A. 248	FMB	Hierba, Arbusto	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Chiquíz, Llano del Árbol	2500-2700	Nativa		
<i>Desmodium virgatum</i> (L.) Willd.	Rodríguez, G. 866	FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva hacia Sáchica	2100-22000	Nativa		
<i>Desmodium angustifolium</i> (Kunth) DC.	Rodríguez, G. 940	FMB	Hierba bejucosa	Matorrales, zonas abiertas	Ritoque	2200	Nativa		
<i>Desmodium mollissimum</i> (Kunth) DC.	Chols, O. 100	FMB	Hierba bejucosa	Matorrales, zonas abiertas	Ritoque, Villa de Leyva, SFF Iguaque, Llano Blanco	2100-2400	Nativa		
<i>Duisia macrophylla</i> (Donn. Sm.) Harms	Rodríguez, C. 448	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	>2700	Nativa		
<i>Erythrina rubrinervia</i> Kunth	Rodríguez, G. 939	FMB	Árbol	Cultivo, jardines	Ritoque, Villa de Leyva	2100-2200	Introducida (Cultivada)		
<i>Galactia lindenii</i> Burkart	González, F. 2610	FMB	Bejuco	Matorrales, bordes de quebradas	Ritoquer, SFF Iguaque-Carrizal	2200-2800	Nativa		
<i>Genista monspessulana</i> (L.) L.A.S.J.R.Lson	Bello, M.A. 511	FMB	Arbusto	Zonas abiertas	Ritoque	2129	(Naturalizada?)		
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Bello, M.A. 312	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, zonas abiertas	Negro	2100-2900	Nativa	Anil	Restauración
<i>Inga vera</i> Wild.	Rodríguez, G. 989	FMB	Árbol	Matorrales, bordes de quebradas	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque	2100-2400	Nativa	Guamo	Restauración
<i>Leucena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Bello, M.A. 442	FMB	Árbol, Arbusto	Bordes de caminos y reservorios	Ritoque	2100-2300	Introducida (Cultivada)	Leucaena	Restauración
<i>Laportea bogotensis</i> Benth.	Casas, A. 115	FMB	Hierba	Paramos, Subparamo	SFF Iguaque	2800-3600	Nativa		Restauración

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
	referencia	literatura							
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Fabaceae Lindl.									
<i>Medicago polymorpha</i> L.	Fernández-Alonso, J.L. 14732	FMB	Hierba	Bordes de caminos	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2200	Introducida (Naturalizada)		
<i>Melilotus albus</i> Medik.	Rodríguez, G. 953	FMB	Hierba	Zonas abiertas, borde de caminos	Villa de Leyva, zona de amortiguación SFF Iguaque	2100-2400	Introducida (Naturalizada)		
<i>Mucuna cratereocarpi</i> Hern. Cam. & C. Barbosa ex L.K. Ruiz	Rodríguez, C. 447 (443)	FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	<2500	Nativa		
<i>Otholobium mexicanum</i> (L.) W. Grimes	González, F. 2005	FMB	Arbusto quebradizo	Orillas de caminos y cercas vivas	Capilla, SFF Iguaque	2100-2800	Nativa		
<i>Senna multiflora</i> (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby	Castellanos, L. 231	FMB	Árbol	Cercas vivas	Capilla	>2400	Introducida (Cultivada)	Alepíparo	Restauración
<i>Senna viarum</i> (Little) H.S. Irwin & Barneby	Farfán, J. 818	FMB	Árbol	Cerca viva	Capilla	2650-2680	Introducida (Cultivada)		Restauración
<i>Spartium junceum</i> L.	Rodríguez, G. 965	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque	2132	Introducida (Cultivada?)		
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Fernández-Alonso, J.L. 20051	COL	Hierba	Pastizales, caminos	SFF Iguaque, Carrizales	2700-2900	Introducida (Naturalizada)		
<i>Trifolium pratense</i> L.	Mejía, A.L. 4A	FMB	Hierba	Pastizales, caminos	Capilla	2365	Introducida (Naturalizada)	Carreteón rojo	Forrajería, Medicinal
<i>Trifolium repens</i> L.	Melampy, M. 782	FMB	Hierba	Pastizales, caminos	Villa de Leyva, SFF Iguaque	2100-2800	Introducida (Naturalizada)	Trebol	Forrajería
<i>Vicia sativa</i> Kunth	Mendoza, H. 1362	FMB	Bejuco	Robledal	Capilla	2800	Nativa		
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Galvis, M. (FMB37064)	FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales	Villa de Leyva (sector El Ddaurello)	2500	Nativa		
Fagaceae Dumort.	Robles, A. 838	FMB	Árbol	Robledal	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Llano Blanco, Arcabuco, SFF Iguaque	2170-2973	Nativa	Roble	VU
* <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.									
Gentianaceae Juss.									
<i>Gentianella corymbosa</i> (Kunth) Weaver & Ruedenberg	Rodríguez, C. 109	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	>2800	Nativa	Guaquin chiquito	
<i>Helonia cuatecaensis</i> C.K. Allen	Prieto, A. 15388	FMB	Hierba	Subparamo, Páramo	SFF Iguaque	3220	Nativa		
<i>Helonia gentianoides</i> Wedd.	Rodríguez, C. 103	FMB	Hierba	Subparamo, Páramo	SFF Iguaque	>2800	Nativa		
<i>Helonia major</i> Wedd.	Rodríguez, C. 145	FMB	Hierba	Subparamo, Páramo	SFF Iguaque	>2800	Nativa		
<i>Lehmanniella pulchra</i> (Hook.) Simons	Mendoza, H. 1331	FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva (Sector Dunuelo)	2500	Nativa		
<i>Symbotanthus tricolor</i> Gilg	Estevez, J. 2185	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	>2600	Nativa		
Geraniaceae Juss.									
<i>Geranium diffusum</i> Kunth	Mendoza, H. 1299	FMB	Hierba	Pastizales y bordes de quebradas	Capilla, SFF Iguaque	2600-2800	Nativa		
<i>Geranium laurizii</i> Acebo	Rodríguez, C. 142	FMB	Hierba	Pastizales y bordes de quebradas	SFF Iguaque	>2400	Nativa	Mano de buey	
<i>Geranium ribaldoides</i> Benth. subsp. <i>elongatum</i> (Wedd.) Acebo	Melampy, M. 243	FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque, La laguna	3600	Nativa		
Gesneriaceae Rich. & Juss.									
<i>Colomnea bilabiata</i> Seem.	Rodríguez, C. (FMB8580)	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Colomnea striigera</i> Benth.	Prieto, A. 15181	FMB	Hierba	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3250	Nativa	Ornamental	
<i>Kohleria tigrina</i> (Olkend.) Rodson & Boggan	Acevedo, C. 9	FMB	Hierba	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2483-2550	Nativa	Ornamental	

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht. Grossulariaceae DC.									
<i>Ribes andicola</i> Jancz.	Rodríguez, C. 147	FMB	Arbusto	Páramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
Gunneraceae Meisn.									
<i>Gunnera pilosa</i> Kunth	Castellanos, L. 290	FMB	Hierba	Bordes de quebradas y zonas anegadas	San Pedro de Iguaque	>2400	Nativa	Mazorca de agua	
Hydrangeacear. Dumort.									
<i>Hydrostachys peruviana</i> Monic.	Rodríguez, C. 56	FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	>2400	Nativa		
Hypericaceae Juss.									
<i>Hypericum chamaenrys</i> Triana & Planch.	Galvis, M. (FMB 39030) Wood, J.R.L. 4419	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Morro Negro	>2300	Nativa		
<i>Hypericum cuatrecasasi</i> Gleason		FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, La Colorada, Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque	2120-2600	Nativa	Chite rocio	
<i>Hypericum gleasonii</i> N. Robson	Melampy, M. 787	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth	Wood, J.R.L. 5206	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2280-2900	Nativa	Chite	Restauración
<i>Hypericum marduacanum</i> N. Robson	Wood, J.R.L. 4620	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Páramo	SFF Iguaque	3400	Nativa		
<i>Hypericum monanense</i> Kunth	González, F. 3125	FMB	Hierba	Matarrales	Río Cane	2500-2600	Nativa		
<i>Hypericum myricariifolium</i> Hieron.	Melampy, M. 565	FMB	Arbusto	Zonas abiertas	SFF Iguaque	>2800	Nativa		
<i>Hypericum ruscoides</i> s Cuatrec.	Galvis, M. (FMB 38779)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	3400	Nativa		
Hypericaceae Juss.									
<i>Hypericum strictum</i> Kunth	Vergara, L. 109	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque	2423	Nativa		
<i>Hypericum tetrastichum</i> Cuatrec.	Melampy, M. 161	COL	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3700	Nativa		
<i>Virola bacifera</i> (L.) Triana & Planch.	Rodríguez, C. 455	FMB	Árbol	Bosque, Bordes de bosque	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Virola lauriformis</i> (Lam.) Choisy	Robles, A. 836	FMB	Árbol	Bordes de bosque	Liano Blanco	2385	Nativa		
Hypoericaceae R. Br.									
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Saravia, C. COL		Hierba	Zonas abierta	Ritoque?	2700	Nativa		
Iridaceae Juss.									
<i>Orthonanthus monadelphus</i> Ravenna	Prieto, A. 1625	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, SFF Iguaque, Arechavalo	2650-2973	Nativa		
<i>Seymeria chilensis</i> Hook.	Bello, M.A. 639	FMB	Hierba	Matarrales, Zonas abiertas	Ritoque	2220	Nativa		
Juncaceae Juss.									
<i>Juncus biflorus</i> L.	Stancik, D. 986	FMB	Hierba	Zonas abiertas anegadas	Capilla	2150	Nativa		
<i>Juncus cordobensis</i> Barros	Stancik, D. 1040	FMB	Hierba	Zonas abiertas anegadas	Capilla	2170	Nativa		
<i>Juncus densiflorus</i> Kunth	Stancik, D. 1007	FMB	Hierba	Zonas abiertas anegadas	Capilla	2170	Nativa		
<i>Juncus effusus</i> L.	Stancik, D. 985	FMB	Hierba	Zonas abiertas anegadas	Capilla	2171	Nativa		
Lamiaceae Martinov									
<i>Aegiphila bogotensis</i> (Spreng.) Moldenke	Mendoza, H. 1309	FMB	Árbol	Bosque	Capilla (Chama)	2800	Nativa		
<i>Aegiphila sessiliflora</i> Moldenke	Bello, M.A. 2463	FMB	Árbol	Matarrales	Villa de Leyva	2120	Nativa		
<i>Camino colombiana</i> (Epling) Harley & J.F.B. Pastore	Fernández, Alonso, J.L. 14746	FMB	Hierba	Matarrales, pastizales	Villa de Leyva (sector Duruelo)	2400	Nativa		

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Lamiaceae Martinov									
<i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth.	Bello, M.A. 324 COL 288	FMB Hierba	Pastizales	Capilla	2400	Introducida (Naturalizada)	Póleo	Medicinal	
<i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kunze	Wood, J.R.I. 4417	FMB Arbusto	Pastizales, Matarrales	Camino a la Honduras	2210	Nativa			
<i>Lepechinia bullata</i> (Kunth) Epling	Wood, J.R.I. 4423	FMB Arbusto	Matarrales y borde de bosque y quebradas	SFF Iguaque	2500	Nativa		Restauración	
<i>Lepechinia conferta</i> (Benth.) Epling	Fernández-Alonso, J.L. 20009	FMB Arbusto	Matarrales y borde de bosque y quebradas	SFF Iguaque	2700	Nativa		Restauración	
<i>Lepechinia salviifolia</i> (Kunth) Epling	Fernández-Alonso, J.L. 14737	FMB Hierba	Bosque y bordes de quebradas	SFF Iguaque, Manarranos, Arcabuco	2300-2900	Nativa	Salvión	Restauración, Medicinal	
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Castellanos, L. 226	FMB Hierba	Cultivos abandonados, bordes de caminos en zonas secas	Villa de Leyva a Sachica	2100	Introducida (Naturalizada)			
<i>Melissa officinalis</i> L.	Castellanos, L. 253	FMB Hierba	Jardines	Capilla	2400	Introducida (Cultivada)	Toronjil	Alimenticio	
<i>Menha spicata</i> L.	Castellanos, L. 3851	FMB Hierba	Cultivos	Capilla	2400	Introducida (Cultivada)	Yerbabuena	Alimenticio	
<i>Metrosideros strobiliformis</i> (L'Hér.) Harley & F.R.	Bello, M.A. 325 COL 1329	FMB Hierba	Pastizales, Matarrales	Camino a La Honduras	2210	Nativa			
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb.	Wood, J.R.I. 1225	FMB Hierba	Zonas abiertas y bordes de caminos	Villa de Leyva ((Sector Duruelo)	2100-2200	Nativa			
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Bello, M.A. 265 FMB Rodríguez, G. 984	Hierba	Bordes de caminos	Villa de Leyva	2120	Introducida (Naturalizada)	Albahaca morada	Alimenticio	
<i>Salvia amethystina</i> Sm.	Mendoza, H. 12631	FMB Hierba	Pastizales y bordes de caminos	Capilla	2600-2800	Nativa			
<i>Salvia carnea</i> Kunth	Uribe, L. 61016 COL	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2750	Nativa			
<i>Salvia gachantiniana</i> Fern. Alonso	Fernández-Alonso, J.L. 12631	FMB Hierba	Pastizales y bordes de caminos	Arcabuco	2200-2400	Nativa			
<i>Salvia leucantha</i> Cav.	Rodríguez, C. 77	FMB Hierba	Desconocido	SFF Iguaque	>2400	Nativa			
<i>Salvia palifolia</i> Kunth	Mendoza, H. 14749	FMB Hierba	Pastizales	Capilla, SFF Iguaque	2300-2800	Nativa			
<i>Scutellaria purpurascens</i> Sw.	Rodríguez, G. 984	FMB Hierba	Pastizales	Ritoque	2144	Nativa			
<i>Stachys bogotensis</i> Kunth	Fernández-Alonso, J.L. 1265	FMB Hierba	Pastizales y matarrales	Villa de Leyva, Chiquiza, SFF Iguaque, La Colorado	2100-2400	Nativa			
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Castellanos, L. 256	FMB Hierba	Jardines, Cultivos	Capilla	2400	Introducida (Cultivada)	Tomillo	Alimenticio	
Lamiaceae Juss.									
* <i>Ocotea calophylla</i> Mez	Prieto, A. 1319	FMB Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2700-3130	Nativa			
* <i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	Castellanos, L. 282	FMB Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2600-3050	Nativa			
* <i>Ocotea micans</i> Mez	González, F. 2684	FMB Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2650-3250	Nativa			
* <i>Persea mutisii</i> Kunth	Mendoza, H. 1265	FMB Arbolales	Robleales	Capilla, SFF Iguaque	2600-2800	Nativa			
Laureaceae Juss.									
<i>Menzella scabra</i> Kunth	González, F.- 4095A	FMB Hierba	Matarrale en zonas secas	Límites con Sachica	2100	Nativa			
<i>Nasa campaniflora</i> (Trinck & Planch. ex Urb. & Grig.) Weigend	Acero, C. 20	FMB Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2800-2900	Nativa			

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Llocalidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novik ex Takht.									
<i>Loranthaceae Juss.</i>									
<i>Gaultheria planifolium</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Robles, A. 839 FMB	Árbol	Subpáramo, Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro, Llano Blanco, Arcabuco	2300-3220	Nativa	Tagua		
<i>Passovia ovata</i> (DC.) Kuijt	Bello, M.A. 337 FMB	Hemiparásita	Robledal	Camino a la Hondura	2350	Nativa			
Lythraceae J. St.-Hil.									
<i>Cuphea decandra</i> Aiton	Robles, A. 812 FMB	Hierba	Matorrales, zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque	2100-2900	Nativa			
<i>Cuphea racemosa</i> (L.) Sprieng.	Rodríguez, G. 935 FMB	Hierba	Pastizales	Villa de Leyva, SFF Iguaque	2100-2600	Nativa			
<i>Lafoensis acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Bello, M.A. 457 FMB	Árbol	Cercas vivas	Villa de Leyva	2100	(Cultivada)	Guayacán	Ornamental	
<i>Punica granatum</i> L.	Chols, O. 77 FMB	Arbusto	Cultivos	Ritoque	2700	(Cultivada)	Granada	Alimenticio	
Malpighiaceae Juss.									
<i>Tempereya discolor</i> (G. Mey.) DC.	Melampy, M. 451 FMB	Liana	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa			
Malvaceae Juss.									
<i>Faerensia villosa</i> (L.) Fryxell	Bello, M.A. 408 COL	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva a Sáchica	2210	Nativa			
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.	Bello, M.A. 433 FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva hacia Sáchica	2210	Nativa			
<i>Malvastrum coronandellianum</i> (L.) Garcke	Saravia, C. 4527 FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Chiquiza, Sáchica	>2100	Nativa			
<i>Pavonia sepium</i> A. St.-Hil.	Vergara, L. 83 FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva	2100-2200	Nativa			
<i>Sida cordifolia</i> L.	Rodríguez, G. 983 FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva, Ritoque	2144	Nativa			
<i>Sida poeppigiana</i> (K. Schum.) Fryxell	Bello, M.A. 267 FMB	Hierba	Zonas abiertas secas	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2900	Nativa			
<i>Triantha mollissima</i> Kunz	Rodríguez, G. 943 FMB	Arbusto	Matorrales, Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque	220	Nativa			
Melastomataceae Juss.									
<i>Azinacea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Prieto, A. 5147 FMB	Árbol	Bosque	La Colorada, Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2600-3250	Nativa			
<i>Azinacea scutigeria</i> Triana	Melampy, M. 1336 FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque, Arcabuco	2650-2800	Nativa			
<i>Brachyotum strigosum</i> (L. f.) Triana	Rodríguez, C. 113 FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque	>2800	Nativa			
<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC.	Melampy, M. 652 FMB	Árbol	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque	3000-3400	Nativa			
<i>Castilleja piloselloides</i> Naudin	Prieto, A. 1591 FMB	Hierba	Páramo	SFF Iguaque, Morro Negro	3000-3220	Nativa			
<i>Clusiadepis microphylla</i> (Bonpl.) Miq.	Mendoza, H. 1153 FMB	Hierba	Bordes de caminos, Matorrales	Capilla, Ritoque, Villa de Leyva, SFF Iguaque	2250-2800	Nativa			
* <i>Chalybea macrocarpa</i> (L. Uribe) Morales & Penneys	Rodríguez, C. 37 FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2650-2700	Nativa			
<i>Clidemia ciliata</i> Pav. ex D. Don	Chols, O. 99 FMB	Hierba	Matorrales, bordes de caminos	Villa de Leyva, Ritoque	2280-2900	Nativa			
<i>Graffenreidea uribei</i> Wurdack	Prieto, A. 1639 FMB	Arbusto	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa			
<i>Leandra lindeniana</i> (Naudin) Cogn.	Mendoza, H. 18275 FMB	Hierba	Zonas abiertas, Bordes de caminos	Villa de Leyva	2233	Nativa			
* <i>Meriania brachycera</i> (Naudin) Humberto Mend. & Fern. Aloroso	17376 FMB	Árbol	Bosque	Arcabuco, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3220	Nativa			
<i>Miconia alborea</i> L. Uribe	Prieto, A. 1655 FMB	Árbol, Arbusto	Bosque, bordes de caminos	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2600-2973	Nativa	Tuno roso		
<i>Miconia biappendiculata</i> (Naudin) L. Uribe	Prieto, A. 1481 FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	2800-3250	Nativa			

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Habitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.										
Melastomataceae Juss.										
<i>Miconia dolichopoda</i> Naudin	Prieto, A. 1440 FMB	Árbol	Bosque	Arcabuco, SFF Iguaque		2650-3400	Nativa			
<i>Miconia cataractae</i> Triana	Prieto, A. 1638 FMB	Arbusto	Bosque, bordes de caminos	Arcabuco, San Pedro de Iguaque, SFF Iguaque, Capilla, Morro Negro		2600-3250	Nativa			
<i>Miconia elaeoides</i> Naudin	Prieto, A. 1294 FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque		3250	Nativa			
<i>Miconia ligustrina</i> (Sm.) Triana	Melampy, M. 1282	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque		>3000	Nativa			
<i>Miconia myrtillifolia</i> Naudin	Mendoza H. 1330	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2800	Nativa			
<i>Miconia neurocarpa</i> Cogn.	Melampy, M. 1192	FMB	Arbusto	?	SFF Iguaque	>2400	Nativa			
<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin) Naudin	Melampy, M. 572	FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa			
<i>Miconia squamulosa</i> (Sm.) Triana	Beaear, J. 9825 FMB	Arbusto	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque, Villa de Leyva, Llano Blanco, Cardonal, San Pedro de Iguaque		2100-3400	Nativa		Tuno esmeraldo	
<i>Miconia summa</i> Cuatrec.	Prieto, A. 1293 FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque		2900-3250	Nativa			
<i>Miconia symphocidea</i> Triana	Melampy, M. 923	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2910	Nativa			
<i>Miconia thurzans</i> (Bonpl.) Cogn.	Prieto, A. 5150 FMB	Árbol, Arbusto	Arbolado, Robledal	Villa de Leyva, Capilla, Río que, Arcabuco, SFF Iguaque, Sachica		2100-3250	Nativa			
<i>Miconia versicolor</i> Naudin	Chols, O. 76 FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de caminos	Río que		2700	Nativa			
<i>Monochaetum bomplandii</i> (Kunth) Naudin	Galvis, M. (FMB47729	FMB	Hierba	Matorrales, bordes de caminos	La Clebrada, SFF Iguaque	>2400	Nativa			
<i>Monochaetum meridense</i> (Klotzsch ex H. Karsten) Naudin	Prieto, A. 1626 FMB	Hierba, Arbusto	Bordes de quebradas y bosque	Capilla, SFF Iguaque		2650-2700	Nativa			
<i>Monochaetum myrsinum</i> (Bonpl.) Naudin	Chols, O. 19 FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales, bordes de caminos	Capilla, Villa de Leyva, Río que, Arcabuco, SFF Iguaque		2200-3400	Nativa			
<i>Monochaetum uribei</i> Wurdack	Mendoza H. 17377	FMB	Hierba	Barrancos en lugares sombreados	Arcabuco		2800-3000	Nativa		
<i>Thibouchina ciliaris</i> (Vent.) Cogn.	Galvis, M. (FMB36446)	FMB	Hierba	Matorrales y bordes de caminos	Río Cane		>2400	Nativa		
<i>Thibouchina grossa</i> (L.f.) Cogn.	Melampy, M. 827	FMB	Arbusto	Subpáramo, Páramo	SFF Iguaque		2400-3250	Nativa		
<i>Thibouchina uniflora</i> (DC.) Cogn.	Castellanos, L. 212 FMB	Arbusto	Jardines	Capilla		2400	Introducida (Cultivada)	Siejecueros		
Meliaceae Juss.										NT
<i>*Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Mendoza H. 1368	FMB	Árbol	Bosque	La Colorada, Capilla	2700-2800	Nativa	Cedro		
<i>*Rickea hirsuta</i> (C. DC.) Harms	Prieto, A. 5193 FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque		2800-2950	Nativa			
Monimiaceae Juss.										
<i>Moliniedia tomentosa</i> (Benth.) Tul.	Prieto, A. 1605 FMB	Arbusto	Bosque, bordes de quebradas	Capilla		2650-2700	Nativa			
Moraceae Gaudich.										
<i>Morus insignis</i> Bureau	Mendoza, H. 1936	FMB	Árbol	Bosque	Capilla	2483	Nativa			
<i>Ficus aff. lehmannii</i> Standl.	Mendoza, H. 1288	FMB	Árbol	Bosque	Capilla	2800	Nativa			
<i>*Ficus gigantovce</i> Dugand	Estevez, J. Gonzalez, F. 4098	FMB	Árbol	Bosque, Bordes de quebradas y cañadones escarpados de cañadas	Boquerón del Cane Villa de Leyva	2840	Nativa			
<i>Ficus americana</i> Aubl.						2100	Nativa	Conserv	Restauracion	

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
<i>Magnoliidae Novák ex Takht.</i>									
<i>Moraceae Gaudich.</i>									
<i>*Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Torres, K. 01	FMB	Árbol	Bosque, bordes escarpados de cañadas	Villa de Layva, Ritoque	2100-2300	Naiva	Herrernun	Restauración
<i>Myricaceae Rich. ex Kunth</i>									
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	Chols, O. 72	FMB	Árbusto	Matorrales, Subpáramo	Villa de Layva, Ritoque, Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque	2280-2900	Naiva	Cmz de mayo	Cultural
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Mendoza, H. 1234	FMB	Árbol	Robledal	Liano Blanco	2300	Naiva	Laurel	
<i>Myrtaceae Juss.</i>									
<i>Aeckia sellowiana</i> (O. Berg) Burret	Latorre, J.	FMB	Árbusto	Cultivos	Villa de Leyva	2100-2300	(Cultivada)	Feijoa	Alimenticio
<i>Myrsia fallax</i> (Rich.) DC.	Galvis, M. 82	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, Ritoque	2300-2700	Naiva		
<i>Myrsinaceae Leucocysta</i> (Ortega) McVaugh	Bello, M.A. 594	FMB	Árbusto	Matorrales, Bosque	Capilla, Ritoque, Liano Blanco, SFF Iguaque, Arcabuco, San Pedro de Iguaque	2280-2900	Naiva	Arrayán	Ornamental
<i>Myrsinanthus rhabdotoides</i> (Kunth) McVaugh	Suárez, S. 2089	FMB	Árbol	Matorrales, Bosque	Capilla, Villa de Leyva, San Pedro de Iguaque	2500-2860	Naiva	Arrayán	
<i>Paidim acutangulum</i> DC.	Chols, O. 91	FMB	Árbusto	Zonas abiertas, matorrales Ritoque, Morro Negro	Capilla	2100-2900	Naiva	Chovo	Alimenticio
<i>Paidim salutare</i> (Kunth) O. Berg	Bello, M.A. 591	FMB	Árbol	Robledal		>2400	Naiva		
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O. Berg	Prieto, A. 1562	FMB	Árbusto, Hierba	Bosque, subpáramo, páramo	Capilla, SFF Iguaque	2600-3250	Naiva		
<i>Onagraceae Juss.</i>									
<i>Fuchsia harveyii</i> Benth.	Mendoza, H. 1296	FMB	Bejuco	Robledal	Capilla	2800	Naiva		Ornamental
<i>Fuchsia hirtella</i> Kunth	Melamny, M. 633	FMB	Bejuco	Bosque	SFF Iguaque	2800-2900	Naiva		Ornamental
<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	Mendoza, H. EME 002	FMB	Bejuco	Bosque	SFF Iguaque	2850	Naiva		Ornamental
<i>Fuchsia venusta</i> Kunth	González, F. 4081	COL	Árbusto	Robledal	Villa de Leyva	>2400	Naiva	Zarcillijo	Ornamental
<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Harv	Mendoza, H. 1303	FMB	Hierba	Zonas abiertas, bordes de quebradas	Capilla, SFF Iguaque	>2400	Naiva	Clavo de laguna	Medicinal
<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav.	Mendoza, H. 1347	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2800	Naiva		
<i>Oenothera tetrapera</i> Cav.	Bello, M.A. 393	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Capilla	2100-2210	Naiva		
<i>Orchidaceae Juss.</i>									
<i>Acleisantha</i> (Rchb. f.) Schlr.	Melamny, M. 289	COL	Hierba	-	SFF Iguaque	-	Naiva		
<i>Caecilia radata</i> (Lindl.) Mansf.	Farfán, J. 872	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2900	Naiva		
<i>Elealeanthus aurantiacus</i> (Lindl.) Rehb. f.	Bello, M.A. 575	FMB	Hierba	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	>2500	Naiva		
<i>Epidendrum ciliophorum</i> Schltr.	Betancur, J. 4063	COL	Hierba	-	SFF Iguaque	-	Naiva		
<i>Epidendrum frutex</i> Rchb. f.	Melamny, M. 1280	FMB	Hierba	Subpáramo	SFF Iguaque	>2900	Naiva		
<i>Epidendrum paniculatum</i> Ruiz & Pav.	Betancur, J. 9850	FMB	Hierba	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2500-2900	Naiva		
<i>Epidendrum porphyreum</i> Lindl.	Farfán, J. 873	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2900	Naiva		
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	Galvis, M. (FMB 45121)	FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales, borde de caminos	Villa de Leyva, Capilla, Ritoque, SFF Iguaque	2280-2973	Naiva		
<i>Gomphichis goodenoides</i> Lindl.	Standek, D. 1202	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Naiva		

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Orchidaceae Juss.									
<i>Masdevallia coriacea</i> Lindl.	Stancik, D. 976 FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2250	Nativa			LC
<i>Masdevallia sceptrum</i> Rehb. f.	Hernández, A. 63 FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2900-3250	Nativa			LC
<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. & Endl.) L.O. Williams	Robles, A. 841 FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Liano Blanco, SFF Iguaque	2385-2700	Nativa			
<i>Maxillaria sievermannii</i> Foldats	Uribe, L. 6212 COL	Hierba	-	Capilla, La Colorada	-	Nativa			
<i>Orobolaglossum ramulosum</i> Lindl.	Casas, A. 101 FMB	Hierba	Robledal	Chiquizal, Arcabuco, SFF Iguaque	2800-2973	Nativa			LC
* <i>Olivieriana oritzii</i> A. Fernández	Valdivieso, P. 101 COL	Hierba	-	Capilla	2700	Nativa (Endémica)			
<i>Oncidium ornithorhynchum</i> Kunth	Prieto, A. 1429 FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2903	Nativa			
<i>Oncidium pyramideum</i> Lindl.	González, F. 323 COL	Hierba	-	SFF Iguaque	-	Nativa			
<i>Pleurothallis glossopogon</i> hort.	Uribe, L. 6099 COL	Hierba	Robledal	Capilla	-	Nativa			
<i>Pleurothallis pulchella</i> (Kunth) Lindl.	Chols, O. 26 FMB	Hierba	Matorrales en zonas secas, Robledal	Villa de Leyva, Ritoque	2280-2900	Nativa			
<i>Pleurothallis velutina</i> Rehb. f.	Galvis, M. (FMB45888)	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva	>2200	Nativa			
<i>Stelis lankesteri</i> Ames	Uribe, L. 6102 COL	Hierba	Bosque	Capilla	>2500	Nativa			
<i>Stelis rhomboidea</i> Garay	Uribe, L. 6098 COL	Hierba	Bosque	Capilla	>2500	Nativa			
<i>Stenorhynchus speciosus</i> (Jacq.) Rich. ex Spreng.	Robles, A. 856 FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Liano Blanco, Capilla, SFF Iguaque	2385-3250	Nativa			
Orobanchaceae Vent.									
<i>Bartsia sanctolinifolia</i> (Kunth) Benth.	Mendoza, H. (FMB80389)	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3400	Nativa			
<i>Castilleja arvensis</i> Schleid. & Cham.	Stancik, D. 1216 FMB	Hierba	Porteros y zonas abiertas, bordes de bosque	Villa de Leyva, Capilla, La Colorada	2300-2600	Nativa			
<i>Castilleja integrifolia</i> L. f.	Chols, O. 45 FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque	2127-2900	Nativa			
<i>Castilleja pumila</i> (Benth.) Wedd.	Stancik, D. 1025 FMB	Hierba	Zonas abiertas, porteros	Ritoque, Capilla	2250-2900	Nativa			
<i>Eccocodia grandiflora</i> (L. f.) Kunze	Chols, O. 1 FMB	Hierba	Matorrales, zonas abiertas Ritoque		2280	Nativa	Azafrán		
Oxalidaceae R. Br.									
<i>Oxalis bisifolia</i> Turcz.	Castellanos, L. 267 FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales Villa de Leyva, Ritoque, Capilla		2100-2200	Nativa	Acedera		
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Castellanos, L. 23 FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales SFF Iguaque, Sabana		>2100	Nativa	Acedera		
<i>Oxalis dimidiata</i> Donn. Sm.	Rodríguez, G. 971 FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales Ritoque		>2100	Nativa			
<i>Oxalis fendleri</i> Loarieg	Mendoza, H. 1363 FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales Capilla, SFF Iguaque		2800	Nativa			
Papaveraceae Juss.									
<i>Argemone mexicana</i> L.	Bello, M.A. 541 FMB	Hierba	Bordes de caminos en zonas secas	Ritoque	2210	Introducida (Naturalizada)			
<i>Baccharis integrifolia</i> Bonpl.	Casas, A. 118 FMB	Arbusto	Bosque, bordes de quebradas	Capilla, SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2600-2900	Nativa			
<i>Passifloraceae Juss. ex Rousset</i>									
<i>Passiflora adulterina</i> L. f.	Uribe, L. 6068 COL	Liana	Matorrales, bordes de bosque	Capilla, San Pedro de Iguaque	2600-2800	Nativa			LC
<i>Passiflora quadrangularis</i> Kunth	González, M.F. 1152 FMB	Bejuco	Matorrales, bordes de bosque	Ritoque, SFF Iguaque, Morro Negro	2200-2900	Nativa	Curubito Medicinal		LC
<i>Passiflora bicuspisdata</i> (H. Karst.) Mast.	Mendoza, H. 17566 FMB	Bejuco	Matorrales, Bosque	SFF Iguaque, Capilla, Morro Negro	2300-2900	Nativa			LC
<i>Passiflora biflora</i> Lam.	Galvis, M. 3 FMB	Bejuco	Bordes de caminos sobre matorrales	El Cometa, Arcabuco	>2400	Nativa			LC

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
<i>Passifloraceae Juss. ex Roussel</i>									
<i>Passiflora crispolanata</i> L. Uribe	Betancur, J. 9881	FMB	Liana	Bordes de bosque, bosque SFF Iguaque	2900-3130	Nativa			VU
<i>Passiflora cumbalensis</i> (H. Kadst.) Harms	Galvis, M. (FMB45514)	FMB	Liana	Bordes de matorrales y bosque	>2500	Nativa			LC
<i>Passiflora lehmanni</i> Mast.	Casas, A. 60	FMB	Liana	Robledal	2800-2973	Nativa			LC
<i>Passiflora maliformis</i> L.	Bello, M.A. 396	FMB	Liana	Cerca viva	Villa de Leyva	2210	(Cultivada)		LC
<i>Passiflora manicata</i> (Juss.) Pers.	Stancik, D. 1909	FMB	Liana	Bordes de caminos sobre matorrales	Villa de Leyva a Sachica	2000	Nativa		LC
<i>Passiflora mixta</i> L. f.	Stancik, D. 1252	FMB	Liana	Bordes de caminos, bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600-2850	Nativa		LC
<i>Passiflora sphacelocarpa</i> Triana & Planch.	Mendoza, H. 1371	FMB	Árbol	Bordes de quebradas	Ritoque, Villa de Leyva	2400-2500	Nativa		LC
<i>Passiflora tripartita</i> (Luss.) Poir.	Prieto, A. 1599	FMB	Liana	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa	Curuba	Alimenticio
Pentaphylacaceae Engl.									
<i>Termitomyces meridionalis</i> Mutis ex L.f.	Prieto, A. 1731	FMB	Árbol, Arbusto	Matarrales, Robledal, Bosque	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Areabuco, SFF Iguaque	2280-2973	Nativa		
Phyllanthaceae Martínez									
<i>*Hieronima moritziana</i> (Mill. Arg.) Pax & K. Hoffm.	Robles, A. 845	FMB	Árbol	Bosques	Llano Blanco	2300-2500	Nativa		
<i>Erythranthe glabrata</i> (Kunth) G.L. Nesom	Mendoza, H. 1300	FMB	Hierba	Bordes de quebrada	Capilla	2800	Nativa		
Phytolaccaceae R. Br.									
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D. Bouché	Rodríguez, C. 456	FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	>2200	Nativa	Guaba	Restauración, Medicinal
<i>Phytolacca rugosa</i> A. Braun & C.D. Bouché	Mendoza, H. 1268	FMB	Hierba	Zonas abiertas, matorrales	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla	2300-2800	Nativa	Guaba	Restauración
Pteromniaceae Fernando & Quinn									
<i>Picramnia sphaerocarpa</i> Planch.	Chols, O. 34	FMB	Arbusto	Bosque, robledal, bordes de quebradas y caminos	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla	2200-2900	Nativa		
Piperaceae Giseke									
<i>Peperomia acuminata</i> Ruiz & Pav.	Mendoza, H. 1367	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2800	Nativa		
<i>Peperomia aff. angulifolia</i> C. DC.	González, F. 2617	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque (Carízal)	2840-3000	Nativa		
<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) Kunth	Prieto, A. 1631	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa		
<i>Peperomia aff. colorata</i> Kunth	Casas, A. 47	FMB	Hierba	Robledal	Capilla, Areabuco	2600-2973	Nativa		
<i>Peperomia galloides</i> Kunth	Bello, M.A. 294	FMB	Hierba	Matarrales, Robledal	Ritoque, SFF Iguaque, Morro Negro	2230-2900	Nativa		
<i>Peperomia hartwegiana</i> Miq.	Prieto, A. 1369	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	3250	Nativa		
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) Dietr.	Betancur, J. 9915	COL	Hierba	Bosque (Rupicolosa)	SFF Iguaque (Carízal)	2950	Nativa		
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	Chols, O. 35	FMB	Hierba	Matarrales, Robledal	Villa de Leyva, Ritoque, SFF Iguaque	2300-2900	Nativa		
<i>*Peperomia santanderiana</i> Trel. & Yunck.	Rodríguez, G. 981	FMB	Hierba	Matarrales, aeinaltados	Villa de Leyva, Capilla, Ritoque	2100-2900	Nativa		Ornamental
<i>Peperomia subpathulata</i> Yunck.	Bello, M.A. 372	FMB	Hierba	Matarrales	Villa de Leyva, Capilla	2210	Nativa	Canelón	Alimenticio
<i>Peperomia tetraphylla</i> Hook. & Arn.	Chols, O. 73	FMB	Hierba	Matarrales	Ritoque	2280-2900	Nativa		
<i>Piper aduncum</i> L.	Galvis, M.	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas	La Colorada	2100-2400	Nativa		
<i>Piper aurantiifolia</i> C. DC.	Galvis, M.13	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas	Ritoque, Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	2200-2900	Nativa	Cordoncillo	Medicinal

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	referencia o literatura	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Piperaceae Giseke									
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Bello, M.A. 353	FMB	Árbusto	Bordes de quebradas	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	2230-2910	Nativa		
<i>Piper daniel-gonzalezi</i> Trel.	McLamphy, M. 75	FMB	Árbusto	Bosque	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
<i>Piper laguna-cochranum</i> Trel. & Y unck.	Prieto, A. 1707	FMB	Árbusto	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa		
Plantaginaceae Juss.									
<i>Achataria bicolor</i> Penell	Castellanos, L. 255	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	>2500	Introducida (Cultivada)	Matericaria	Medicinal
<i>Aragoa abietina</i> Kunth	Melamphy, M. 263	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
<i>Aragoa cleefii</i> Fern. Alonso	Melamphy, M. 252	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3000-3600	Nativa		
<i>Plantago australis</i> Lam.	González, F. 297	FMB	Hierba	Zonas abiertas	La Colorada, Capilla, SFF Iguaque	>2100	Nativa		
<i>Plantago major</i> L.	Rodríguez, C. 79	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
<i>Plantago sericea</i> Ruiz & Pav.	Chols, O. 12	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, Ritoque	2250-2900	Nativa		
<i>Sibhirioria repens</i> (L.) Kunze	Melamphy, M. 584	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
Veronica javanica Blume	Fernández Alonso, J.L. 17910	FMB	Hierba	Caminos y zonas pedregosas	Villa de Leyva	2100-2200	Nativa		
<i>Veronica peregrina</i> L. subsp. <i>peregrina</i>	Fernández Alonso, J.L. 18502	COL	Hierba	Jardines	Villa de Leyva	2100	Introducida?		
Plumbaginaceae Juss.									
<i>Plumbago caerulea</i> Kunth	Rodríguez, G. 937	FMB	Hierba	Jardines, Bordes de caminos	Villa de Leyva, Ritoque	2100-2500	Introducida (Naturalizada)	Ornamental	
Psaceae Barnhart									
<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.	Wood, J.R.I. 4420	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck.	Wood, J.R.I. 4609	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2900	Nativa		
<i>Agrostis scabridolia</i> Swallen	Wood, J.R.I. 4622	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3400	Nativa		
<i>Agrostis tolucensis</i> Kunth	Wood, J.R.I. 4619	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	3300	Nativa		
<i>Agrostis trichodes</i> (Kunth) Roem. & Schult.	Melamphy, M. 806	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Andropogon lehmannii</i> Pilg.	Wood, J.R.I. 4775	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Sachica	>2100	Nativa (invasora)		
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Melamphy, M. 764	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Introducida (Naturalizada)	Gramínea	
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Wood, J.R.I. 4617	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3200	Nativa		
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Wood, J.R.I. 4428	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2100	Nativa		
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Melamphy, M. 766	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	?	Introducida (Cultivada)		
<i>Bothriochloa saccharoides</i> (Sw.) Rydb.	Wood, J.R.I. 4276	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Sachica	2500	Nativa		
<i>Bouteloua eriopoda</i> (Michx.) Torr.	Wood, J.R.I. 3850	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2200	Nativa		

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

	Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.											
Paucen Barnhart											
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) P. Beauv.		Stancik, D. 1045	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2200	Introducida (Naturalizada)			
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link		Stancik, D. 1237	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Nativa			
<i>Brixia minor</i> L.		García-Barriaga, H. 21245	COL	Hierba	Bordes de caminos zonas secas	Villa de Leyva	2600	Introducida (Naturalizada)			
<i>Bromus catharticus</i> Vahl		Stancik, D. 1044	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2200	Nativa			
<i>Calamagrostis densiflora</i> (J. Presl) Steud.		Wood, J.R.I. 4614	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	3200	Nativa			
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.		Melamphy, M. 181	COL	Hierba	Páramo	SFF Iguaque	3700	Nativa			
<i>Calamagrostis macrophylla</i> (Pilg.) Pilg.		Wood, J.R.I. 3901	FMB	Hierba	Bordes de canales de agua Rioque		2400	Nativa			
<i>Calamagrostis planifolia</i> (Kunth) Trin. ex Steud.		Melamphy, M. 1132	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Calamagrostis recta</i> (Kunth) Trin. ex Steud.		Melamphy, M. 466	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Cenchrus clandestinum</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone		Stancik, D. 1012	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2200	Nativa			
<i>Chuqueafendleri</i> Munro		Melamphy, M. 775	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	>2100	Introducida (Naturalizada)	Kirkyo		
<i>Chuqueafendleri</i> Munro		Mendoza, H. 1340	FMB	Bambusoide quebradas	Matorrales, Bordes de quebradas	Villa de Leyva, Capilla	2127-2500	Nativa	Restauración		
<i>Chuquea scandens</i> Kunth		Betancur, J. 9835	FMB	Bambusoide Bosque	Bordes de quebradas, Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2600-3220	Nativa	Chusque	Restauración	
<i>Chuquea tessellata</i> Munro		Wood, J.R.I. 4618	FMB	Bambusoide Páramo	SFF Iguaque		3300	Nativa			
<i>Comandra hepatosticta</i> (Pilg.) Conert		Wood, J.R.I. 4414	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2400	Nativa			
<i>Cydonia daucylon</i> (L.) Pers		Wood, J.R.I. 4432	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2100	Introducida (Naturalizada)			
<i>Dicidanthelium viscidulum</i> (Scribn.) Gould		Wood, J.R.I. 4426	FMB	Hierba	?	Villa de Leyva	?	Nativa			
<i>Eragrostis lugens</i> Nees		Wood, J.R.I. 3896	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Sachica	2400	Nativa	Espartillo	Artesanas	
<i>Eragrostis pastensis</i> (Kunth) Trin.		Vergara, L. 62	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Ritoque, Sachica	2100-2201	Nativa	Espartillo	Artesanas	
<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud.		Galvis, M. (FMB37072)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	>2100	(Naturalizada)	Espartillo	Artesanas	
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.		Stancik, D. 1011	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, Sachica	2150	Nativa (se puede comportar como invasora en la zona)			
<i>Holcus lanatus</i> L.		Melamphy, M. 763	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	?	Introducida (Naturalizada)	Falsa Poa, Poa		
<i>Ichnanthus tenius</i> (J. Presl & C. Presl) Hitchc. & Chase		Stancik, D. 1246	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Nativa			
<i>Ischaemum guianense</i> Kunth ex Hack.		Wood, J.R.I. 4425	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	?	Nativa			
<i>Ixophorus unisetus</i> (J. Presl) Schleid.		Stancik, D. 1043	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2170	Nativa		Forrajera	
<i>Lolium perenne</i> L.		Stancik, D. 1036	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2170	Introducida (Cultivada, Naturalizada)			

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
<i>Poaceae Barnhart</i>									
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Rodríguez, G. 851	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Río que	>2100	Introducida (invasora)	Pasto Yaraquá	
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Cañas, D. 4180	COL	Hierba	Bordes de caminos zonas secas	Villa de Leyva a Sachica	2200	Introducida (Naturalizada)		
<i>Muhlenbergia phalaroides</i> (Kunth) P.M. Peterson	Rodríguez, G. 986	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque	2144	Nativa		
<i>Panicum cayennense</i> L.am.	Melampy, M. 781	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Paspalum acuminatum</i> Raddi	Wood, J.R.I. 3900	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque, Sachica	2400	Nativa		
<i>Paspalum fimbriatum</i> Kunth	Bello, M.A. 423	COL	Hierba	Bordes de caminos zonas secas	Villa de Leyva	2210	Nativa		
<i>Paspalum humboldtianum</i> Fliegé	Wood, J.R.I. 4616	FMB	Hierba	Subpáramo	SFF Iguaque	3200	Nativa		
<i>Paspalum macrophyllum</i> Kunth	Wood, J.R.I. 4422	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2200	Nativa		
<i>Paspalum notatum</i> Fliegé	Wood, J.R.I. 3895	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Sachica	2400	Introducida (Cultivada)	Forrajera	
<i>Paspalum prostratum</i> Scribn. & Merr.	Wood, J.R.I. 4608	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2800	Nativa		
<i>Paspalum recutitum</i> Chase	Wood, J.R.I. 4430	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla?	2200	Nativa		
<i>Pipochaetium panicoides</i> (Lam.) E. Desv.	Wood, J.R.I. 4421	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Poa horridula</i> Pilg.	Wood, J.R.I. 4612	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3200	Nativa		
<i>Polygonum interratius</i> Kunth	Wood, J.R.I. 4613	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3200	Nativa		
<i>Polygonum viridis</i> (Gouan) Breistr.	Cañas, D. 3824	COL	Hierba	Borde de caminos	Villa de Leyva	2200	Introducida (Naturalizada)		
<i>Schiniodyrium maculatum</i> (Jacq.-Fél.) S.T. Blake	Stancik, D. 1032	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	2170	Introducida (Naturalizada)		
<i>Schiniodyrium sanguineum</i> (Reitz.) Alston	Wood, J.R.I. 4424	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Río que	2280-2900	Nativa		
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguéen	Bello, M.A. 286	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Morro Negro	2280	Nativa		
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	Melampy, M. 1131	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, SFF Iguaque	>2200	Nativa		
<i>Sporobolus lasiopithylus</i> Pilg.	Chols, O. 23	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Río que	2280-2900	Nativa		
<i>Steinchisma laxa</i> (Sw.) Zuloaga	Zuloaga, F. 4183	COL	Hierba	Bordes de quebradas	Villa de Leyva	2380	Nativa		
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kunze	Wood, J.R.I. 3892	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla?	2400	Nativa		
<i>Trinachia stipoides</i> (Kunth) Hitchc.	Wood, J.R.I. 4418	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	2500	Nativa		
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	Galvis, M. (FMB37087)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	>2100	Introducida (Naturalizada, Cultivada)		
<i>Zeugites americana</i> Wild.	Wood, J.R.I. 4416	FMB	Hierba	Borde de bosque	SFF Iguaque	2500	Nativa		
<i>Polygonaceae Hoffmanns. & Link</i>									
<i>Monnieria latifolia</i> (Bonpl.) DC.	Melampy, M. 931	FMB	Arbusto	Bosque, bordes de quebradas	SFF Iguaque	2800	Nativa	Tinto chiquito	Medicinal
<i>Monnieria aestuans</i> (L.f.) DC.	Robles, A. 821	FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de caminos y quebradas	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	2139-2903	Nativa		

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Polygonaceae Hoffmanns. & Link									
<i>Polygonum paniculata</i> L..	Castellanos, L. 266	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla	>2200	Nativa		
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meissn.	Mendoza H (FMB80422)	FMB	Bejuco	Zonas abiertas, matorrales Capilla, SFF Iguaque	2300-3400	Nativa			
<i>Persicaria setigera</i> (Kunth) Small	Vergara, L. 75A	FMB	Hierba	Zonas abiertas anegadas Villa de Leyva, La Colorada, SFF Iguaque	>2100	Nativa			
<i>Rumex patientia</i> L..	Rodríguez, G. 957	FMB	Hierba	Zonas abiertas Ritoque	2129	Nativa			
<i>Rumex acetosa</i> L..	Melamny, M. 796	FMB	Hierba	Zonas abiertas SFF Iguaque	>2500	Nativa			
<i>Persicaria nepalensis</i> (Meissn.) H. Gross	Rodríguez, C. 100	FMB	Hierba	Zonas abiertas SFF Iguaque	>2500	Introducida (Naturalizada)			
Portulacaceae Juss.									
<i>Portulaca oleracea</i> L..	Galvis, M. (FMB36301)	FMB	Hierba	Zonas abiertas Villa de Leyva	2130-2400	Introducida (Naturalizada?)			
Primulaceae Batsch ex Borkh.									
<i>Ardisia foetida</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Hernández, J. 1501	FMB	Arbusto	Robledal	SFF Iguaque (Carrizal)	2500	Nativa		
<i>Cyathanthus cuitarcensis</i> Pipoly	Melamny, M. 1108	FMB	Arbusto	?	SFF Iguaque (Carrizal)	>2400	Nativa		
<i>Cyathanthus incoides</i> (Benth.) Agostini	Prieto, A. 1387	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro, Arcabuco	2800-3250	Nativa		
<i>Cyathanthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Prieto, A. 1557	FMB	Arbusto	Bosque, subpáramo	SFF Iguaque	3220	Nativa		
<i>Geissanthus andinus</i> Mez	Melamny, M. 711	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
<i>Myrsinella andina</i> (Mez) Pipoly	Chols, O. 79	FMB	Arbusto	Ritoque, SFF Iguaque	2100-3250	Nativa			
<i>Myrsinella coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Robles, A. 822	FMB	Arbusto, Árbol	Matoriales, robledal, Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2100-3250	Nativa	Cucharo	Restauración	
<i>Myrsinella dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	Melamny, M. 552	FMB	Arbusto, Árbol	Bosque altoandino	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
<i>Myrsinella guianensis</i> (Aubl.) Kunze	Prieto, A. 1313	FMB	Arbusto, Árbol	Matoriales, robledal, Ritoque, Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco, San Pedro de Iguaque	2100-3250	Nativa	Cucharo		
Proteaceae Juss.									
<i>Rourea monosperma</i> (Ruiz & Pav.) L.M. Johnst.	Stancik, D. 1176	FMB	Árbol	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2200-2710	Nativa		
Ranunculaceae Juss.									
<i>Clematis dioica</i> L..	Fernández, J.L. 20034	COL	Liana	Bosque	SFF Iguaque	2700-2900	Nativa		
<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Prieto, A. 1587	FMB	Hierba	Bosque	Morro Negro	3220	Nativa		
Rhamnaceae Juss.									
<i>Rhamnus sphaerocarpa</i> Sw.	Prieto, A. 1690	FMB	Arbusto	Robledal	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2500-3250	Nativa		
Rosaceae Juss.									
<i>Acaena cylindrichistachya</i> Ruiz & Pav.	Melamny, M. 1011	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	>3000	Nativa		
<i>Acaena elongata</i> L..	Rodríguez, C. 82	FMB	Hierba	Zonas abiertas	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Cononeceta panamensis</i> Franch.	Chols, O. 87	FMB	Arbusto	Matarraña	Ritoque	2280-2900	Introducida (Cultivada?)		
<i>Hyperomeles obtriangularis</i> (Pers.) Lindl.	Robles, A. 838	FMB	Arbusto	Bosque, Subpáramo	Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2311-3520	Nativa		
<i>Holodiscus argenteus</i> (L.f.) Maxim.	Casas, A. 95	FMB	Arbusto	Subpáramo	SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2860-3000	Nativa	Restauración	

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.										
Rosaceae Juss.										
<i>Lachemilla fulvescens</i> (L.M. Perry) Rhlhm.	Rodríguez, C. 92	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	?	Nativa		
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	Rodríguez, C. 94	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	?	Nativa		
<i>Polygonis quadrifolia</i> Bitter	Melamphy, M. 1321	FMB	Árbusto	Paramo	SFF Iguaque	>3200	Nativa	Colorado		
<i>Potentilla vesca</i> (L.) Scop.	Rodríguez, C. 65	FMB	Hierba	Bordes de caminos	SFF Iguaque	?	(Naturalizada)	Frutilla	Alimenticio	
<i>Prunus domestica</i> L.	Castellanos, L. 258	FMB	Árbol	Cultivos	Capilla	>2300	Introducida (Cultivada)	Ciruelo	Alimenticio	
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Mendoza, H. 1365	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2513-2910	Nativa			
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Castellanos, L. 24	FMB	Árbol	Cultivos	Capilla	>2300	Introducida (Cultivada)	Durazno	Alimenticio	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Velasquez, M. 13	FMB	Árbol	Cultivos	Capilla	>2300	Introducida (Cultivada)	Cerezo	Alimenticio	
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	González, F. 4013	FMB	Árbusto	Bordes de caminos y bosques, Matorrales	Capilla, SFF Iguaque	2100-2903	Nativa			
<i>Rubus compactus</i> Benth.	Melamphy, M. 436	FMB	Árbusto	Bordes de caminos y bosques, Matorrales	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Rubus gachetensis</i> A. Berger	Rodríguez, C. 146	FMB	Árbusto	Bordes de caminos y Subparamo	SFF Iguaque	>2800	Nativa			
<i>Rubus nubigenus</i> Kunth	Mendoza, H. 1377	FMB	Árbusto	Bordes de caminos y bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2800-2903	Nativa	Morón	Alimenticio	
<i>Rubus robustus</i> C. Presl	Hernández, A. 75	FMB	Árbusto	Bordes de caminos y bosques, Matorrales	Capilla, SFF Iguaque	2557-2903	Nativa	Mora de monte	Alimenticio, Medicinal	
<i>Rubus urticifolius</i> Poir.	Suárez, S. 2085	FMB	Árbusto	Bordes de caminos, Matorrales	Capilla?	2557	Nativa			
Rubiaceae Juss.										
<i>Acytophyllum multicostatum</i> (Wedd.) Standl.	Melamphy, M. 229	FMB	Hierba	Matarrales, Subparamo, Paramo	Villa de Leyva, Río que, La Honda, SFF Iguaque	2385-3200	Nativa			
<i>Acytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schlecht.	Rodríguez, C. 106	FMB	Árbusto, Hierba	Matarrales, Subparamo, Paramo	SFF Iguaque	>2900	Nativa			
<i>Borreria anthospermoides</i> DC.	Mendoza, H. 1236	FMB	Hierba	Zonas abiertas, Matarrales	Villa de Leyva, Río que, Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque	2123-2910	Nativa			
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Stancik, D. 1005	FMB	Hierba	Bordes de caminos	Capilla	2170	Nativa			
<i>Cinchona officinalis</i> L.	Prieto, A. 1615	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa			
* <i>Cinchona pubescens</i> Vahl	Uribe, L. 6097	COL	Árbol	Robledal	Capilla	2700	Nativa			
<i>Coccothyselium lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Robles, A. 801	FMB	Hierba	Bordes de caminos, Matarrales	Villa de Leyva, Llano Blanco, Morro Negro, SFF Iguaque	>2370	Nativa			
<i>Decinearia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kunt	Bello, M.A.- 252	COL	Hierba	Zonas abiertas, Matarrales	Villa de Leyva, Río que	>2100	Nativa			
<i>Eromoea flavicans</i> (Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.) Standl.	Melamphy, M. 1095	FMB	Árbusto	Matarrales	Capilla, SFF Iguaque	2650	Nativa			
<i>Galium canescens</i> Kunth	Bello, M.A. 327	FMB	Bejuco	Matarrales	La Honda, SFF Iguaque	>2123	Nativa			
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	Prieto, A. 1287	FMB	Bejuco	Matarrales, Bosque, Robledal, Subparamo	Capilla, Morro Negro, SFF Iguaque	2370-3250	Nativa			
<i>Galium obovatum</i> Kunth	Stancik, D. 1244	FMB	Bejuco	Robledal	Capilla	2600	Nativa			
* <i>Leidebergia macrocarpa</i> (Vahl) Kloetzsch	Mendoza, H. (FMB8049)	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2650-3400	Nativa			
<i>Lepistigma pilosum</i> (Benth.) Fosberg	Prieto, A. 1411	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2903	Nativa			

Cont. Anexo I. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novák ex Takht.									
Rubiaceae Juss.									
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	Prieto, A. 1289	FMB	Hierba	Bosque, Subparamo	Capilla, SFF Iguaque, Morro Negro	2903-3250	Nativa		
<i>Neoplectania longipediculoides</i> (C.M. Taylor) C.M. Taylor	Prieto, A. 1641	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2650-2700	Nativa		
<i>Paliocourea angustifolia</i> Kunth	Robles, A. 804	FMB	Arbusto	Robledal, Matorrales	Villa de Leyva, Capilla, Liano Blanco, Arcabuco, SFF Iquique	2311-3250	Nativa		
<i>Paliocourea demissa</i> Standl.	Mendoza, H. 1280	FMB	Arbusto	Robledal, Bosque	capilla, SFF Iguaque	2700-2850	Nativa		
<i>Paliocourea paniculata</i> (L. f.) P.L.R. Moraes & C.M. Taylor	Mendoza, H. 1343	FMB	Arbusto	Robledal, Matorrales, Bordes de caminos	Capilla, Liano Blanco, Arcabuco, SFF Iguaque	2370-2973	Nativa		
<i>Paliocourea sulphurea</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Melampy 1001	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	2903-3250	Nativa		
<i>Psychotria amita</i> Standl.	Mendoza, H. 1290	FMB	Arbusto	Robledal, Bosque	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa		
<i>Psychotria buqueronensis</i> Wernham	Mendoza, H. 3948	FMB	Arbusto	Matorrales, Robledal	Villa de Leyva, SFF Iguaque	2500	Nativa		
<i>Rudgea lanifolia</i> Steyermark.	Prieto, A. 1634	FMB	Arbusto	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2700	Nativa		
Rutaceae Juss.									
<i>Ruta graveolens</i> L.	Castellanos, L. 241	FMB	Hierba	Cultivos, jardines	Capilla	2100-2500	Introducida (Cultivada)	Ruda	Cultural
Sabiaceae Blume									
<i>Meliosma andina</i> Cuatrec.	Mendoza, H. 1264	FMB	Árbol	Robledal	Capilla	2600-2800	Nativa		
<i>Meliosma tachirensis</i> Steyermark. & A.H. Gentry	Melampy, M. 1326	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	SFF Iguaque	29110	Nativa		
Salticaceae Mirb.									
<i>Abutila parviflora</i> Ruiz & Pav.	Stancik, D. 1214	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-2900	Nativa		
<i>Xyleoma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	Robles, A. 826	FMB	Árbol, Arbusto	Matorrales, Robledal	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque	2200-2900	Nativa		Restauración
Santalaceae R. Br.									
<i>Antidiaphne viscidula</i> Poepp. & Endl.	Mendoza, H. 1342	FMB	Hemiparásita	Matorrales, Robledal, Bosque	Capilla	2800	Nativa	Matapalo, Injerto	Medicinal
<i>Dendrophthora clavata</i> (Benth.) Urb.	Mendoza, H. ED 001	FMB	Hemiparásita	Matorrales, Robledal	Capilla, Ritoque, La Colorada, SFF Iguaque	2280-3250	Nativa		
<i>Phoradendron nervosum</i> Oliv.	Mendoza, H. 3950	FMB	Hemiparásita	Matorrales, Robledal, Bosque	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque, Liano Blanco	2150-2900	Nativa	Injerto	
Sapindaceae Juss.									
<i>Bililia roacea</i> (Planch. & Linden) C. Ulloa & P. Jorg.	Prieto, A. 1700	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2560-2700	Nativa		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Stancik, D. 993	FMB	Arbusto	Matorrales, Zonas abiertas	Villa de Leyva, La Colorada, Capilla, Liano Blanco, SFF Iguaque	2100-2900	Nativa	Hayuelo	Restauración
<i>Liaunoua nitida</i> Ruiz & Pav.	Chols, O. 11	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Ley, Ritoque, Capilla	2200-2800	Nativa	Indio	Restauración
Smilacaceae Vent.									
<i>Smilax floribunda</i> Desv. ex Ham.	Melampy, 1291	FMB	Liana	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600	Nativa		
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth	Hernández, A. 76	FMB	Liana	Matorrales, Bosque, Robledales	Ritoque, Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2280-2973	Nativa	Zarzaparrilla	Medicinal
Sapotaceae Juss.									
<i>Alonosa meridionalis</i> (L. f.) Kunze	Galvis, M. (FMB 52325)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, La Colorada, Capilla, Liano Blanco, Ritoque, SFF Iguaque	2170-2370	Nativa		
<i>Buddleja americana</i> L.	Rodríguez, G. 897	FMB	Arbusto	Matorrales	Villa de Leyva, La Colorada	2095-2210	Nativa		Restauración

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
<i>Magnoliidae Novák ex Takht.</i>									
<i>Sphenocephaceae T. Bakerv.</i>									
<i>Solanaceae Juss.</i>									
<i>Brugmansia candida</i> Pers.	Melampy, M. 502 (FMB43149)	FMB	Hierba	Zonas abiertas húmedas	SFF Iguaque	>2500	Nativa		
<i>Cestrum biolfolium</i> Kunth	Rodríguez, C. 120	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas y caminos	Capilla, La Colorada, Villa de Leyva	2100-2400	Nativa	Borracho	Medicinal
<i>Cestrum cuneifolium</i> Franchey	Suárez, S. 2113	FMB	Arbusto	Matorrales, robledales, bosque	Villa de Leyva, La Colorada, Capilla, SFF Iguaque	2100-2860	Nativa	Tinto	Restauración, Medicinal
<i>Cestrum humboldtii</i> Franchey	Orozco, C. 3706	FMB	Arbusto, Árbol	Bordes de quebradas, bosque, bordes de quebradas	Capilla, Llano Blanco, SFF Iguaque, Arcabuco	2440-2973	Nativa	Tinto	Restauración, Medicinal
<i>Cestrum tomentosum</i> L. f.	Rodríguez, G. 883	FMB	Arbusto	Bordes de caminitos y quebradas, robledal	SFF Iguaque (Carrial)	3000-3200	Nativa		
<i>Datura stramonium</i> L.	Bello, M.A. 400	FMB	Hierba	Bordes de caminitos zonas secas	Ritoque, Villa de Leyva	2100-2600	Nativa	Juguito	Medicinal
<i>Lychnis acutifolia</i> (Ruiz & Pav.) Bitter	Prieto, A. 1381	FMB	Hierba	Bosque, robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-3250	Nativa		
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	González, F. 3639	FMB	Arbusto	Jardines	Villa de Leyva	2100	Introducida (Cultivada)		Ornamental
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Castellanos, L. 216	FMB	Arbusto	Cultivos	Capilla	>2400	Introducida (Cultivada)		Ornamental
<i>Physalis peruviana</i> L.	Castellanos, L. 2101	FMB	Hierba	Zonas abiertas y bordes de caminos	Capilla	>2400	Nativa	Uchuva	Alimenticio
<i>Sapindus trifolius</i> Miers	Melampy, M. 1029	FMB	Bejucos	Bosque	SFF Iguaque	>2400	Nativa		
<i>Solanum acerifolium</i> Dunal	Bello, M.A. 598	COL	Hierba, Arbuscio	Zonas abiertas	Villa de Leyva	2220	Nativa	Cucubo	
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Bello, M.A. 613	FMB	Hierba	Zonas abiertas, bordes de caminos	Villa de Leyva, Capilla, SFF Iguaque	2100-3000	Nativa	Herbamora	Medicinal
<i>Solanum auroense</i> Dunal	Prieto, A. 1708	FMB	Liana	Bosque, robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2840	Nativa		
<i>Solanum brevifolium</i> Dunal	Melampy, M. 749	COL	Liana	quebradas	SFF Iguaque	2800	Nativa		
<i>Solanum caripense</i> Dunal	Bello, M.A. 326	COL	Hierba bejucosa	Matorrales	Camino a la Honduras, Llano Blanco	2250	Nativa		
<i>Solanum cornifolium</i> Dunal	Orozco, C. 3708	FMB	Arbusto	Bosque, robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa		
<i>Solanum dolichosepalum</i> Bitter	Gálvez, M. (FMB36305)	FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de quebradas	Villa de Leyva, Ritoque	2200	Nativa		Restauración
<i>Solanum luculentum</i> C.V. Morton ex S. Knapp	Prieto, A. 1378	FMB	Liana	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2800-3250	Nativa		
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	Prieto, A. 1723	FMB	Arbusto	Matorrales, bordes de quebradas	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2280-3250	Nativa		Restauración
<i>Solanum quitoense</i> Lam.	Mendoza, H. 1364	FMB	Hierba	Bosque, robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2910	Nativa		
<i>Solanum tridepnum</i> Dunal	González, F. 2588	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas	Villa de Leyva, La Hondura, Capilla, SFF Iguaque	2126-2840	Nativa		Restauración
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Chols, O. 86	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque, Villa de Leyva	2200-2300	Nativa	Tomatillo	Alimenticio
<i>Solanum validinervium</i> Benítez & S. Knapp	Orozco, C. 3687	FMB	Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	>2700	Nativa		
<i>Streptosolen jamesonii</i> (Benth.) Miers	Castellanos, L. 2102	FMB	Hierba	Jardines	Capilla	>2400	Introducida (Cultivada)	Mermelada	Ornamental
<i>Staphyleaceae Martínov</i>									
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G.Don	Farfán, J. 820	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla	2755-2800	Nativa		
<i>Styracaceae DC. & Spreng.</i>	Prieto, A. 1466	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque	2800-2973	Nativa		
<i>Styrax macrophyllus</i> Perkins									

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Magnoliidae Novik ex Takht.										
<i>Symplocaceae Desf.</i>										
<i>Symplocos microcarpa</i> Bonpl.	Mendoza, H. 17598	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	2600-2700	Nativa			
<i>Symplocos</i> aff. <i>venulosa</i> Cuatrec.	Farfán, J. 821	FMB	Árbol	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2650-2700	Nativa			
<i>Thymelaeaceae Juss.</i>										
<i>Daphnopsis caracasana</i> Mesin.	Rodríguez, C. 038	FMB	Árbol, Arbusto	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa	Carne de vaca		
<i>Tropaeolaceae Juss. ex DC.</i>										
<i>Tropaeolum majus</i> L.	Bello, M.A. 382	FMB	Hierba bejucoса	Cultivos	Villa de Leyva	2100	Introducida (Cultivada)	Navos	Alimenticio	
<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pav.	González (2014)		Hierba bejucoса	Cultivos	Capilla	>2300	Nativa?	Navos	Alimenticio	
<i>Urticaceae Juss.</i>										
<i>Phenax laevigatus</i> Wedd.	Galvis, M. (FMBS1191)	FMB	Arbusto	Bordes de quebradas, Bosque	Villa de Leyva (La Colorada)	>2200	Nativa			
<i>Pilea alsinifolia</i> Wedd.	Stancik, D. 1199	FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600-2800	Nativa			
<i>Pilea goudotiana</i> Wedd.	Mendoza, H. 1266	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600-2800	Nativa			
<i>Pilea smithii</i> Killip	Rodríguez, C. 69	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Urtica urens</i> L.	Castellanos, L. 8	FMB	Hierba	Bordes de quebradas, Cultivos	Capilla	>2100	Nativa	Ortiga	Medicinal	
<i>Verbenaceae J. St.-Hil.</i>										
<i>Alloysia citriodora</i> Palau	Castellanos, L. 261	FMB	Arbusto	Huetras	Capilla	>2200	Introducida (Cultivada)	Cidrón	Alimenticio	
<i>Citharexylum sulcatum</i> Moldenke	Prieto, A. 5251	FMB	Arbusto	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2600-2910	Nativa			
<i>Duranta mutisii</i> L.f.	Mendoza, H. 1140	FMB	Arbusto	Matoriales, bordes de caminos	Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, SFF Iguaque	2093-2900	Nativa	Espino garbanzo	Medicinal	
<i>Lantana camara</i> Lindl.	Bello, M.A. 612	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, Matoriales	Villa de Leyva, Ritoque	2120-2220	Nativa	Sanguinaria, Venturosa	Ornamental	
<i>Lantana jucuata</i> Lindl.	Bello, M.A. 434	FMB	Arbusto	Bordes de caminos, Matoriales	Villa de Leyva, Ritoque	2105-2900	Nativa	Priontoalívio	Medicinal	
<i>Lippia hirsuta</i> L.f.	Mendoza, H. 1210	FMB	Arbusto	Matoriales, Bordes de quebradas	Capilla, Ritoque, SFF Iguaque	2202-3220	Nativa		Restauración	
<i>Verbena hispida</i> Ruiz & Pav.	Galvis, M. (FMBS3706)	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva	>2100	Nativa			
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Castellanos, L. 215	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Villa de Leyva, Capilla	2100-2220	Nativa	Verbena	Medicinal	
<i>Violaceae Batsch</i>										
<i>Viola odorata</i> L.	Stancik, D. 1014	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, SFF Iguaque	>2200	Nativa			
<i>Vitaceae Juss.</i>										
<i>Cissus microcarpa</i> Vahl	Mendoza, H. 1311	FMB	Liana	Robledal, Bordes de bosque	Capilla	2600-2800	Nativa			
<i>Winteraceae Br. ex Lindl.</i>										
<i>Drimys granadensis</i> L.f.	Prieto, A. 1556	FMB	Árbol	Bosque, Subpáramo	SFF Iguaque, Morro Negro	2700-3250	Nativa	Canelo		
<i>Xanthorrhoeaceae Dumort.</i>										
<i>Eccremis coarctata</i> (Ruiz & Pav.) Baker	Chols, O. 53	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Ritoque, SFF Iguaque	2280-2900	Nativa			
<i>Zingiberaceae Martínez</i>										
<i>Hebdomolobium coronarium</i> J. Koenig	Perico, D. (FMHB70237)	FMB	Hierba	Bordes de quebradas	Villa de Leyva	2100	Introducida			

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Lugar	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Pinidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.									
<i>Cupressaceae Gray</i>									
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Castellanos, L. 228	FMB	Árbol	Cercas vivas, plantaciones	Villa de Layva, Capilla	>2100	Introducida (Cultivada)	Pino	Maderable
<i>Pinaceae Spreng. ex Rudolphii</i>	Bello, M.A. 321	FMB	Árbol	Cercas vivas, plantaciones	Villa de Layva, Morro Negro	>2100	Introducida (Cultivada)	Pino Pájula	Maderable
<i>Pinus paupera</i> Schidl. & Cham.									
<i>Podocarpaceae Endl.</i>									
* <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	Prieto, A. 1441	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2700-3250	Nativa	Pino colombiano	EN
* <i>Prumnopitys montana</i> (Hubn. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	Prieto, A. 5255	FMB	Árbol	Bosque	Capilla, SFF Iguaque	2800-3250	Nativa	Pino romerón	NT
* <i>Receptiphylum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	Rodríguez, C. 443	FMB	Árbol	Bosque	SFF Iguaque	>2800	Nativa	Pino colombiano	NT
<i>Polygalidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.</i>									
<i>Aspleniacae Newman</i>									
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	Stancik, D. 1228	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Nativa		
<i>Asplenium castaneum</i> Schleid. & Cham.	Stancik, D. 1233	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600-2800	Nativa		
<i>Asplenium flabellatum</i> Kunze	Murillo, J. 2941	COL	Hierba	Biosque	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Asplenium harpeodes</i> Kunze	Melamphy, M. 403	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Mendoza, H. 1361	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2800	Nativa		
<i>Asplenium pinnacorum</i> Sw.	Stancik, D. 1245	FMB	Hierba	Robledal	Ritoque, Capilla, Arcabuco	2200-2600	Nativa		
<i>Asplenium ruizaeum</i> (Willd.) Mett.	Murillo, J. 2942	COL	Hierba	Biosque	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Asplenium serratum</i> Langsd. & Fisch.	Prieto, A. 1761	FMB	Hierba	Robledal	Capilla, SFF Iguaque, Arcabuco	2650-2903	Nativa		
<i>Asplenium sextifolium</i> Desv.	Melamphy, M. 588	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Athyriaceae Alston</i>									
<i>Diplazium striatum</i> (L.) C. Presl	Murillo, J. 2950	COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Blechnaceae Newman</i>									
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	Mendoza, H. 1272	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2800	Nativa		
<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C.V. Morton & Lellinger	Murillo, J. 2970	COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2970	Nativa		
<i>Blechnum leichleri</i> Mett.	Melamphy, M. 604	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Melamphy, M. 29	FMB	Hierba	Robledal, Boredes de quebradas	Villa de Leyva, SFF Iguaque	2280-2700	Nativa		
<i>Culiciteaceae Pic. Sern.</i>									
<i>Culicitea cornifolia</i> (Hook.) Maxon	Prieto, A. 1562	FMB	Trepadora	Bosque	SFF Iguaque, Morro Negro	2700-3220	Nativa		
<i>Cyatheaee Kanff.</i>									
* <i>Cyathea pallens</i> (Sodiro) Domin	Betancur, J. 4069	COL	Arbusto	Robledal, Bosque	SFF Iguaque	2280-2750	Nativa		
<i>Cystopteridaceae Shmakov</i>									
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Stancik, D. 1221	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2600	Nativa		

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Habitat	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Polygalidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.										
Demissadictaceae Losy										
<i>Demissaadia dissecta</i> (Sw.) Moore	Murillo, J. 2949 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			
<i>Histeropteris incisa</i> (Thunb.) Sm.	Melampy, M. 814	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque		?	Nativa		
<i>Hypolepis bogotensis</i> H. Karst.	Melampy, M. 512	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque		?	Nativa		
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Murillo, J. 2960 COL	Hierba	Matarrales, Zonas abiertas	Villa de Leyva, SFF Iguaque		2100-2960	Nativa	Helecho marranero		
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Melampy, M. 11	FMB	Hierba	Matarrales	Capilla, SFF Iguaque		2557	Nativa		
Dicksoniaceae M.R. Schomb.										
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Casas, A. 79 FMB	Arbusto	Robledal	Arcibulco		2800-2973	Nativa			
<i>Lophosoria quadrivalvis</i> (J.F. Gmel.) C. Chr.	Mendoza, H. 1271	FMB	Hierba	Bosque, Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-2800	Nativa			
Dryopteridaceae Herter										
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyb.	Prieto, A. 1606 FMB	Arbusto	Robledal	Capilla, SFF Iguaque		2650-2836	Nativa			
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i> (Willd.) T. Moore	Prieto, A. 1636 FMB	Hierba	Robledal, Bosque	Capilla, SFF Iguaque		2600-3250	Nativa			
<i>Elaphoglossum huascaro</i> (Ruiz) Christ	Murillo, J. 2954 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.	Stanek, D. 1003 FMB	Hierba	Robledal	Capilla		2220	Nativa			
<i>Elaphoglossum leimanthanum</i> Christ	Murillo, J. 2946 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	Murillo, J. 2948 COL	Hierba trepadora	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			
<i>Elaphoglossum minimum</i> (Pohl ex Féée) T. Moore	Murillo, J. 2957 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2750	Nativa			
<i>Megalastrum subincisum</i> (Willd.) A.R.Sm. & R.C. Moran	Melampy, M. 242	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque		?	Nativa		
<i>Polystichum aff. cochlearium</i> (Kloitzsch) Hieron.	Murillo, J. 2955 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2750	Nativa			
<i>Polystichum muricatum</i> (L.) Fée	Melampy, M. 586 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque		?	Nativa			
<i>Polystichum aff. pycneolepis</i> (Kunze ex Klötzsch) T. Moore	Melampy, M. 587 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque		?	Nativa			
Equisetaceae Michx. ex DC.										
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	Mendoza, H. 1238	FMB	Hierba	Zonas húmedas o anegadas	Capilla		2300	Cola de Caballo Medicinal		
<i>Equisetum giganteum</i> L.	Rodríguez, G. 826	FMB	Hierba	Zonas húmedas o anegadas	Villa de Leyva, Sachica	2100	Cola de Caballo			
Gleicheniaceae C. Presl										
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	Mendoza, H. 1175	FMB	Hierba	Matarrales	Villa de Leyva, Ritoque	>2100	Nativa	Helecho marranero		
<i>Sticherus revolutus</i> (Kunth) Ching	Murillo, J. 2959 COL	Hierba	Matarrales	SFF Iguaque		2750	Nativa			
<i>Sticherus rhiginosus</i> (Mett.) Nakai	Murillo, J. 2962 COL	Hierba	Matarrales	SFF Iguaque		2750	Nativa			
Grammitidaceae Newman										
<i>Adansonia calruitia</i> (Willd.) Moguel & M. Kessler	Murillo, J. 2952 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			
Hymenophyllaceae Mart.										
<i>Hymenophyllum acicula</i> Sw.	Murillo, J. 2935 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque		2700	Nativa			

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m.s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
<i>Polyodiidae Cronquist; Takht. & W. Zimm.</i>									
<i>Hyenophyllaceae Mart.</i>									
<i>Hyenophyllum sieberi</i> (C. Presl) Bosch	Murillo, J. 2947 COL Stancik, D. 1183 FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque Capilla	2700 2600	Nativa			
<i>Lycopodiaceae P. Beauv. ex Mirb.</i>									
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Rothm.	Melampy, M. 208 Stancik, D. 980 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque Rupicola en Robledal Capilla	?	Nativa			
<i>Huperzia harveyana</i> (Spring) Trevis.	Chols, O. 8 FMB	Hierba	Matarrales	Ritoque, SFF Iguaque Villa de Leyva, Ritoque, Capilla, La Colorado	2200 2280-2900 2280-2900	Nativa			
<i>Lycopodium clavatum</i> L.									
<i>Lycopodium thoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Robles, A. 844 FMB	Hierba							
<i>Osmundaceae Martinov</i>									
<i>Osmunda regalis</i> L.	Rodríguez, C. FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Polypodiaceae J. Presl & C. Presl</i>									
<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	Melampy, M. 416 Murillo, J. 2961 COL	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Leßlinger	Melampy, M. 440 Murillo, J. 2934 COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2750	Nativa			
<i>Melpomene flabelliformis</i> (Poir.) A.R. Sm. & R.C. Moran	Melampy, M. 4623 Wood, J.R.L. Moran	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran	Casas, A. 1112 FMB Chols, O. 2 FMB	Hierba	Parámo	SFF Iguaque	3400	Nativa			
<i>Melpomene pilosissima</i> (M. Martens & Ealeotti) A.R. Sm. & R.C. Moran	Mendoza, H. 1124 FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2700	Nativa			
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Leßlinger	Murillo, J. 2934 COL Casas, A. 1112 FMB Chols, O. 2 FMB	Hierba	Robledal	Capilla, San Pedro de Iguaque Ritoque	2600-2800 >2700	Nativa			
<i>Niphidium morionianum</i> Leßlinger	Mendoza, H. 1124 FMB	Hierba	Matarrales	Villa de Leyva	2127-2500	Nativa			
<i>Pectuma campynophyllaria</i> (Fée) M.G. Price	Melampy, M. 102 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Pectuma divaricata</i> (E. Fourr.) Mickel & Beitel	Prieto, A. 1436 FMB	Hierba	Bosque	Capilla, SFF Iguaque, San Pedro de Iguaque	2600-2903	Nativa			
<i>Pectuma eurybasis</i> (C. Chr.) M.G. Price	Stáratez, S. 2062 FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2338	Nativa			
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Leßlinger	Chols, O. 85 FMB	Hierba	Matarrales	Ritoque	2280-2900	Nativa			
<i>Physogramma abenza</i> (L.) Proctor	Mendoza, H. 1305 FMB	Hierba	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2230-2700	Nativa			
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Willd.) Kaulf.	Chols, O. 59 FMB	Hierba	Matarrales	Capilla, Ritoque	2105-2700	Nativa			
<i>Pleopeltis thyssanolepis</i> (A. Braun ex Klotszsch) E.G. Andrews & Windham	Murillo, J. 2913 COL	Hierba	Bosque (Rupicola)	SFF Iguaque	2700	Nativa			
<i>Polyodium monosorum</i> Desv.	Murillo, J. 2912 COL	Hierba	Bosque (Rupicola)	SFF Iguaque	2700	Nativa			
<i>Polyodium murorum</i> Hook.	Prieto, A. 1632 FMB Vergara, L. 115 FMB	Hierba	Robledal Matorral	Ritoque, Capilla, Arcabuco, SFF Iguaque Ritoque	2280-2973 2423	Nativa			
<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A.R. Sm.	Jaramillo, R. 3210 COL	Hierba	Bordes de quebradas	Villa de Leyva	2280-2300	Nativa			
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.									
<i>Pteridaceae E.D.M. Kirchn.</i>									
<i>Adiantum lucidum</i> (Cav.) Sw.	Melampy, M. 20 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Adiantum polyplyllum</i> Willd.	Melampy, M. 241 FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa			
<i>Chenianthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	Jaramillo, R. 3210	Hierba							

Cont. Anexo 1. Lista de la flora vascular del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento.

Taxon	Colección de referencia o referencia literatura	Herbario	Hábito	Localidad	Altitud m s.n.m.	Origen	Nombre local	Uso/ Potencial	Grado de amenaza
Polygalidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.									
<i>Pteridaceae E.D.M. Kirchn.</i>									
<i>Chelidonium lindigeri</i> (Cav.) Sw.	Stancik, D. 1022	FMB	Hierba	Robledal	Capilla	2200	Nativa		
<i>Eriocornis flexuosus</i> (Kunth) Copel.	Castellanos, L. 265	FMB	Hierba	Zonas abiertas	Capilla, SFF Iguaque	>2400	Nativa	Brisa	Ornamental
<i>Jamexonia alstonii</i> A.F. Tryon	Stancik, D. 930	FMB	Hierba	Paramo	SFF Iguaque	3620	Nativa		
<i>Mirroredia myriophylla</i> (Desv.) Sm.	Reyes, S. 57	FMB	Hierba	Matorrales	Villa de Leyva	>2105	Nativa		
<i>Pteris exsquirrolii</i> Christ	Murillo, J. 2933	COL	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	2700	Nativa		
<i>Pteris longipinnatifida</i> Lellinger	Hernández, A. 70	FMB	Trepadora	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-2903	Nativa		
<i>Selaginellaceae Willk.</i>									
<i>Selaginella silvestris</i> Aspl.	Rodríguez, C. 447	FMB	Hierba	Bosque	SFF Iguaque	?	Nativa		
<i>Thelypteridaceae Ching ex Pic. Serm.</i>									
<i>Thelypteris pilosula</i> (Klotzsch & H. Karst. ex Mett.) R.M. Tryon	Melampy, M. 580	FMB	Hierba	Robledal	Capilla, SFF Iguaque	2600-2800	Nativa		
<i>Woodsiaceae Herter</i>									
<i>Athyrium dombeyi</i> Desv.	Melampy, M. 582	FMB	Hierba	?	SFF Iguaque	?	Nativa		

Humberto Mendoza-Cifuentes
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt,
Claustro de San Agustín, Villa de Leyva,
Boyacá, Colombia
humendoza@humboldt.org.co

Catálogo de la flora vascular de los Parques Nacionales
de Colombia: Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su
zona de amortiguamiento

Citación del artículo: Mendoza-Cifuentes, H. 2017.
Catálogo de la flora vascular de los Parques Nacionales de
Colombia: Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona
de amortiguamiento. *Biota Colombiana* 18 (1): 105–147 DOI:
10.21068/c2017.v18n01a8

Recibido: 20 de abril de 2016
Aprobado: 15 de marzo de 2017

Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela

Structural changes of mesozooplankton in relation to hydrographic conditions in the Gulf of Cariaco, Venezuela

Brightdoom Márquez-Rojas, Evelyn Zoppi de Roa, Luis Troccoli y Edy Montiel

Resumen

Se realizó el análisis de la variación temporal y espacial del mesozooplancton con respecto a su abundancia y composición, en la zona oriental del Golfo de Cariaco, Venezuela, colectándose muestras mensuales (junio 2009 a mayo 2010) en nueve estaciones distribuidas en tres zonas. Se utilizó una red estándar de plancton de 333 μm . Se midió la temperatura, salinidad, biomasa fitoplanctónica y concentración de nutrientes. La temperatura varió 22,50 – 28,56 °C, la salinidad de 32,54 – 40,21 ups y la biomasa fitoplancótica entre 0,01- 26,49 mg.Clor.a.m⁻³. La concentración de nutrientes fue alta. La salinidad, el silicato y el fosfato fueron las únicas variables que presentaron diferencias estacionales. Con el ACC se corroboró la importancia de estos dos nutrientes en los procesos biogeoquímicos en el golfo. La abundancia varió entre 7 - 4431 ind.m⁻³, esta presentó diferencias temporales y espaciales, hallándose las concentraciones más elevadas en lluvias, en las zonas 1 y 3. Este aumento estuvo relacionado con los aportes de los ríos y las aguas servidas de las poblaciones aledañas, ocasionando una zona de mezcla. Se identificaron 46 especies de copépodos. *Acartia tonsa* fue la más abundante y frecuente. El periodo de lluvias fue el principal factor responsable de las variaciones en la hidrología del golfo, los cuales tienen un efecto directo sobre la abundancia, diversidad y distribución del mesozooplancton.

Palabras claves. Abundancia. Composición. Mesozooplancton. Saco del golfo de Cariaco. Variación.

Abstract

An analysis of the temporal and spatial variation of the mesozooplankton with respect to its abundance and composition was carried out in the eastern zone of the Gulf of Cariaco, Venezuela. Monthly samples were collected (June 2009 to May 2010) from nine stations distributed in three zones. A standard plankton net of 333 μm was used. Temperature, salinity, phytoplankton biomass and nutrient concentration were measured. The temperature varied from 22.50 - 28.56 °C, salinity from 32.54 - 40.21 ups and the phytoplankton biomass between 0.01-26.49 mg.Clor. a.m⁻³. The concentration of nutrients was high. Salinity, silicate and phosphate were the only variables that had seasonal differences. The importance of these two nutrients in biogeochemical processes in the Gulf was corroborated by the ACC. Abundance varied between 7 - 4431 ind.m⁻³, and had temporal and spatial differences, with the highest concentrations during the rainy season, in zones 1 and 3. This increase was related to the contributions of rivers and wastewater from the surrounding villages, causing a mixing zone. 46 species of copepods were identified. *Acartia tonsa* was the most abundant and frequent. The rainy period was the main factor responsible for the variations in the hydrology of the Gulf, and had a direct effect on the abundance, diversity and distribution of mesozooplankton.

Key words. Abundance. Composition. Mesozooplankton. Gulf of Cariaco. Variation.

Introducción

La importancia del mesozooplancton para el funcionamiento del ecosistema, se basa en la posición clave que ocupa en las tramas tróficas pelágicas como nexoentrelosproductoresprimariosylosconsumidores superiores (Mullin 1993). Estos consumidores mayores, que incluyen peces de importancia comercial, no son capaces de depredar en forma eficiente sobre partículas excesivamente pequeñas (nano y microplancton, organismos <200 µm), por lo cual la materia y energía se transfiere desde los productores primarios a través del mesozooplancton. Prácticamente todas las especies de peces tienen un período de alimentación zooplanctófago en etapas tempranas de desarrollo (Kiørboe 1991). Por lo tanto, los trabajos de investigación en este grupo adquieren relevancia debido a su papel en la productividad local, delimitando las rutas de transferencia energética y por ende la producción secundaria potencial de un área (Palomares-García *et al.* 2003, López-Ibarra y Palomares-García 2006, Giraldo y Gutiérrez 2007, Hernández-Trujillo *et al.* 2010, Vieira *et al.* 2015, Dai *et al.* 2016).

Por otra parte, la complejidad estructural y funcional de los ambientes costeros está basada en su heterogeneidad espacial. Los gradientes de salinidad, temperatura, concentración de nutrientes y los patrones internos de circulación, favorecen la elevada producción biológica que suele caracterizar estos ecosistemas (Esteves *et al.* 2008). En ellos la biota presenta variaciones detectables, producto de cambios cíclicos en los factores ambientales como régimen de vientos, pluviosidad y aportes de agua continental, entre otros (Mclusky y Elliot 2004). El zooplancton no es una excepción, sus patrones de variabilidad en composición, distribución y abundancia se establecen en función de su acoplamiento con los procesos físicos a distintas escalas (Marques *et al.* 2006).

La composición y distribución del mesozooplancton presenta variaciones espaciales y temporales que son debidas, entre otros, a factores físicos y químicos, tales como la topografía, la temperatura, la salinidad,

el oxígeno disuelto y a factores biológicos como la disponibilidad de recursos alimentarios, la capacidad reproductiva, la exclusión competitiva y otros. Se reconoce que dichas variaciones son más complejas en las zonas costeras debido al carácter sinérgico de las influencias océano-continentales que allí se presentan (Esteves *et al.* 2008). Otros factores, como la surgencia costera y la influencia del agua dulce, tienen un impacto en la composición y distribución del zooplancton, ampliamente conocidos. Numerosos estudios han abordado el incremento en la abundancia y cambios en la composición del zooplancton en áreas de surgencia costera (Palma y Apablaza 2004, Hernández-Ávila y Gómez-Gaspar 2014). De igual manera, existen varios trabajos, principalmente en la región amazónica brasileña en relación a los efectos de las variaciones en el nivel del agua continental en relación con la época de lluvia y sequía (Cassiano y Rodrigues 2004, Keppler y Hardy 2004, Sartori *et al.* 2009), así como variaciones espaciales y temporales de la composición y biomasa del zooplanctónico en sistemas estuarinos (Baduini 1997, Vásquez-Yeomans *et al.* 2012). Mientras algunos taxones tienden a disminuir, otros tienden a constituirse en oportunistas que incrementan su abundancia durante estos eventos (Lavanegros *et al.* 2002).

En referencia al estudio de la composición del zooplancton, específicamente en el sector oriental (saco) del golfo de Cariaco, se conocen muy pocos trabajos, destacando los de Legaré (1961) y Zoppi (1961) quienes situaron escasas estaciones en el saco o cercanas a él. Esta zona, tiene una marcada influencia de agua dulce, debido a los ríos Carinicuao y Cariaco, los cuales mantienen una comunicación con el golfo, durante algunos meses del año (García y Bonilla 1971), originando así una zona estuarina. Además, hasta esta zona se observa la influencia del fenómeno de surgencia costera estacional, con mayor intensidad durante los primeros meses del año (enero-mayo), con un pequeño foco ocasional en junio o julio (Rueda 2000, Marín *et al.* 2004, Márquez *et al.* 2011, Martínez *et al.* 2011).

Como se mencionó anteriormente, la zona costera oriental de Venezuela, se caracteriza por la influencia de la surgencia costera estacional (Fukuoka 1965, Alvera-Azcarate *et al.* 2009, 2011) y considerando que el golfo de Cariaco está ubicado en la zona de influencia, se plantea la necesidad de estudiar los cambios significativos estructurales del zooplancton desde el punto de vista espacial y estacional. Esto obedece a la influencia de la surgencia costera estacional en las condiciones hidrográficas en el área adyacente y los aportes continentales en el área interna. Por lo que, a partir de muestreos mensuales durante un año, en nueve estaciones agrupadas en tres zonas, abarcando el período de lluvias y sequía, se describen y analizan las fluctuaciones temporales y espaciales del mesozooplancton en función de las condiciones locales.

Material y métodos

Área de estudio

Para la realización de esta investigación se escogió el sector oriental (saco) del golfo de Cariaco, ubicado en la zona oriental de Venezuela (SE Caribe) ($10^{\circ} 26'$ y $10^{\circ} 31'$ N. y $63^{\circ} 38'$ y $63^{\circ} 45'$ W; Figura 1A). Dicha zona cuenta con un aproximado de 9 km de ancho y 17 km de largo. En esta zona se localizan las profundidades menores, las cuales se aproximan a los 40 m. En su extremo este desembocan los ríos Carinicuao y Cariaco y en el sur las quebradas Oricoto y López, conformando los mayores drenajes continentales y probablemente la fuente proveedora de gran parte de los materiales sedimentarios que están depositados en esta zona (Caraballo 1982). Ramírez y Huq (1986) la consideran una zona

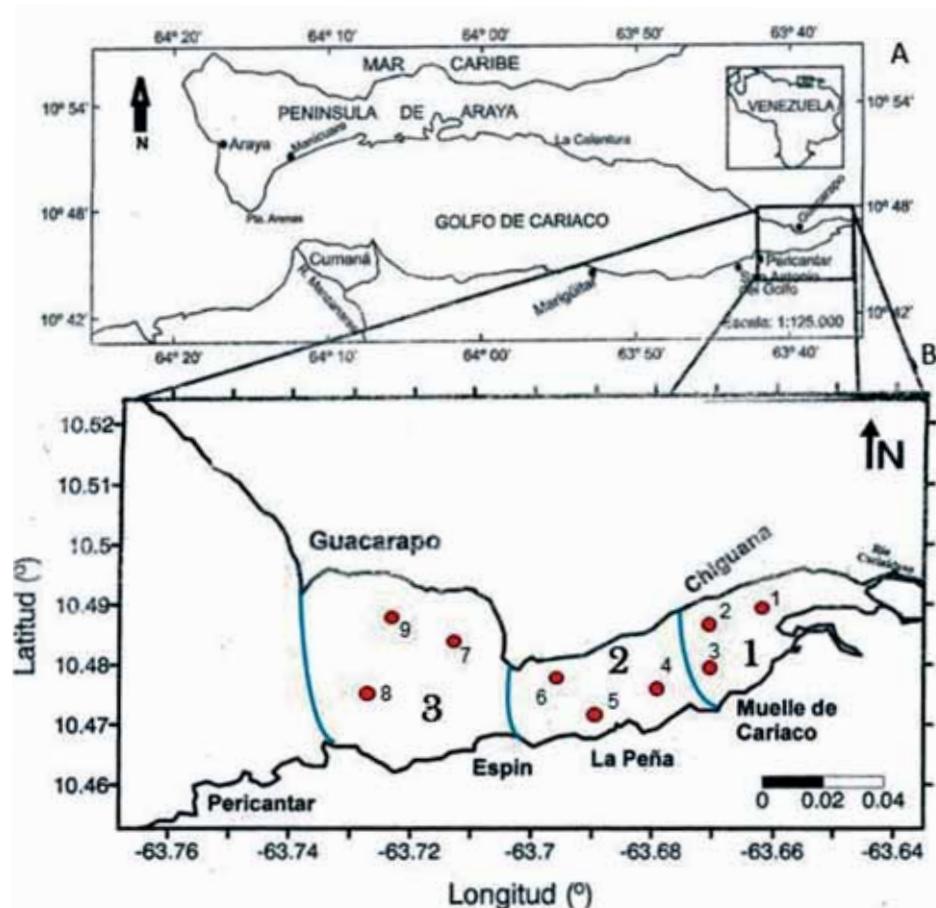


Figura 1. A) Ubicación geográfica del golfo de Cariaco; B) sector oriental o saco del golfo de Cariaco donde se indican las zonas de estudio (1, 2, 3), con sus respectivas estaciones.

estuarina, reportándola como sitio de cría de huevos y larvas de peces. Así mismo, Prieto *et al.* (2003) la reconocen como un sitio adecuado para albergar larvas y juveniles de varias especies de moluscos que cumplen su ciclo de vida en esas áreas. También es importante destacar la presencia de bosques de manglares en esta zona, lo cual incrementa las zonas de refugio y albergue de muchos peces, así como de crustáceos con interés comercial.

Toma y análisis de las muestras

El diseño para tomar las muestras, se realizó por medio de un muestreo por conglomerado bietápico con submuestra (Cochran 1977), el cual consistió en dividir el sector oriental del golfo en tres zonas; dentro de cada zona se escogieron tres estaciones al azar, para un total de 9 muestras por muestreo (Figura 1B). La zona 1 (estaciones 1, 2, y 3) es la más cercana al saco del golfo, con influencia del río Carinicua y Cariaco, con profundidades entre 0 - 9 m. La zona 2, es la intermedia (estaciones 4, 5 y 6), con profundidades entre 3 - 35 m. La zona 3 (estaciones 7, 8 y 9) es la más profunda entre 10-40 m (Figura 1B).

La colecta de las muestras zooplanctónicas se llevó a cabo desde una embarcación tipo peñero, desde junio 2009 hasta mayo 2010, se utilizó una red estándar de plancton de 333 μm de abertura de malla (Boltovskoy 1981), dotada de un flujómetro en la boca de la red para determinar el volumen de agua filtrada. El calado se realizó de manera oblicua, a una velocidad de 2 nudos durante 15 min. No se observó colmatación de las redes en ninguno de los casos.

El material biológico recolectado se vació en envases plásticos previamente identificados y se fijaron con formaldehído al 4 %. Posteriormente en el laboratorio, se procedió a homogenizar cada muestra y se dividió en dos porciones iguales por medio de un separador de Folsom, una porción se utilizó para estudiar la estructura de la comunidad del zooplancton y la otra para la biomasa gravimétrica (peso seco), siguiendo la metodología detallada en Postel *et al.* (2000).

En cada estación se midió la temperatura, la salinidad y el oxígeno superficial por medio de una sonda multiparamétrica (YSI). La transparencia con un disco de Secchi. También, se tomaron muestras de agua superficial para las determinaciones de los nutrientes (nitrato, nitrito, amonio, fosfato y silicato) procesadas de acuerdo a la metodología de Parsons *et al.* (1984). Para estimar la biomasa del fitoplancton, se midió la concentración de Clorofila *a* (Clor. *a*) según el método de Lorenzen (1967) descrito y mejorado por Strickland y Parsons (1972).

También se analizaron las variables climáticas suministradas por el Servicio Meteorológico de la Fuerza Armada Nacional del Aeropuerto Antonio José de Sucre para realizar los cálculos del índice de surgencia (Bowden 1983).

Análisis estadísticos

Como variables independientes se utilizó la localización (zonas) y los períodos estacionales (lluvia y sequía) y las dependientes, los diferentes grupos mesozoopláncticos seleccionados y las variables ambientales. Se utilizó un nivel de significación de $\alpha=0,05$. Se realizó un análisis de datos para la escogencia de las variables “más importantes” o significativas siguiendo criterios de análisis multivariantes: componentes principales y conglomerados (Harman 1967, Anderberg 1973). Con las variables escogidas se aplicó un modelo multifactorial de dos factores: períodos y zonas con dos y tres niveles, respectivamente, con un error tipo I. En los casos donde se hallaron diferencias significativas se probaron las diferencias con la prueba *a posteriori* de diferencias mínimas significativas (DMS o LSD). Cuando algunos de los supuestos del modelo no se cumplía se aplicó la transformación logarítmica (Zar 1999).

La diversidad ecológica fue estimada por el índice de Shannon-Wiener (1949) y la equidad por el índice de Pielou (1977). La riqueza de especies fue asumida como el número de especies reportadas en cada muestra. Para estos análisis se empleó el programa Multivariate Statistic Pack (MVSP).

Resultados

Variables meteorológicas

Precipitación (mm)

Se registraron precipitaciones, durante los primeros cuatro meses del estudio, alcanzando valores promedios entre los 20,12 – 73,51 mm. A partir de octubre fueron escasas las lluvias con medias entre 0,33 - 6,42 mm; sin embargo, en enero se registró un ascenso en los valores, debido a las lluvias acaecidas durante las dos primeras semanas (media: 14,3 mm); posteriormente se registró un ascenso en mayo (media: 48 mm). Para efecto del presente trabajo, los meses con valores > 20 mm indicaron época de lluvia (junio, julio, agosto y septiembre 2009 y mayo 2010), el resto de los meses constituyeron la época de sequía (Figura 2A).

Índice de surgencia (IS) ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot 1000 m$)

En junio y julio, los valores del IS fueron relativamente altos (media: 142,51 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 1000 m$), posteriormente se registró un descenso, para mostrar los valores más bajos de todo el estudio en agosto y septiembre (media: 40,06 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 1000 m$). En octubre y noviembre los vientos registraron valores altos y se mantuvieron por períodos continuos de tiempo generando el fenómeno de surgencia costera, tal y como se observó entre enero y marzo (media: 178,62 $m^3 \cdot s^{-1} \cdot 1000 m$), posteriormente los vientos disminuyeron (Figura 2B).

Variables hidrográficas

Los estadísticos básicos de las variables ambientales estudiadas se presentan en la Tabla 1. En general, todas las variables abióticas presentaron grandes fluctuaciones. Las variables dependientes: salinidad, oxígeno disuelto, fosfato y silicato, resultaron significativamente diferentes al modelo de dos factores (temporal y espacial) con interacciones propuesto en el presente trabajo. Estas variables son las que se describen a continuación.

Salinidad

La salinidad presentó una marcada variabilidad mensual, con diferencias de hasta 6 unidades,

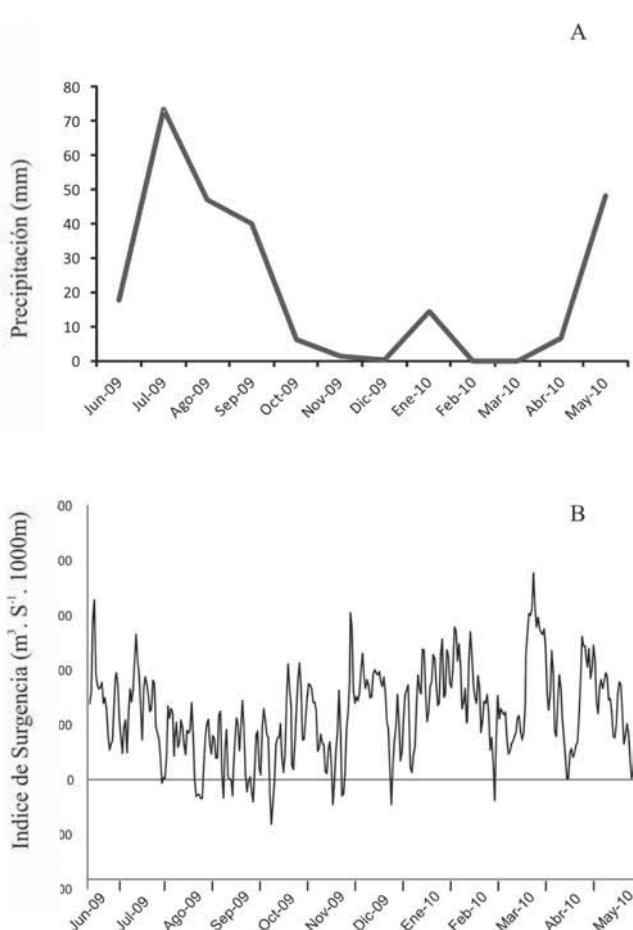


Figura 2. A) Variación temporal de la precipitación (mm); B) índice de surgencia ($m^3 \cdot s^{-1} \cdot 1000 m$) en la zona nororiental de Venezuela, durante abril 2009 y mayo 2010.

con oscilaciones entre 34,00 y 40,21. En junio se detectaron los valores más bajos de todo el estudio, a diferencia de julio, cuando se apreció una gran variabilidad entre las medias de las estaciones, con valores relativamente altos (36,45 – 38,36). A partir de enero se detectó incrementos con los mayores registros (39,21 – 40,27) en mayo (Figura 3A).

La media aritmética de la salinidad reveló diferencias significativas entre las zonas ($F=12,05, p < 0,05$); la prueba *a posteriori* indicó claramente que la zona 3 es marcadamente diferente de las otras dos (Figura 3B). Además se comprobó la existencia de interacciones significativas ($F=4,85; p < 0,05$; Figura 3C), indicando que el factor temporal tiene un comportamiento

Tabla 1. Estadísticos básicos de las variables abióticas medidas en el saco del Golfo de Cariaco, Venezuela, de junio 2009 a mayo 2010.

Variables	n. de casos	Media	D. E.	Coeficiente de variación (%)	Mín.	Máx.
Profundidad (m)	90	13,46	10,6	78,76	1	50,5
Transparencia (m)	90	3,52	1,99	56,56	0,6	9
Temperatura (°C)	108	25,69	1,6	6,23	22,5	28,6
Salinidad (unidades de sal.)	108	36,76	1,8	4,91	32,5	40,2
Concentración O ₂ (ml.L ⁻¹)	108	6,51	2,06	31,64	1,39	10,66
Concent. Nitrato (μmol.L ⁻¹)	107	2,93	2,57	87,63	0,44	9,94
Concent. Nitrito (μmol.L ⁻¹)	107	0,56	0,67	119,3	0	2,8
Concent. Amonio (μmol.L ⁻¹)	107	1,98	1,79	90,47	0,28	9,81
Concent. Fosfato (μmol.L ⁻¹)	107	0,35	0,19	55,36	0,09	1,08
Concent. Silicato(μmol.L ⁻¹)	103	8,55	8,56	103,05	1,82	49,58

diferente de acuerdo a la zona. La interacción es característica para la zona 1 y 2, con clara diferencia entre estas zonas en la época seca. La zona 3 tiene diferencias claras para ambos períodos.

Oxígeno disuelto

Entre junio y septiembre se registraron valores altos (6,84 – 8,70 mlO₂.l⁻¹) de oxígeno disuelto, con marcadas fluctuaciones entre las estaciones. A partir de noviembre los valores de oxígeno disuelto comenzaron a descender; en diciembre se reportó el valor más bajo (2,67 mlO₂.l⁻¹). A partir del año 2010 las concentraciones de oxígeno disuelto aumentaron, hasta alcanzar el valor más alto (8,70 mlO₂.l⁻¹) de todo el estudio en mayo (Figura 3D).

La media aritmética de la concentración de oxígeno disuelto reveló diferencias significativas entre las zonas ($F=3,41$; $p < 0,05$), el contraste entre las zonas reveló que la zona 1 es diferente de la 3 (Figura 3E).

Además se comprobó la existencia de interacciones significativas entre los factores: período y zonas ($F=14,06$; $p < 0,05$; Figura 3F). La concentración de oxígeno disuelto en la zona 1 y 2 siguió el mismo patrón, bajo en sequía y alto en lluvia; mientras que en la estación 3 el comportamiento es contrario.

Silicato (SiO₄)

El silicato presentó una marcada variabilidad entre las estaciones e incluso diferencias muy notables (1,82 y 49,58 μmol.L⁻¹) durante el período de estudio. Durante los primeros cuatro meses las concentraciones de silicatos aumentaron rápidamente, registrándose valores medios que varían de 5,12 a 23,53 μmol.L⁻¹; en septiembre se registró la media más alta. A partir de octubre hasta mayo los valores fueron relativamente bajos con oscilaciones entre 2,93 – 7,04 μmol.L⁻¹ (Figura 3G).

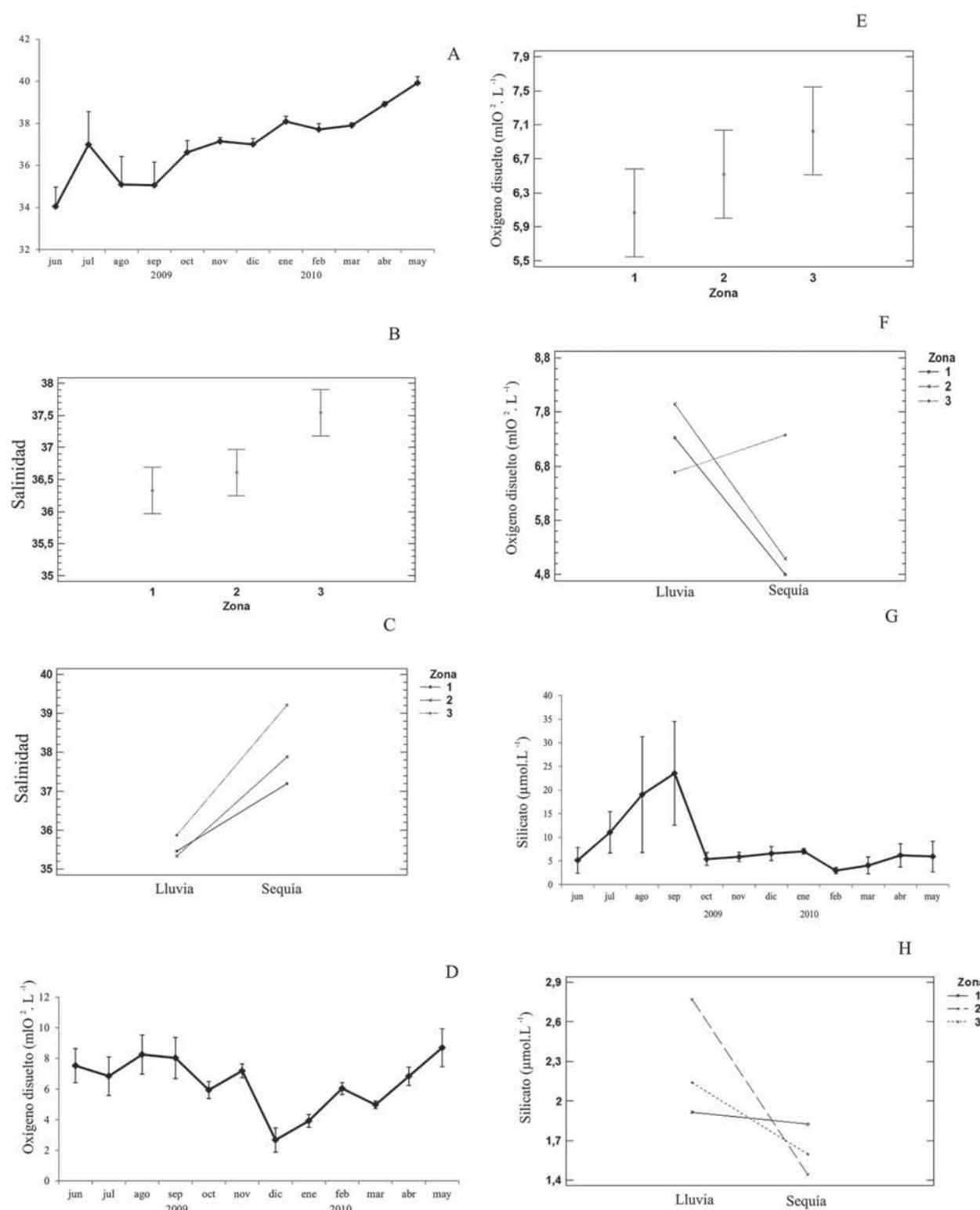


Figura 3. Variación temporal, espacial e interacciones entre los períodos y las zonas de la salinidad (A, B, C), oxígeno disuelto (D, E, F) y los silicatos (G, H) de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco. Medias y 95 % intervalos de confianza.

La media aritmética de la (SiO_4) demostró la existencia de interacciones significativas ($F=12,53; p < 0,05$); esto es indicativo de que el patrón temporal del silicato en el agua tiene un comportamiento distinto de acuerdo a la zonas. En la temporada de lluvias el orden de la diferencia es zona 2 > zona 3 > zona 1, mientras en sequía el orden es diferente, zona 1 > zona 3 > zona 2, notándose una inversión menos marcada (Figura 3H).

Fosfato (PO_4)

La concentración de fosfato presentó una notable fluctuación ($0,09 - 1,08 \mu\text{mol.L}^{-1}$). Durante los tres primeros meses las concentraciones se incrementaron hasta alcanzar valores relativamente altos en agosto (media: $0,56 \mu\text{mol.L}^{-1}$). En septiembre disminuyó marcadamente para aumentar de nuevo progresivamente y alcanzar en diciembre los valores más altos (media: $0,58 \mu\text{mol.L}^{-1}$; Figura 4A).

La concentración de fosfato reveló diferencias significativas entre las zonas ($F=3,41; p < 0,05$). Las pruebas *a posteriori* indicaron la clara diferencia de la zona 3, con concentraciones más bajas (Figura 4B). Se comprobó la existencia de interacciones significativas entre los factores periodo y zonas ($F=14,06; p < 0,05$); las zonas 2 y 3 no tienen ninguna interacción, tienen un patrón similar (altos en lluvia y bajos en sequía), siendo mucho menores los valores en la zona 3, mientras que en las zonas 1 y 2 el patrón es antagonístico, mayor en sequía para la zona 1 y menor para la 2 ocurriendo lo contrario para lluvias (Figura 4C).

Variables bióticas

Concentración de Clorofila a (Clor. *a*) y composición fitoplanctónica

La media aritmética de Clor. *a* no reveló diferencias temporales ni espaciales, así como interacciones significativas. La concentración de Clor. *a* presentó una gran fluctuación entre valores no detectables (ND) y $26,49 \text{ mg Clor. } a \cdot \text{m}^{-3}$. Las concentraciones más altas se midieron al comienzo del estudio, en julio, cuando se detectó la más elevada (media: $17,61 \text{ mg Clor. } a \cdot \text{m}^{-3}$).

Clor. *a.m*⁻³). Durante los meses restantes los valores fueron relativamente bajos, oscilando entre $0,91$ y $5,30 \text{ mg Clor. } a \cdot \text{m}^{-3}$ (Figura 5A).

La composición fitoplanctónica estuvo representada por cuatro grupos, siendo los dinoflagelados el grupo

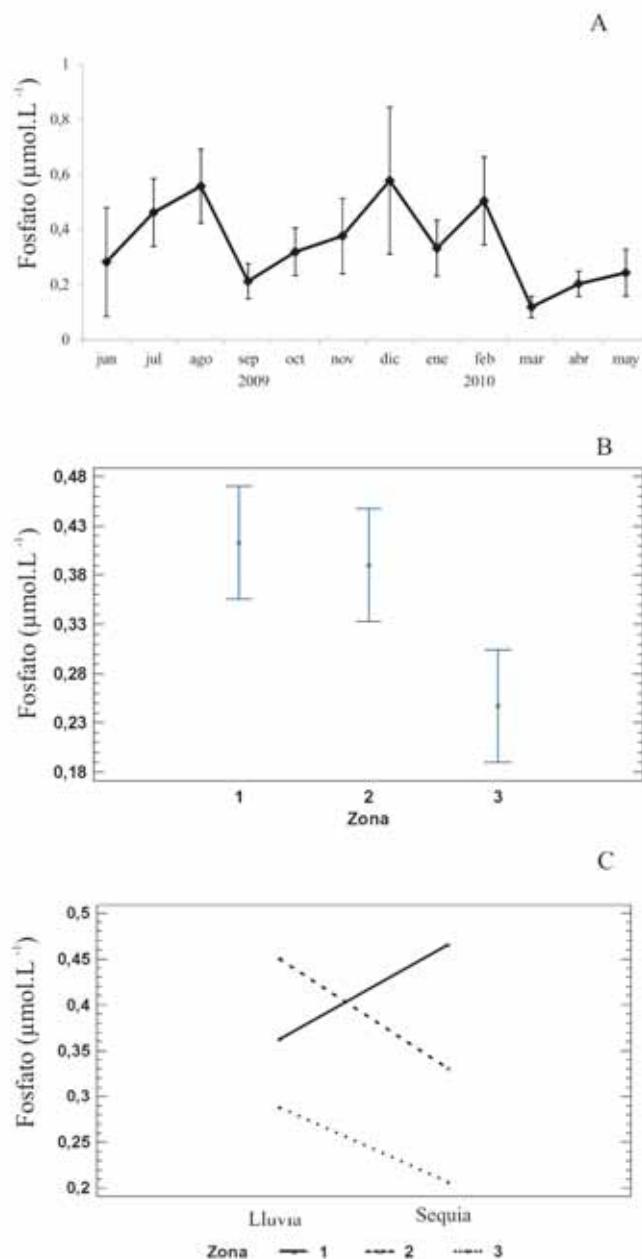


Figura 4. A) Variación temporal, B) espacial y C) interacciones entre los períodos y las zonas de los fosfatos de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco. Medias y 95 % intervalos de confianza.

más abundante ($87,52 - 4543,78 \text{ cel.mL}^{-1}$) y dominante durante todo el estudio, con la mayor abundancia en la época de lluvia; le secundaron las diatomeas ($14,47 - 457,74 \text{ cel.mL}^{-1}$) quienes compartieron el dominio con los dinoflagelados, aunque en bajas abundancias, entre junio y agosto. Los cocolitofóridos fueron el tercer grupo en abundancia ($5,00 - 260,55 \text{ cel.mL}^{-1}$), tuvieron el mismo patrón de abundancia que los dinoflagelados; por último, el grupo “otros” (cianobacterias, clorofitas, criptofitas, euglenofitas y silicoflagelados, entre otros) con bajas abundancias ($< 20 \text{ cel.mL}^{-1}$; Figura 5B).

Biomasa húmeda (mg.m^{-3})

La media aritmética de la biomasa húmeda no reveló diferencias temporales ni espaciales, así como interacciones significativas. En general, en

los primeros seis meses la biomasa húmeda registró valores relativamente altos ($22,40 - 87,69 \text{ mg.m}^{-3}$); en enero se halló el máximo valor (media: $252,30 \text{ mg.m}^{-3}$), posteriormente la biomasa disminuyó considerablemente ($< 45 \text{ mg.m}^{-3}$).

Abundancia total (ind.m^{-3}) y composición del mesozooplancton

La abundancia mesozooplánctica total mostró grandes variaciones temporales. Esta variable presentó la misma distribución temporal que la biomasa gravimétrica. Los primeros cinco meses presentaron fluctuaciones bien marcadas; los valores más elevados se registraron en noviembre (media: 1391 ind.m^{-3}) y enero (media: 1097 ind.m^{-3}), posteriormente se hallaron disminuciones notables a final de la sequía (Figura 6A).

A

La media aritmética de la abundancia mesozooplánctica reveló diferencias significativas entre los períodos ($F=39,81; p < 0,05$); al realizar el contraste entre ellos se encontró que durante el período lluvias se detectaron abundancias mucho más elevadas (Figura 6B). Así mismo, se comprobó la existencia de interacciones significativas ($F=3,72; p < 0,05$); en la zona 2 la abundancia mesozooplánctica es casi constante en los dos períodos, notándose una pequeña disminución en el período de lluvia y un ligero aumento en sequía. Esto es contrario a lo que ocurre en las otras zonas (Figura 6C).

En la tabla 2 se presentan las abundancias acumuladas totales y relativas de los grupos taxonómicos del mesozoopláncton seleccionados en este estudio: copépodos, cladóceros, quetognatos, apendicularios y meroplancton. El meroplancton se representó como un solo grupo, constituido por las diferentes larvas. En la época de sequía se contabilizó un total de 59474 ind.m^{-3} , mientras que en lluvia se encontró un ligero incremento en la abundancia alcanzando un valor de 64776 ind.m^{-3} .

Los copépodos presentaron el mayor número de especies identificadas (46 especies), pertenecientes a cinco órdenes: Calanoida, Poecilostomatoidea, Cyclopoida, Harpacticoida y Siphonostomatoidea.

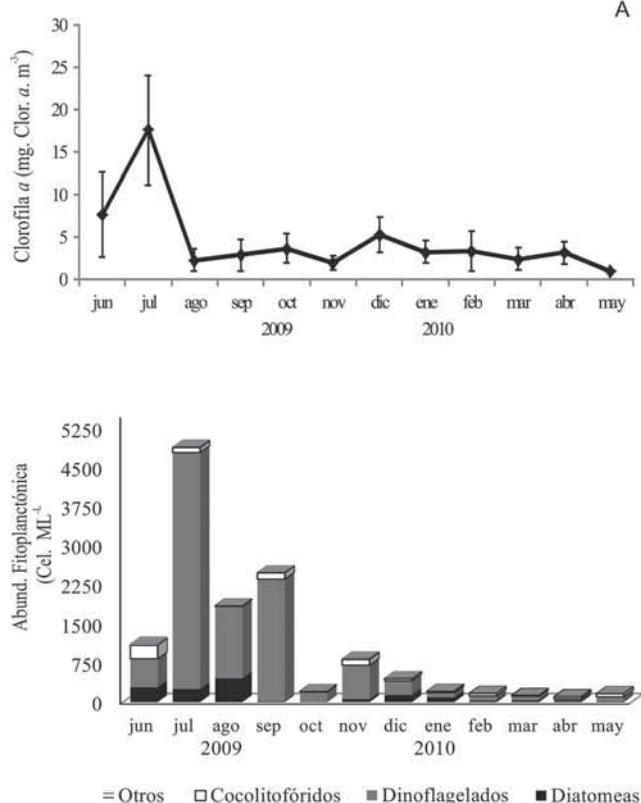


Figura 5. A) Variación temporal de la concentración de Clorofila a (Clor. a m^{-3}); B) abundancia fitoplánctonica (Cel. mL^{-1}) de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco.

Las especies más abundantes fueron *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, *Paracalanus quasimodo*, *P. aculeatus*, *Corycaeus speciosus*, *Subeucalanus subcrassus*, *S. subtenuis*, *Centropages velificatus* y *Oithona plumifera*. El grupo de los cladóceros estuvo representado por cuatro especies, típicas de ambientes marino costeros, *Pseudoevadne tergestina*, *Penilia avirostris*, *Evdane spinifera* y *Pleopis polyphaemoides* y los quetognatos por dos especies, *Parasagitta tenuis* y *Flaccisagitta enflata*. Dentro de los tunicados holoplanctónicos se reportaron tres géneros: *Oikopleura*, *Fritillaria* y *Doliolum*.

Es importante destacar que seis especies fueron comunes y constantes durante los dos períodos, *P. tergestina*, *Acartia tonsa*, *Paracalanus quasimodo*, *Temora turbinata*, *Corycaeus speciosus* y *Oikopleura*

(*Coecaria*) *longicauda*. Las especies frecuentes durante el período de lluvia fueron *Labidocera acutifrons*, *L. scotti*, *L. detruncata*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Saphirella tropica* y *Oncaeae notopus*, mientras que las presentes sólo en época de sequía fueron *Subeucalanus crassus*, *P. cokeri*, *Farranula carinata*, *Fritillaria formica* f. *digitata*.

Dentro del meroplancton se identificaron larvas de bivalvos, de gasterópodos, de poliquetos, de decápodos Brachyura (nauplios, zoeas y megalopas), de cirrípedos (nauplios y cypris) e ictioplancton (huevos y larvas de peces). Es importante destacar que dentro de este grupo, las larvas de decápodos Brachyura e ictioplancton fueron constantes y estuvieron presentes en ambos períodos del estudio.

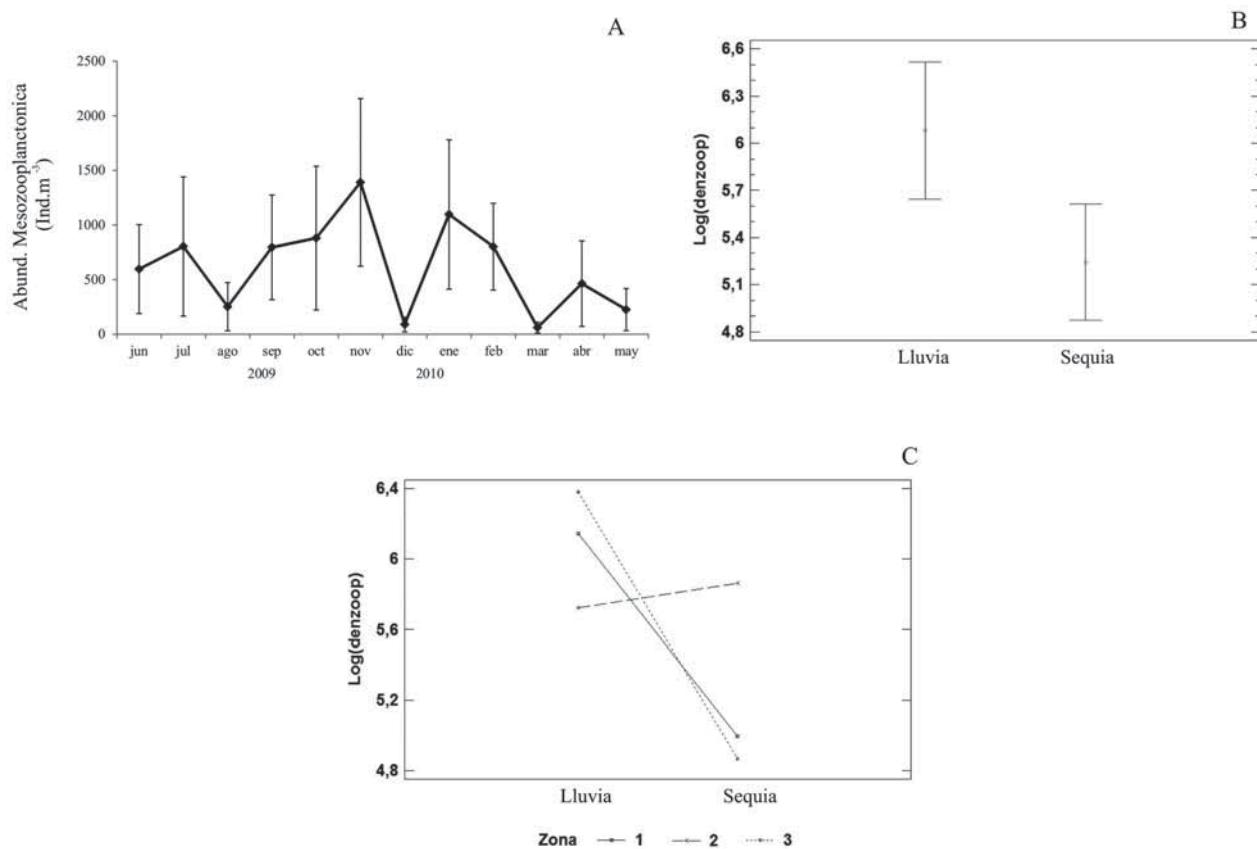


Figura 6. A) Variación temporal, B) espacial y C) interacciones entre los períodos y las zonas de la abundancia mesozooplancónica (ind. m^{-3}) de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco. Medias y 95 % intervalos de confianza.

Las especies *A. tonsa*, *Subeucalanus subcrassus*, *S. subtenuis*, *P. tergestina* y los nauplios de los crustáceos decápodos resultaron significativamente diferentes al modelo de dos factores (temporal y espacial) con interacciones propuesto en el presente trabajo.

Acartia tonsa fue la especie más abundante de todo el estudio; su abundancia fue cinco veces mayor que el resto de las otras especies de copépodos, oscilando

entre 4 y 2160 ind.m⁻³, estuvo presente en todos los meses, con marcadas fluctuaciones en su abundancia, con un valor medio de 404 ind.m⁻³ en la época de lluvia y 292 ind.m⁻³ en sequía (Figura 7A). La abundancia de *A. tonsa* reveló diferencias significativas entre las zonas ($F=3,47$; $p < 0,05$). El contraste entre las zonas reveló que las zonas 1 y 2 son similares, siendo la zona 3 la de mayor abundancia de esta especie (Figura 7B).

Tabla 2. Abundancias totales (ind.m⁻³) y relativas (%) por épocas climáticas de los grupos mesozoopláncticos estudiados en el saco del golfo de Cariaco.

Grupos	Lluvia		Sequía	
	Abundancia (ind.m ⁻³)	%	Abundancia (ind.m ⁻³)	%
HOLOPLANCTON				
Cladóceros	6.541	10,09	8.605	14,47
Copépodos	52.925	81,62	43.658	73,42
Quetognatos	1075	1,66	1899	3,19
Tunicados	710	1,09	951	1,6
MEROPLANCTON				
Larvas de bivalvos	5	0,01	30	0,05
Larvas de gasterópodos	5	0,01	25	0,04
Larva de poliquetos	14	0,02	39	0,07
Larvas de Cirripedia	450	0,69	1369	2,31
Nauplios de Decápodos	1.993	3,06	1602	2,7
Megalopas de Brachyura	95	0,15	76	0,13
Zoeas de Brachyura	231	0,36	199	0,33
Huevos de peces	708	1,09	941	1,59
Larvas de peces	24	0,04	80	0,13
Total (ind.m⁻³)	64.776		59.474	

Las abundancias de *S. subcrassus* y *S. subtenuis* fueron muy similares, oscilando entre 1 – 174 ind.m⁻³, con valores ligeramente mayores en lluvia. Además, se revelaron diferencias significativas entre las zonas ($F=4,53$ y $F= 5,20$; $p < 0,05$, respectivamente), presentando el mismo comportamiento que *A. tonsa* (Figura 7C). También se comprobó la existencia de interacciones significativas entre el período y las zonas en *S. subtenuis* ($F=11,75$; $p < 0,05$), notándose grandes diferencias para la zona 3, pero en sentido inverso a la zona 1 (Figura 7E).

De las cuatro especies identificadas de cladóceros, *P. tergestina* y *P. avirostris* constituyeron el 98,10 % de los cladóceros examinados. De estas, *P. tergestina* fue la más abundante (1 - 278 ind.m⁻³), se encontró en casi todos los meses del estudio. Sus abundancias máximas se hallaron al inicio de lluvia e inicio de sequía, en el resto de los meses éstas fueron escasas y con valores bajos. Se detectaron diferencias significativas entre los períodos ($F=39,81$; $p < 0,05$), encontrando que el período de lluvias tiene abundancias mucho más elevadas (Figura 7F).

La mayor representación porcentual del meropláncton en lluvia, correspondió a las larvas de decápodos Brachyura con 3,57 %, luego el ictiopláncton con un 1,13 %. A diferencia de la época de sequía, la composición porcentual estuvo repartida principalmente en tres grupos, que aportaron más del 7 % de la composición. El ictiopláncton presentó poca variación con respecto al porcentaje de lluvia (1,72 %), sin embargo, las larvas de decápodos Brachyura disminuyeron (3,07 %), mientras que las larvas de cirripedia aumentaron significativamente (2,31 %) con respecto a la época de lluvia. El resto de los componentes con porcentajes menores 1,05 % (Tabla 2).

La mayor abundancia de las larvas de decápodos Brachyura correspondió a los nauplios, que mostraron diferencias significativas entre las zonas ($F=4,11$; $p < 0,05$), indicando que la zona 1 y 2 son diferentes de la 3 donde se registró la mayor abundancia (Figura 7G).

La diversidad, equidad y riqueza se calcularon tomando en cuenta las especies de los cinco grupos

mesozoopláncticos seleccionados. Los valores de diversidad y equidad en sequía (1,36 y 2,85 bits.ind⁻¹ y 0,28 y 0,57, respectivamente) superaron ligeramente a los de lluvia (1,14 y 2,64 bits.ind⁻¹ y 0,23 y 0,47). Sin embargo, la riqueza mostró un comportamiento variable, hallándose en algunos meses de lluvia la mayor cantidad de especies (25 – 55 especies; Figura 8A). Con respecto a las tres zonas de estudio durante las dos épocas climáticas, se observó en lluvia menor diversidad y equidad en las tres zonas, con valores de riqueza muy similares. En cambio en sequía, la diversidad, equidad y riqueza de especies fue superior en la zona 3; zona 1 y 2 presentaron valores muy similares de diversidad y equidad, sin embargo, la primera zona presentó menor riqueza (Figura 8B).

El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) entre las asociaciones de las especies mesozoopláncticos y las variables ambientales significativamente diferentes en el saco del golfo de Cariaco, durante el período de lluvias, reveló un 76,31 % de la variación acumulada en los dos primeros componentes, además de una correlación especie-ambiente (r) mayor a 0,60 % (Tabla 3). Las variables continuas que presentaron mayor asociación con la distribución de las especies mesozoopláncticas en el período de lluvia en el primer eje fueron: la salinidad del agua y el fosfato, asociado positivamente con *Acartia tonsa* (*A.tonsa*), e inversamente con el cladócero *Pseudoevadne tergestina* (*Cl.evadne*). En el segundo eje la influencia continental se evidenció por la asociación de los silicatos (SiO_4) con las especies *Subeucalanus subcrassus* (*S.subcra*), *S. subtenuis* (*S.subte*) y los nauplios de decápodos (*Naudeca*) (Figura 9A).

Durante el período de sequía, el ACC reveló un 72,24 % de la variación acumulada en los dos primeros componentes, además de una correlación especie-ambiente (r) mayor a 0,70 % en el primer eje (Tabla 3). Las variables continuas que presentaron mayor asociación con la distribución de las especies mesozoopláncticas en el primer eje fueron el silicato (SiO_4) y el oxígeno disuelto (O_2) asociado positivamente con *Acartia tonsa* (*A.tonsa*), densidad total (denzoop) y los nauplios de decápodos (*Naudeca*). En el segundo eje estaría solo el copépodo *Centropages velifatus* (*C.velifi*) (Figura 9B).

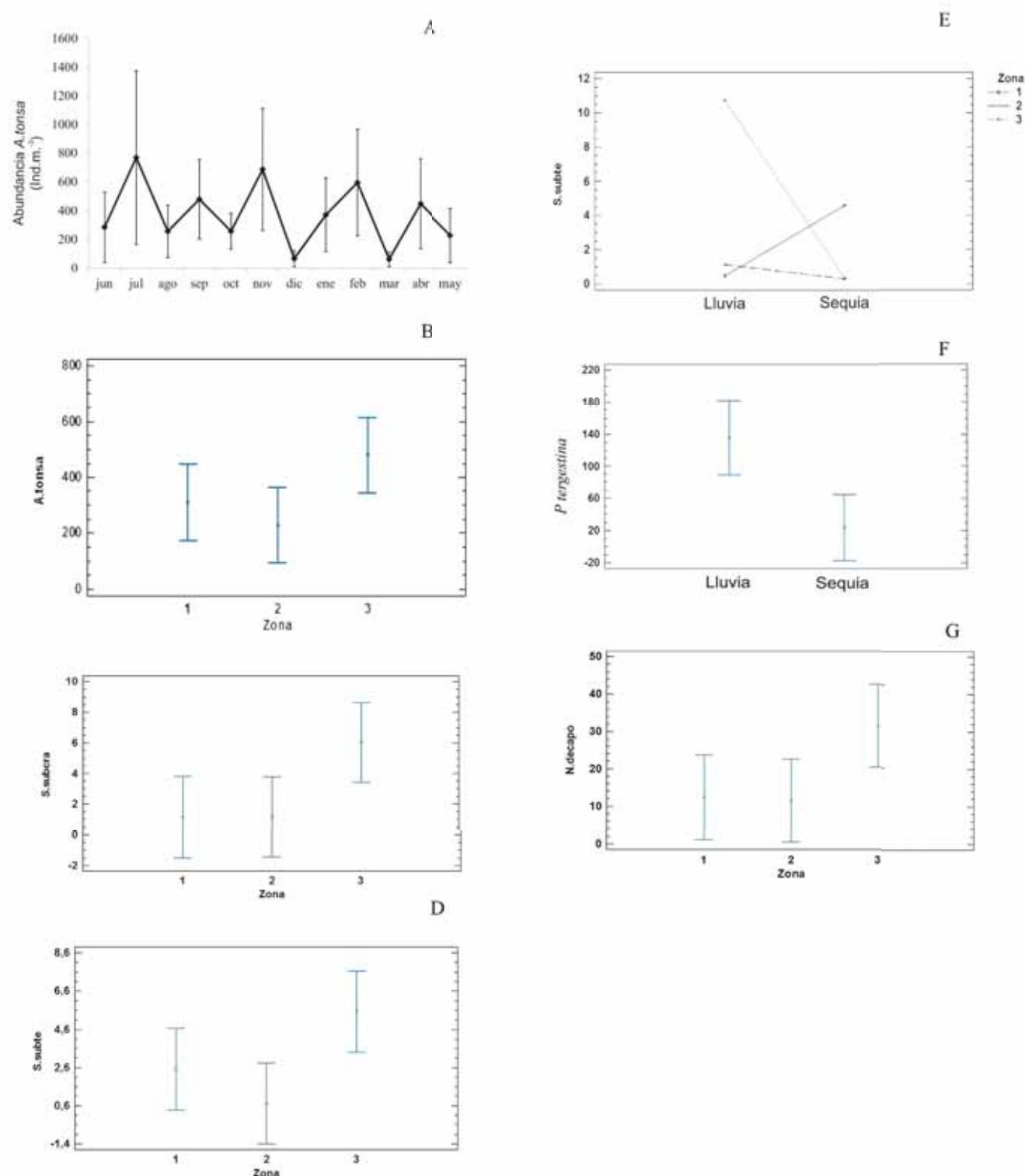


Figura 7. A y B) Variación temporal y espacial de la abundancia de *A. tonsa*; C, F y G) variación espacial de la abundancia de *S. subcrassus*, *P. tesgestina* y Nauplios de decápodos; D y E) variación espacial e interacciones entre los períodos y las zonas de la abundancia de *S. subtenuis* de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco. Medias y 95 % intervalos de confianza.

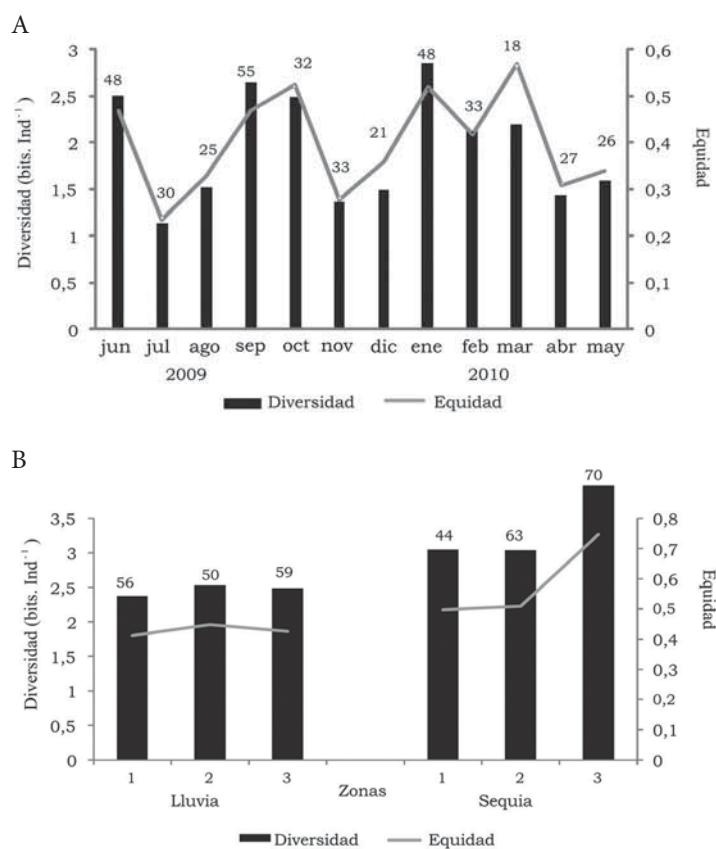


Figura 8. A) Variación temporal y B) espacial de la diversidad, equidad y riqueza de especies de junio 2009 a mayo 2010, en el saco del golfo de Cariaco.

Tabla 3. Resultados del Análisis de Correspondencia canónica (ACC) de las especies mesozoopláncticos y las variables ambientales significativamente diferentes en el saco del golfo de Cariaco.

Época de lluvia	Eje 1	Eje 2
Autovalores	0,06	0,02
Porcentaje	22,04	27,62
Porcentaje de varianza acumulado	50,7	76,31
Correlación especie-ambiente (r)	0,66	0,62

Época de sequía	Eje 1	Eje 2
Autovalores	0,03	0,005
Porcentaje	9,67	11,23
Porcentaje de varianza acumulado	62,63	72,24
Correlación especie-ambiente (r)	0,71	0,5

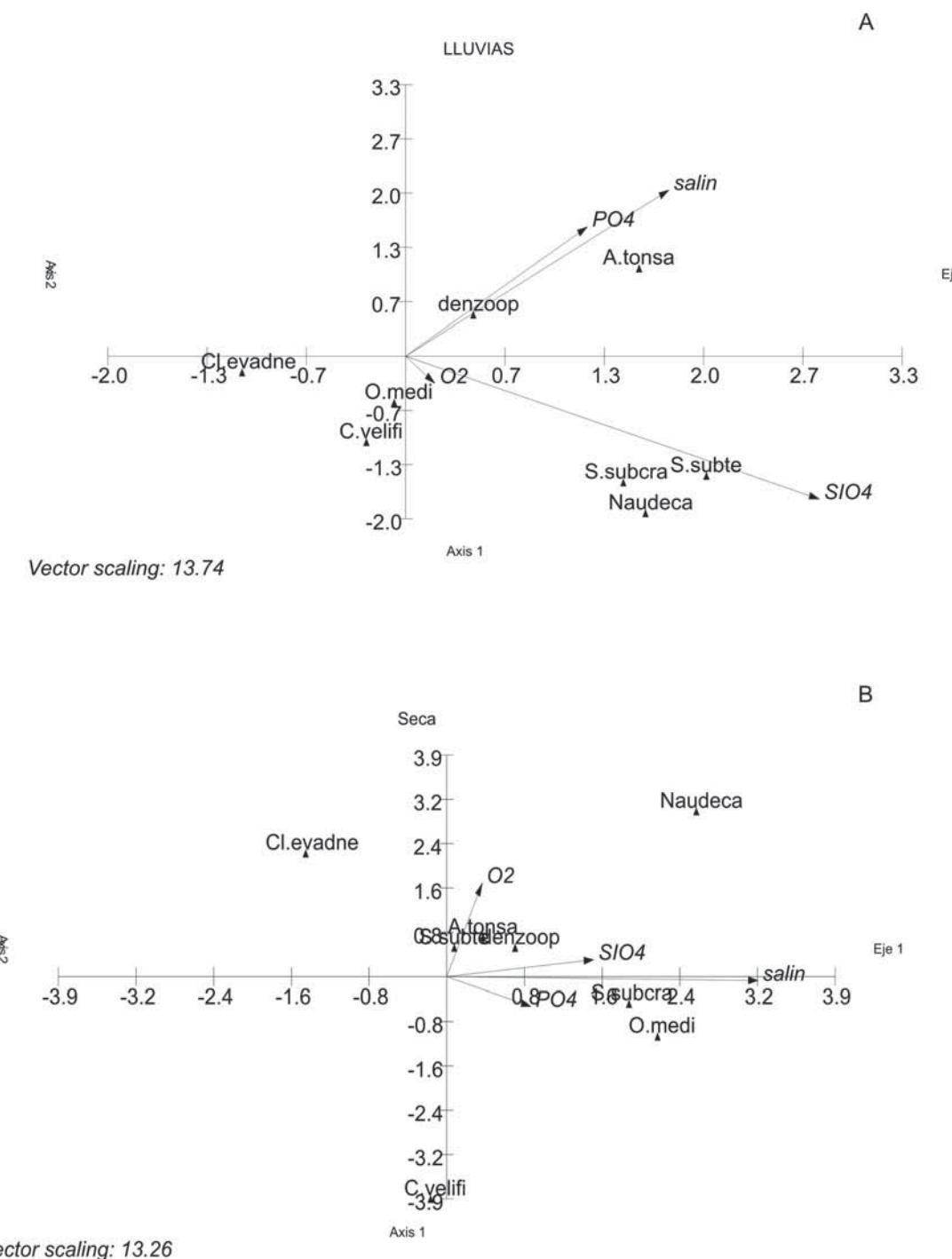


Figura 9. Proyección ortogonal de la correspondencia canónica entre las especies mesozooplanctónicas y las variables ambientales significativamente diferentes en el saco del golfo de Cariaco, A) durante el período de lluvias y B) sequía. Especies: *Acartia tonsa* (A.tonsa), *Subeucalanus subcrassus* (S.subcra), *S. subtenuis* (S.subte), nauplios de decápodos (Naudeca), *Pseudoevadne tergestina* (Cl.evadne).

Discusión

Las diferencias hidrológicas observadas en el saco del golfo de Cariaco revelaron una variación espacial y temporal que según Simpson y Griffiths (1967), Okuda *et al.* (1978), Márquez *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2011), son el resultado de la asociación entre la intensidad y frecuencia de varios factores como la fuerza y dirección de los vientos, la surgencia costera, las precipitaciones, los aportes dulceacuícolas de los principales ríos de la región, así como de las aguas servidas de las poblaciones costeras de ese cuerpo de agua.

La abundancia mesozooplánctica estuvo relacionada con los gradientes de las variables medidas y con los cambios temporales del medio hidrológico. Las variaciones temporales y espaciales de la salinidad, se debieron principalmente a las precipitaciones, entre junio y octubre 2010. Estas incrementan los caudales de los ríos, especialmente Carinicuao y Cariaco, reflejando una disminución de la salinidad, en la época de lluvia. Esto fue corroborado con la marcada fluctuación que presentó esta variable, indicando que el patrón temporal por época es diferente de acuerdo a la zona. Estas diferencias entre las épocas fueron de hasta seis unidades, con los valores más bajos en la época de lluvia y en la zona 1; esta zona se ve afectada directamente por la descarga fluvial. No obstante, la zona 3, por ser la más alejada de la desembocadura, siempre presentó las salinidades más elevadas, sobre todo en sequía.

La variación temporal de la salinidad en el saco del golfo coincidió con lo mencionado por Simpson y Griffiths (1967) y Okuda *et al.* (1978) para el golfo de Cariaco y más recientemente con Márquez *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2011), quienes realizaron un estudio físico-químico de las aguas en el sector oriental del golfo. La variación espacial coincidió en parte con lo reportado por estos últimos autores, ya que los valores de ellos fueron más bajos (hasta 15 unidades) que los encontrados en este estudio, en particular en la zona 1, donde registraron las salinidades más bajas, aduciéndolo a la influencia de los ríos Carinicuao y Cariaco.

De acuerdo con Hutchinson (1978), Mann y Lazier (2013) y Hendriks *et al.* (2014), el oxígeno como el dióxido de carbono son gases que a diferencia de otros se ven influenciados por la actividad biológica, de manera que su dinámica depende en gran medida de las comunidades presentes. Lo anterior hace importante su determinación en un ecosistema con particularidades físicas, químicas y biológicas cuando está bajo la influencia de surgencia costera (Okuda *et al.* 1978). Estos autores indicaron que las concentraciones bajas de oxígeno suelen estar asociadas a degradación intensa de materia orgánica.

En general, los niveles de oxígeno disuelto permanecieron altos, siendo la concentración promedio obtenida, muy parecida a la registrada por Martínez *et al.* (2011). En atención a lo anterior, puede inferirse que la cantidad de oxígeno en la época de menor intensidad de los vientos (época de lluvia) en la zonas 1 y 2, corresponde a las condiciones típicas del período de estratificación o estancamiento, caracterizada por aguas con temperaturas cálidas, con baja salinidad y alto contenido de oxígeno (Okuda *et al.* 1978, Márquez *et al.* 2011, Martínez *et al.* 2011). No obstante, los valores altos en sequía en la zona 3, pudieran estar asociados con procesos de intercambio atmosfera- océano, debido a la mayor intensidad de los vientos para ese lapso, ya que no se observó asociación con la intensidad de la actividad fotosintética, cuantificada esta última a través de las concentraciones de clorofila *a*.

En cuanto a los fosfatos, se encontró que la concentración promedio fue similar a la indicada por Okuda *et al.* (1978), y de forma consistente con dicho estudio, los niveles de este nutriente son mayores en la zona 1, durante la época de sequía. Así mismo, coincide con Kato (1961), quien afirmó que la zona este del golfo de Cariaco posee concentraciones de fosfatos elevados y que tiene sedimentos plenos de materia orgánica los cuales son el origen de enriquecimiento de todo el golfo. Los valores muy altos reportados por Márquez *et al.* (2011) y los similares de Martínez *et al.* (2011) en el

sector oriental del golfo, con los de este trabajo, según Okuda *et al.* (1978) son difíciles de comprender. Este último autor mencionó que es difícil explicar las variaciones horizontales, ya que la estacionalidad en la disponibilidad del fosfato de las aguas superficiales está gobernada por la surgencia costera, las lluvias y la descarga fluvial hacia el mar, durante la cual las rocas sufren procesos erosivos que liberan los iones fosfato al agua (Riley y Chester 1989, Arévalo-Martínez y Franco-Herrera 2008), así como por la oxigenación de las aguas, ya que las precipitaciones introducen agitación y al disminuir las concentraciones de oxígeno disuelto, el fosfato pasa a su forma reducida soluble en agua (Laiolo *et al.* 2014). Adicionalmente debe considerarse la importancia de los aportes continentales de fósforo que provienen de fertilizantes y detergentes descargados desde cultivos o como aguas servidas (Franco-Herrera 2001). Posiblemente, todo esto en conjunto afecta la dinámica del fósforo, corroborado con los altos valores obtenidos en el período de lluvia y su asociación positiva con *A. tonsa*, indicando a este nutriente como uno de los más importantes en los procesos biogeoquímicos en la zona de estudio.

Las concentraciones elevadas de silicato en la época de lluvia, confirman la naturaleza terrígena de este nutriente, debido a las lluvias y el drenaje terrestre, principalmente en las zonas 2 y 3, a diferencia de la época de sequía donde ocurrió lo contrario. Así mismo, las diferencias temporales del silicato confirman la relación de esta variable con la cantidad de agua de escorrentía, más que por la asimilación de este nutriente por parte de los organismos fitoplanctónicos, debido a que las diatomeas fueron escasas. En los lugares donde este nutriente fue abundante, este grupo fitoplanctónico fue dominante, ya que es capaz de asimilar los nutrientes más rápidamente que cualquier otro grupo de algas pelágicas (Libes 1992). El ACC corrobora la importancia de esta variable en la zona de estudio, junto con el gráfico de interacción, indicando una variación temporal influenciada por las zonas.

En el presente estudio, a pesar que no se detectaron diferencias temporales de la clorofila *a* y la abun-

dancia fitoplanctónica, fue mayor en la época de lluvias; esto coincidió con lo mencionado con Ferraz-Reyes *et al.* (1987) en la laguna Grande del Obispo y Marín *et al.* (2004) en la ensenada de Turpialito, donde demostraron la influencia de las aguas de escorrentía con un aumento de nutrientes, seguido de la proliferación del fitoplancton. La composición florística en el saco del golfo de Cariaco, estuvo caracterizada en ambos períodos por los dinoflagelados, representando casi el 50 % del total de los grupos identificados, siendo las especies más abundantes: *Prorocentrum mexicanum*, *P. minimum*, *P. compressum*. No obstante, los valores de abundancia fitoplanctónica fueron inferiores a los señalados por Ferraz-Reyes (1987) y La Barbera-Sánchez *et al.* (1999) para el mismo golfo; estas diferencias pueden ser atribuidas a la sucesión del fitoplancton, donde la composición florística fue dominada por las diatomeas, seguida de los dinoflagelados. Al contrario, en el saco del golfo, la dominancia correspondió a los dinoflagelados, la cual está condicionada a los valores altos de fosfatos provenientes de los aportes de los ríos, de las aguas servidas de la zona, así como de las aguas tranquilas. El crecimiento de las diatomeas está limitado por la perturbación inducida por los aportes del río y las partículas en suspensión, que no permiten la penetración de la luz. No obstante, es importante mencionar que las diatomeas son abundantes en casi todos los cuerpos de agua costera. Por otra parte, la elevada temperatura promueve el crecimiento de dinoflagelados, unido a concentraciones elevadas de nutrientes (Klais *et al.* 2011, Xie *et al.* 2015). Dicha condición es consistente con los hallazgos de Klais *et al.* (2011), quienes indicaron que la competencia entre las diatomeas y los dinoflagelados se pueden interpretar como una selección de estrategias planctónicas, *r* vs *K*. Las diatomeas pequeñas de rápido crecimiento prosperan en condiciones inestables de turbulencia (que corresponde a la estrategia *r* clásica), mientras el crecimiento lento de los dinoflagelados grandes y móviles parecen requerir un hábitat específico para la formación de “bloom”, lo que les permite adquirir una ventaja competitiva a través de la construcción de una ventaja inicial con biomassas superiores (estrategia *K*).

La biomasa zooplanctónica no evidenció diferencias temporales ni espaciales significativas, a diferencia de la abundancia mesozooplantónica; sin embargo, los valores mayores para ambas variables se registraron en la época de lluvias. Las variaciones temporales y espaciales de la abundancia en la época de lluvia en las zonas 1 y 3, estuvieron relacionadas con los aportes de agua de los ríos y las aguas servidas de las poblaciones aledañas, ocasionando una zona de mezcla con especies estuarinas (*A. tonsa*, *Pseudodiaptomus marshi*) y marinas (*P. quasimodo*, *P. aculeatus*, *C. speciosus*, *S. subcrassus*, *S. subtenius* y las dos especies de quetognatos) propias del golfo. No obstante, estos efectos son bien conocidos y señalados para el zooplancton. Los cambios cíclicos de las condiciones ambientales, temporales y espaciales, como resultado de la influencia de las mareas, corrientes, la escorrentía de agua continental, los procesos atmosféricos y las actividades humanas traen consigo cambios tanto en la abundancia como en la biomasa y en la composición de especies (Elliott y Mcclusky 2002), así como por los nutrientes que aporten los ecosistemas adyacentes (Malone *et al.* 1996).

Resultados similares han sido registrados en sistemas estuarinos tropicales, indicando densidades altas durante la temporada de lluvia, como por ejemplo Sterza y Fernandes (2006) en la Bahía Vitoria, Garboza da Costa *et al.* (2008) y Da Costa *et al.* (2011) en el estuario Taperaçu y Caeté, respectivamente, todos en Brasil. No obstante, el período de lluvia influye, no sólo en la abundancia del mesozooplancton, sino también en el número de especies y diversidad (Da Costa *et al.* 2011); así mismo, se ha indicado que estas variaciones en la diversidad influenciados por las fluctuaciones en los niveles de salinidad y en la densidad de los taxones dominantes, es un patrón observado en otros sistemas estuarinos (Neumann-Leitão *et al.* 2008, Primo *et al.* 2009). Todo lo antes expuesto, confirma la diversidad baja en el saco del golfo durante el período de lluvia, en las tres zonas; esto puede ser debido a la capacidad halotolerante de *A. tonsa*. Por otra parte, Froneman (2004), Lam-Hoai *et al.* (2006), Li *et al.* (2006), Primo *et al.* (2009) y Campbell y Kirchman (2012) han encontrado

diversidad alta en la boca de los estuarios; esto coincide con la diversidad y riqueza alta registrada en lluvia en la zona 3, indicando posiblemente que el saco se comporta como una zona estuarina, conformando una comunidad mixta, donde hay intercambio entre las especies oportunistas estuarinas y el zooplancton costero.

La alta variabilidad de las condiciones físico-químicas en los estuarios requiere que las especies tengan una mayor tolerancia al estrés, lo que resulta en comunidades ecológicas menos diversas que en los ecosistemas acuáticos adyacentes (ríos y mar) (Elliott y Whitfield 2011). En cuanto al comportamiento biológico, el zooplancton en los estuarios o zonas estuarinas podrían incluir más estrategas r (ciclo de vida corto, alta rotación, cuerpo pequeño, colonizadores rápidos) que estrategas K (Jerling y Wooldridge 1991) y ser más generalistas que especialistas en términos de tolerancias fisiológicas y estrategias de alimentación (Elliott y Whitfield 2011). Sin embargo, todas las especies no presentan exactamente las mismas estrategias de vida que podría explicar el patrón observado. Estudios anteriores demostraron que la alta variabilidad ambiental permite a muchas especies coexistir, explicando la llamada “paradoja del plancton” (Scheffer *et al.* 2003). Por ejemplo, los copépodos típicamente estuarinos, *A. tonsa* y *T. turbinata* son conocidos por ser especies eurihalinos (Paffenhöfer 1991, Ara 2002, Hwang *et al.* 2004), incluso la primera tiene un amplio rango de tolerancia (Paffenhöfer 1991, Martínez-Barragán *et al.* 2009). Sin embargo, el copépodo *T. turbinata* se califica como estratega K (Cheng-Han *et al.* 2010), mientras que los copépodos *Acartia* spp. son considerados como estrategas r (Hirche 1992). En tanto que *A. tonsa* tiene un espectro más amplio de alimentos con una mayor capacidad de seleccionar su presa entre la materia inorgánica, incluso debido a su capacidad omnívora, le permite ingerir grandes células de fitoplancton (que son comunes en medios con influencia de aguas continentales) y controlar a sus competidores potenciales depredando a sus nauplios y copepoditos (Paffenhöfer 1991) en contraste con *T. turbinata*. Esta estrategia de alimentación de *A. tonsa* es una ventaja en el saco del golfo de Cariaco,

debido a la influencia de las aguas continentales, es una zona con alta turbidez, alto contenido de materia en suspensión, concentraciones altas de nutrientes principalmente de origen terrestre (Márquez *et al.* 2011, Martínez *et al.* 2011). La coexistencia de ambas especies en el mismo sistema podría por lo tanto ser explicado por dos segregaciones espaciales y temporales causadas por ambas las diferencias en las estrategias reproductivas y la dieta (Chaalali *et al.* 2013, David *et al.* 2016).

La composición porcentual del mesozoopláncton dominada por los copépodos en ambos períodos coincide con lo reportado, como el grupo más relevante del zooplancton por lo general, representado por el 60 y 95 % de la biomasa y densidad total (Suárez-Morales 1994, Escamilla-Sánchez y Suárez-Morales 2001, Álvarez-Cadena *et al.* 2007). La presencia y abundancia de *A. tonsa*, *T. turbinata* y *P. quasimodo* coincide con los antecedentes sobre la fauna de copépodos dominantes en la zona NE de Venezuela, aguas de Margarita (Laguna de la Restinga), fosa de Cariaco y golfo de Cariaco (Legaré 1961, 1964, Zoppi 1961, Infante y Urosa 1986), así como del Mar Caribe y Caribe suroriental (Michel y Foyo 1976, Infante y Urosa 1986) y sur del Golfo de México (Björnberg 1981; Campos-Hernández y Suárez-Morales 1994; Suárez-Morales 1994). Por su parte, *A. tonsa* ha sido reportada como una especie que presenta un amplio ámbito de tolerancia de salinidad y temperaturas. El ACC demostró que esta especie no se relaciona con la salinidad, lo cual corrobora la tolerancia estuarina, sugerida por varios investigadores (Ordóñez-López y Ornelas-Roa 2003, Martínez-Barragán *et al.* 2009). De igual manera, ha sido registrada con gran éxito en medios con altos contenidos de material vegetal debido a su capacidad omnívora, la cual permite ingerir grandes células de fitopláncton (que son comunes en medios con influencia de aguas continentales) y controlar a sus competidores potenciales depredando a sus nauplios y copepoditos (Paffenhöfer 1991).

La abundancia mayor de las larvas meropláncticas, especialmente los nauplios de decápodos en la zona 3, zona de carácter menos estuarino y mayor profundidad del saco, denota la importancia de los

ecosistemas (praderas de *Thalassia testudinum* y manglares) cercanos a la zona de estudio, como zonas de desove, crianza y hábitat de macroinvertebrados móviles (como cangrejos y camarones) y sésiles (como moluscos, cirrípedos, colonias hidroides). Muchas especies marinas de importancia pesquera son parcial o totalmente estuarinas dependientes y de acuerdo a sus estrategias alimenticias y reproductivas emplean los ambientes estuarinos como áreas de reproducción, alimentación, crianza y protección (Yáñez-Arancibia 1986).

En el saco del golfo de Cariaco, el zooplancton consistió casi exclusivamente en una especie (90 %): el copépodo calanoida *A. tonsa*, que aparece en abundancias muy altas debido a la ausencia de competencia interespecífica. Este patrón caracteriza las tres zonas de estudio, ya que *A. tonsa* es el copépodo que mejor se adapta a condiciones de alta turbidez, alto contenido de materia en suspensión, en comparación con las otras especies de *Acartia* (Martínez-Barragán *et al.* 2009). Las otras especies que caracterizan esta comunidad de zooplancton (*T. turbinata*, *P. quasimodo*, *S. surcassus*, *S. subtilis*, *P. tergestina* y nauplios de crustáceos decápodos), no se alimentan de *A. tonsa*, por lo tanto no influyen en sus abundancias muy altas en esta zona, así como en su alimentación directamente de detritus (David *et al.* 2006).

Considerando todos los datos obtenidos se pueden clasificar a las especies que se encuentran todo el año y se reproducen en el golfo como *A. tonsa*, *P. quasimodo*, *T. turbinata*, *C. speciosus*, *P. tergestina* y *O. (C.) longicauda* como habitantes permanentes del saco del golfo de Cariaco. Otras especies como habitantes temporales ya que solo estuvieron presentes durante el período de lluvia *Labidocera acutifrons*, *L. scotti*, *L. detruncata*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Saphirella tropica* y *Oncaeae notopus* y otras en la época de sequía *S. crassus*, *P. cokeri*, *Farranula carinata*, *Fritillaria formica* f. *digitata*. Esto demuestra la importancia de la salinidad para la presencia y abundancia de taxa en el saco del golfo. Diversos trabajos han discutido largamente la relación de los zoopláncticos y el ambiente

estuarino, principalmente el efecto de la salinidad sobre la estructura de la comunidad zooplánctonica (Tackx *et al.* 2004, Marques *et al.* 2007, Chaalali *et al.* 2013). Sin embargo, la distribución del zooplancton a lo largo del gradiente de salinidad es más que una consecuencia simple de capacidades osmoreguladoras entre la especie, ya que la mayor parte de ellos son especies eurihalinas y podrían mostrar una distribución más amplia que la observada por el efecto solo de salinidad (Sautour y Castel 1995). Esto es válido para los copépodos (Irigoin y Castel 1995, Devreker *et al.* 2009), misidáceos y peces (Selleslagh *et al.* 2012). En realidad, las diferentes zonas hialinas también exhiben diferencia en características medioambientales e hidrodinámicas (por ejemplo, la zona de máxima turbidez), que también tienen consecuencias ecológicas fuertes sobre los organismos (la disponibilidad p.ej. de alimentos) (David *et al.* 2006).

Es importante considerar, que en el presente estudio, se han mencionado numerosas fuentes de nutrientes, que constituyen insumos para la producción primaria y el funcionamiento de la cascada trófica. Sin embargo, no se cuenta con mediciones precisas de las fuentes y flujos de nutrientes, por lo que se recomienda que se consideren en las prioridades de futuras investigaciones en este importante cuerpo de agua. Al respecto, Brink (2016), menciona el papel fundamental en la determinación y cuantificación de las fuentes de nutrientes, y al mismo tiempo menciona la dificultad para hacer la medición de los flujos. Por ello, es necesario promover como objetivos las mediciones de cada una de las fuentes de nutrientes, tales como aportes continentales, surgencia costera y los procesos de remoción de sedimentos, así como, la construcción de modelos que acoplen la circulación y los procesos biogeoquímicos (Nelson *et al.* 2013, Xue *et al.* 2013).

Conclusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio indicaron enfáticamente que el periodo de lluvias fue el principal factor responsable de las variaciones en la hidrología del sector saco del golfo de Cariaco,

en particular la salinidad, el fosfato y los silicatos, que tienen un efecto directo sobre la abundancia y distribución de las especies del mesozooplancton. La comunidad mesozooplanctónica se caracterizó por una baja riqueza taxonómica y alta abundancia de organismos. La misma estaría constituida mayoritariamente por especies estuarinas y costeras con gran tolerancia a la alta variabilidad del medio, principalmente la salinidad, y entre las que destacó fue *A. tonsa* que aparece como la más importante en términos de abundancia y distribución.

Bibliografía

- Álvarez-Cadena, J. N., U. Ordóñez-López, D. Valdés-Lozano, A. R. Almaral-Mendívil y A. Uicab-Sabido. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 421-430.
- Alvera-Azcárate, A., A. Barth y R. H. Weisberg. 2009. A nested model of the Cariaco Basin (Venezuela): description of the basin's interior hydrography and interactions with the open ocean. *Ocean Dynamics* 59 (1): 97-120.
- Alvera-Azcárate, A., A. Barth, R. H. Weisberg, J. J. Castañeda, L. Vandenbulcke y J. M. Beckers. 2011. Thermocline characterisation in the Cariaco basin: A modelling study of the thermocline annual variation and its relation with winds and chlorophyll-a concentration. *Continental Shelf Research* 31 (1): 73-84.
- Anderberg, M. R. 1973. Cluster analysis for applications. Academic Press. 353pp.
- Ara, K. 2002. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananeia Lagoon estuarine system, São Paulo. *Brazilian Sciences Marine* 66: 399-406.
- Arévalo-Martínez, D. L. y A. Franco-Herrera. 2008. Características oceanográficas de la surgencia frente a la Ensenada de Gaira, departamento de Magdalena, época seca menor de 2006. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 37 (2): 131-162.
- Baduini, C. L. 1997. Spatial and temporal patterns of zooplankton biomass in Monterrey Bay, California during the 1991-1993 El Niño, and as assessment of the sampling design. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 38: 193- 197.
- Björnberg, T. K. 1981. Copepoda. Pp: 869 – 1099. En: D. Boltovskoy (Ed.). *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino*. Mar del Plata, INIDEP.

- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar de Plata, Argentina. 936 pp.
- Bowden, K. F. 1983. Physical oceanography of coastal waters. Ellis Horwood Ltd. Nueva York. 302 pp.
- Brink, K. H. 2016. Cross-Shelf Exchange. *Annual Review of Marine Science* 8: 59–78.
- Campbell, B. J. y D. L. Kirchman. 2012. Bacterial diversity, community structure and potential growth rates along an estuarine salinity gradient. *Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology* 7 (1): 210-220.
- Campos-Hernández, A. y E. Suárez Morales. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. 1. Biología y Sistemática. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. CIQROII CONACYT. México.
- Cassiano, E. y E. Rodrigues. 2004. Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 21 (2): 169-177.
- Caraballo, M. 1982. El golfo de Cariaco. Parte I. Morfología y batimetría submarina. Estructuras y tectonismo reciente. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 21 (1 y 2): 13-35.
- Chaalali, A., G. Beaugrand, V. Raybaud, E. Goberville, V. David, P. Boët y B. Sautour. 2013. Climatic facilitation of the colonization of an estuary by *Acartia tonsa*. PLoS ONE 8, e74531. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0074531>.
- Cheng-Han, Wu., D. Hans-Uwe, J. Edward, J. Buskey, R. Strickler y H. Jiang-Shiou. 2010. Behavioral Interactions of the Copepod *Temora turbinata* with Potential Ciliate Prey. *Zoological Studies* 49 (2): 157-168.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. (3rd edition). Wiley, New York.
- Da Costa, R. M., P. Atique, K. G. da Costa y L. C. Pereira. 2011. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research* (64): 1477–1481.
- Dai, L., C. Li, G. Yang y X. Sun. 2016. Zooplankton abundance, biovolume and size spectra at western boundary currents in the subtropical North Pacific during winter 2012. *Journal of Marine Systems* 155: 73-83.
- David V., B. Sautour, R. Galois y P. Chardy. 2006. The paradox high zooplankton biomass-low vegetal particulate organic matter in high turbidity zones: what way for energy transfer?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 333: 202-218.
- David V., J. Selleslagh, A. Nowaczyk, S. Dubois, G. Bachelet, H. Blanchet, B. Gouillieux, N. Lavesque, M. Leconte, N. Savoye, B. Sautour y J. Lobry. 2016. Estuarine habitats structure zooplankton communities: Implications for the pelagic trophic pathways. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.022>
- Devreker, D., S. Souissi, G. Winkler, J. Forget-Leray y F. Leboulenger. 2009. Effects of salinity, temperature and individual variability on the reproduction of *Eurytemora affinis* (Copepoda; Calanoida) from the Seine estuary: a laboratory study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368: 113-123.
- Elliott, M. y D. S. McLusky. 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55: 815–827.
- Elliott, M. y A. K. Whitfield. 2011. Challenging paradigms in estuarine ecology and management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 94: 306–314.
- Escamilla-Sánchez, J. y E. Suárez-Morales. 2001. Distribución del zooplancton durante flujos de marea opuestos en el complejo lagunar de Chelem, Yucatán México. *Revista de Biología Tropical* 49 (1): 47-51.
- Esteves, F.A., A. Caliman, J. M. Santangelo, R. D. Guariento, V. F. Farjalla y R. L. Bozelli. 2008. Neotropical coastal lagoons: An appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. *Brazilian Journal of Biology* 68 (4): 967-981.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 26 (1-2): 97-110.
- Ferraz-Reyes, E., E. Mandelli y G. Reyes-Vásquez. 1987. Fitoplancton de la laguna Grande del Obispo, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 26 (1-2): 111-124.
- Franco-Herrera, A. 2001. Estrategias de ingestión y flujo de carbono entre el fitoplancton, sestón total y *Eucalanus* spp. (Copepoda: Calanoidea) en dos ambientes oceanográficos del Caribe central colombiano. Informe final, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina, Santa Marta. 60 p
- Froneman, P.W. 2004. Zooplankton community structure and biomass in a Southern African temporarily open/closed estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60 (1): 125-132.
- Fukuoka, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. (I) Year to year change of upwelling. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 4 (2): 223-233.
- García, J. A. y J. Bonilla. 1971. Algunas características químicas del agua y de los sedimentos de la Laguna de Campoma, Estado Sucre. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 10 (1): 71 – 80.
- Giraldo, A. y E. Gutiérrez. 2007. Composición taxonómica del zooplancton superficial en el Pacífico colombiano (septiembre 2003). *Investigaciones Marinas* 35 (1): 117-122.
- Garboza da Costa, I. K., L. C. Carneiro-Pereira y R.

- Marinho da Costa. 2008. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências* 3 (2): 127-141.
- Harman, H. H. 1967. Modern factor analysis. University of Chicago Press: 474 pp.
- Hendriks, I. E., Y. S. Olsen, L. Ramajo, L. Basso, A. Steckbauer, T. S. Moore y C. M. Duarte. 2014. Photosynthetic activity buffers ocean acidification in seagrass meadows. *Biogeosciences* 11 (2): 333-346.
- Hernández-Ávila, I. y A. Gómez-Gaspar. 2014. Patrones de abundancia y composición del zooplancton costero a varias escalas temporales en un ciclo de surgencia estacional en la isla de margarita, Venezuela. *Interciencia*. 39 (2): 122-128.
- Hernández-Trujillo, S., G. Esqueda-Escárcega y R. Palomares-García. 2010. Variabilidad de la abundancia de zooplancton en Bahía Magdalena Baja California Sur, México (1997-2001). *Latin American Journal of Aquatic Research* 38 (3): 438-446.
- Hirche, H. J. 1992. Egg production of *Eurytemora affinis* defect of k-strategy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 35: 395-407.
- Hutchinson, T. 1978. Effects of long lignite burns on arctic ecosystems at Thesmoking Hills, N.W.T. Trace Substances in Environmental Health XII, D. D. Heemphill. University of Missouri, Columbia. 332 pp.
- Hwang, J. S., Y.Y Tu, L. C. Tseng, L. S. Fang, S. Souissi y T. H. Fang. 2004. Taxonomic composition and seasonal distribution of copepod assemblages from waters adjacent to nuclear power plant I and II in northern Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology* 12: 380-391.
- Infante, J. y L. Urosa. 1986. Distribución vertical de copépodos en aguas deficientes de oxígeno. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 25 (1y2): 175-194.
- Irigoin, X. y J. Castel. 1995. Feeding rates and productivity of the copepod *Acartia bifilosa* in a highly turbid estuary; the Gironde (SW France). *Hydrobiologia* 311: 115-125.
- Jerling, H. L. y T. H. Wooldridge. 1991. Population dynamics and estimates of production for the calanoid copepod *Pseudodiaptomus hessei* in a warm temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33: 121-135.
- Kato, K. 1961. Ocean chemical studies on the gulf of Cariaco. Chemical and hydrographical observations in January, 1961. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 1 (1): 49-72.
- Kiørboe, T. 1991. Pelagic fisheries and spatio-temporal variability in zooplankton productivity. Proceeding of 4th. International Conference on Copepoda: *Bulletin Plankton Society Japan Special Volume*: 229-249.
- Klais, R., T. Tamminen, A. Kremp, K. Spilling y K. Olli. 2011. Decadal-Scale Changes of Dinoflagellates and Diatoms in the Anomalous Baltic Sea Spring Bloom. *PLoS ONE* 6(6): e21567. doi:10.1371/journal.pone.0021567
- Keppeler, E. C. y E. R. Hardy. 2004. Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 169-177.
- La Barbera-Sánchez, A., J. Gamboa-Márquez y W. Senior. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 47: 57- 63.
- Laiolo, L., A. Barausse, Z. Dubinsky, L. Palmeri, S. Goffredo, Y. Kamenir y D. Iluz. 2014. Phytoplankton dynamics in the Gulf of Aqaba (Eilat, Red Sea): A simulation study of mariculture effects. *Marine Pollution Bulletin* 86 (1): 481-493.
- Lam-Hoai, T., D. Guiral y C. Rougier. 2006. Seasonal change of community structure and size spectra of zooplankton in the Kaw River estuary (French Guiana). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68: 47-61.
- Lavanegros, B.E, L.C. Jiménez-Pérez y G. Gaxiola-Castro. 2002. Plankton response to El Niño 1997-1998 and La Niña 1999 in the southern region of the California Current. *Progress in Oceanography* 54: 33-58.
- Legaré, E. H. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 1 (1): 191-218.
- Legaré, E. H. 1964. The pelagic copepoda of Eastern Venezuela. 1. The Cariaco Trench. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 3 (1/2): 15-81.
- Li, K. Z., J. Q. Yin, L. M. Huang y Y. H. Tan. 2006. Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67 (4): 543-552.
- Libes, S. 1992. An introduction to marine biogeochemistry, John Wiley & Sons, Inc. 289 pp.
- López-Ibarra, G. y R. Palomares-García. 2006. Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 4 (1): 63-76.
- Malone, T.C., D. J. Conley, T. R. Fisher, P. M. Glibert, L.W. Harding y K. G. Sellner. 1996. Scales of nutrient-limited phytoplankton productivity in Chesapeake Bay. *Estuaries* 19: 371-385.
- Mann, K. H. y J. R. Lazier. 2013. Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans. John Wiley & Sons.
- Marín, B., C. Lodeiros, D. Figueroa y B. Márquez. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores

- ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XIV (2): 133–139.
- Marques, S.C., U.M. Azeiteiro, J.C. Marques, J. Neto y M. A. Pardal. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton communities in a temperate estuary: spatial and temporal patterns. *Journal of Plankton Research* 28: 297-312.
- Marques, S. C., M. A. Pardal, M. J. Pereira, F. Gonçalves, J. C. Marques y U. M. Azeiteiro. 2007. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. *Hydrobiologia* 587: 213 -223.
- Márquez, A., W. Senior, A. Benítez, I. Férmín, G. Martínez, A. González, J. Castañeda, L. Alcalá y R. De La Cruz. 2011. Sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. Una descripción de su dinámica hidroquímica, procesos, y del rol de la surgencia costera estacional. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 50 (2): 255-272.
- Martínez, G., D. Hernández, A. Quintero, A. Márquez, W. Senior y Á. González. 2011. Estudio físico-químico de las aguas del sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 50 (2): 273-287.
- Martínez-Barragán, M., A. Franco-Herrera, J. Medina-Calderón y A. Santos-Martínez. 2009. La comunidad de copépodos en las Islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) durante el período lluvioso (octubre) 2005. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 38 (1): 85-103.
- McLusky, D. S. y M. Elliott. 2004. The estuarine ecosystem: ecology, threats and management. Oxford University Press, New York. 216 pp.
- Michael, H. B. y M. Foyo. 1976. Caribbean Zooplankton. Part I. *Shipponophora, Heteropoda, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salpidae*. Office of Naval Research Department of Navy. Bethesda, Maryland. 712 p.
- Mullin, M. M. 1993. Webs and scales: physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant. University of Washignton Press, 135 pp.
- Nelson, J. A., D. C. Stallings, W. M. Landing y J. Chanton. 2013. Biomass Transfer Subsidizes Nitrogen to Offshore Food Webs. *Ecosystems* 16: 1130–1138.
- Neumann-Leitão, S., E. M. Santanna, L. M. Gusmão, D. A. Nascimento-Vieira, M. N. Paranaguá y R. Schwamborn. 2008. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. *Journal of Plankton Research* 30 (7): 795-805.
- Okuda T., J. Bonilla, J. Benítez, A. García y G. Cedeño. 1978. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 17 (1y2): 69-88.
- Ordóñez-López, U. y M. Ornelas-Roa. 2003. Variación de la comunidad de copépodos pláncticos en el gradiente estuarino-costero de Celestún, Yucatán, México. *Hidrobiológica* 13: 231-238.
- Paffenhöfer, G. A. 1991. Some characteristic of abundance subtropical copepods in estuarine, shelf and oceanic water. *Bulletin of Plankton Society of Japan* 1: 201-216.
- Palma, S. y P. Apablaza. 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Investigaciones Marinas* 32 (1): 49-70.
- Palomares-García, R., A. Martínez-López, R. De Silva-Dávila, R. Funes-Rodríguez, M.A. Carballido-Carranza, R. Avendaño-Ibarra, A. Hinojosa-Medina y G.A. López-Ibarra. 2003. Biological effects of El Niño 1997-98 on shallow subtropical ecosystem: Bahía Magdalena, México. *Geofísica Internacional* 42 (3): 455-466.
- Parsons, R., M. Takahashi y B. Hardgrave. 1984. Biological oceanographic processes. Pergamon Press, London, 330 pp.
- Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. New York: Wiley, 385 pp.
- Postel, L., H. Fock y W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. Pp: 83-174. En: Harris, R. P., P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal y M. Huntley (Eds.). *Ices Zooplankton Methodology Manual*, San Diego, California.
- Prieto, A., S. Sant, E. Méndez y C. Lodeiros. 2003. Diversidad y abundancia de moluscos en las praderas de *Thalassia testudinum* de la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 51: 413-426.
- Primo, A. L., U. M. Azeiteiro, S. C. Marques, F. Martinho y M. A. Pardal. 2009. Changes in zooplankton diversity and distribution pattern under varying precipitation regimes in a southern temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82 (2): 341-347.
- Ramírez, I. y M. F. Huq. 1986. Aspectos reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pises: Clupeidae) del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 25 (1y2): 3-20.
- Riley, J. P. y R. Chester. 1989. Introducción a la química marina. AGT editor, México. 459 p
- Rueda, D. 2000. Variabilidad temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998). Tesis Magister Scientarium. Departamento de Biología, Universidad de Oriente.
- Sartori, L. P., M. G. Nogueira, R. A. Henry y E. M. Moretto. 2009. Zooplankton fluctuations in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil): a three-year study. *Brazilian Journal of Biology* 69 (1): 1-18.

- Sautour, B. y J. Castel. 1995. Comparative spring distribution of zooplankton in three macrotidal European estuaries. *Hydrobiologia* 311: 139 - 151.
- Scheffer, M., S. Rinaldi, J. Huisman y F. J. Weissing. 2003. Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox. *Hydrobiologia* 491: 9-18.
- Selleslagh, J., J. Lobry, A. R. N'Zigou, G. Bachelet, H. Blanchet, A. Chaalali, B. Sautour y P. Boët. 2012. Seasonal succession of estuarine fish, shrimps, macrozoobenthos and plankton: physico-chemical and trophic influence. The Gironde estuary as a case study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 112: 243-254.
- Shannon, C. y W. Wiener. 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, U.S.A. 117 pp.
- Simpson, J. y R. Griffith. 1967. La distribución de densidad pesquera en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Serie: *Recursos y explotación pesqueros* 1 (8): 305-320.
- Sterza, J. M. y L. L. Fernandes. 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography* 54: 95-105.
- Suárez-Morales, E. 1994. Copépodos pláncticos de la Bahía de Chetumal, México (1990-1991). *Caribbean Journal of Science* 30 (3-4): 181-188.
- Tackx, M. L., N. de Pauw, R. Van Mieghem, F. Azemar, A. Hannouti, S. Van Damme, F. Fiers, N. Daro y P. Meire. 2004. Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and The Netherlands. Spatial and temporal patterns. *Journal of Plankton Research* 26: 133-141.
- Vásquez-Yeomans, L., I. Castellanos., E. Suárez-Morales y R. Gasca. 2012. Variación espacio-temporal de la biomasa de zooplankton en un sistema estuarino del Caribe Occidental durante dos ciclos anuales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47 (2): 213-225.
- Vieira, L. R., L. Guilhermino y F. Morgado. 2015. Zooplankton structure and dynamics in two estuaries from the Atlantic coast in relation to multi-stressors exposure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 167: 347-367.
- Xie, Y., G. H. Tilstone, C. L. Widdicombe, E. M. S. Woodward, C. Harris y M. K. S. Barnes. 2015. Effects of increases in temperature and nutrients on phytoplankton community structure and photosynthesis in the Western English Channel. *Marine Ecology Progress Series* 519: 61-73.
- Xue, X., R. He, K. Fennel, W. J. Cai, S. Lohrenz y C. Hopkinson. 2013. Modeling ocean circulation and biogeochemical variability in the Gulf of Mexico. *Biogeosciences* 10: 7219-7234.
- Yañez-Arancibia, A. 1986. Ecología de comunidades de peces en sistemas costeros tropicales. Pp: 127-154. En: Ecología de la zona costera: análisis de siete tópicos. AGT Editor México, D. F.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall: Upper Saddle River. 918 p.
- Zoppi, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo Este de la Fosa de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 1 (1): 219-248.

Brightdom Márquez-Rojas
Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente
Cumaná, Venezuela
bmarquez2001@gmail.com, bmarquez@udo.edu.ve

Evelyn Zoppi de Roa
Instituto de Zoología y Ecología Tropical,
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela
evelyn.zoppi@ciens.ucv.ve

Luis Troccoli
Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente
Cumaná, Venezuela
luis.troccoli@gmail.com

Edy Montiel
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela
emontiel1@hotmail.com

Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela

Citación del artículo: Márquez-Rojas, B., E. Zoppi de Roa, L. Troccoli y E. Montiel. 2017. Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Biota Colombiana* 18 (1): 148-171. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a9

Recibido: 12 de agosto de 2016
Aprobado: 16 de marzo de 2017

Chinches patinadoras marinas (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversidad de los hábitats oceánicos del Neotrópico

Marine water striders (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversity of ocean habitats in the Neotropics

Fredy Molano-Rendón e Irina Morales

Resumen

Las chinches acuáticas del infraorden Gerromorpha son especies adaptadas a caminar o patinar sobre la película superficial del agua principalmente en ambientes de agua dulce, sin embargo, algunas especies se han adaptado a vivir en ambiente marinos y actualmente no se cuenta con un inventario de la riqueza y composición de la fauna de chinches patinadoras marinas para el Neotrópico. A partir de la revisión bibliográfica, de los especímenes depositados en colecciones entomológicas y expediciones en campo, se obtuvieron los registros de chinches asociadas a ambientes marinos. A cada registro se les asignó una categoría de hábitat (estuarios/ manglares, lagunas formadas por arrecifes de coral, guarida de cangrejo en manglar, charcas formadas por las mareas, mar cerca de la costa, ambientes pelágicos) y su distribución geográfica actualizada. Se registran 203 especies a nivel mundial de Gerromorpha en ambientes asociados a ecosistemas marinos. Para el Neotrópico se registraron cinco familias, 13 géneros y 48 especies que representan el 23 % de las especies a nivel mundial. En orden de riqueza de especies la familia Gerridae tuvo la mayor con 22 especies distribuidas en tres géneros, seguida de Veliidae con 17 especies de cinco géneros, Mesoveliidae con seis especies y tres géneros, Hermatobatidae con dos especies y un género, y por último Hebridae con un género y una especie.

Palabras clave. Gerridae. Hermatobatidae. Mesoveliidae. Veliidae. Hebridae.

Abstract

The water strider of infraorder Gerromorpha are species adapted to walk or skate on the water surface film in freshwater environments. However some have adapted to live in marine environments and currently there is no census of the species richness or faunal composition of sea skaters for the Neotropics. Records were obtained from the bibliographical review, specimens deposited in entomological collections and expeditions. A habitat category (estuaries / manglares, coral reef lagoons, mangrove crab holes, ponds formed by the tides, sea near the coast, pelagic environments), and current geographic distribution was assigned to each species. There are 203 species of Gerrormorpha worldwide in environments associated with marine ecosystems. In the Neotropical region, a total of five families, 13 genera and 48 species were recorded, representing 23% of species worldwide. The family Gerridae had the greatest species richness with 22 species distributed in three genera, followed by Veliidae with 17 species in five genera, Mesoveliidae with six species and three genera, Hermatobatidae with two species and one genus and finally Hebridae with one genus and one species.

Key words. Gerridae. Hermatobatidae. Mesoveliidae. Veliidae. Hebridae.

Introducción

Actualmente, cerca de las tres cuartas partes de las especies descritas de animales vivientes, son insectos (Clapham *et al.* 2016). De esta alta riqueza de especies, se estima que solo el 1 %, aproximadamente 1,400 especies, utilizan las zonas marinas como hábitat preferencial en alguna parte o todas sus etapas de desarrollo (Cheng 1976, Ruxton y Humphries 2008). Según Camus y Barahona (2002), cerca de 20 órdenes tienen especies que viven expuestas al mar o en condiciones oceánicas; entre ellos están los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera y Trichoptera como los mejores representados. A pesar de estas cifras, varios autores coinciden en que los insectos son comunes en muchos hábitats cercanos a la costa y pueden ser bastante abundantes en los manglares y los arrecifes de coral (Andersen 1982, Cheng y Mathis 2003, Andersen y Cheng 2004).

Las chinches acuáticas del infraorden Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera), representadas por 2,100 especies, distribuidas en todos los continentes, exceptuando la Antártica (Moreira 2015), son insectos adaptados a caminar sobre la película superficial del agua, donde pasan casi todo el período activo de su vida. La mayoría de las especies de gerromorfos, viven en ambientes léticos y lóticos de agua dulce, pero algunas especies habitan el océano abierto (Andersen 1998) como por ejemplo especies representantes de *Halobates* Eschscholtz, 1822 (Andersen y Cheng 2004, Ferrú y Sielfeld 2010, Ikawa *et al.* 2012) y otras en las aguas salobres estuarinas (Cheng 1976), por ejemplo especies del *Rheumatobates* Bergroth, 1892 (Polhemus y Manzano 1992).

Desde los trabajos pioneros de Hadden (1931), Henry (1932) y Herring (1958, 1961), así como los de Polhemus (1975, 1991), Andersen y Weir (1999), Andersen (1999) y Cheng (1976, 2006) con chinches marinas, se han descrito más de 180 especies, distribuidas principalmente en cinco familias: Hebridae, Hermatobatidae, Mesoveliidae, Gerridae y Veliidae. De estas especies solo cinco (*Halobates micans*, *H. germanus*, *H. sericeus*, *H. splendens*, *H.*

sobrinus) son estrictamente oceánicas y se distribuyen ampliamente en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico (Andersen y Cheng 2004, Sekimoto *et al.* 2013). La familia con mayor número de especies de hábitos marinos es Gerridae, con aproximadamente 80 especies (Cheng 2006), las cuales según su distribución espacial en el hábitat se pueden dividir en dos grupos: especies de hábitats costeros y especies de los océanos, cada uno con sus propias necesidades alimentarias, de comportamientos y con particulares adaptaciones ambientales (Andersen y Cheng 2004); como presencia de bosques de manglar, estuarios, entrada de agua dulce al mar, temporalidad de mareas, disponibilidad de refugios.

Actualmente, la atención de las investigaciones que en el campo taxonómico, biológico, comportamental, evolutivo, genético y como indicadores de calidad de agua (Moreira, 2015), se han hecho sobre las chinches patinadoras, se han centrado hacia los taxones que ocupan los ambientes dulciacuícolas, lo que ha dejado de lado a una fracción importante de especies que se especializaron en los ambientes marinos. Para la región Neotropical en este grupo de especies se cuenta con las contribuciones de Polhemus y Manzano (1992), quienes realizaron una lista de Heterópteros marinos del Pacífico tropical oriental, que incluyó especies de las familias Gelastocoridae, Gerridae, Mesoveliidae, Saldidae y Veliidae, además, presentaron una clave de identificación, mapas de distribución y la descripción de siete nuevas especies. Aunque se encuentra un gran número de publicaciones que han abordado aspectos taxonómicos y de diversidad de las chinches marinas, actualmente no se cuenta con un censo de la riqueza y composición de estas chinches en el Neotrópico.

Dada esta falta de información, el objetivo de esta investigación es recopilar datos de diversas fuentes y presentar la lista actualizada de los géneros y especies de Heteroptera (Gerromorpha) que tienen relación directa con ambientes marinos, con especial énfasis en el Neotrópico, dando los datos sobre su distribución geográfica y su preferencia de hábitat.

Material y métodos

La investigación se hizo a partir de tres fuentes de información: 1. Revisión bibliográfica, principalmente las contribuciones de Andersen (1989, 1998, 1999); Andersen y Cheng (2004); Andersen y Polhemus (1980); Andersen y Weir (1999); Cheng (1976); Polhemus (1975); Polhemus y Cheng (1982); Polhemus y Manzano (1992); Polhemus y Polhemus (2012). 2. Revisión de especímenes de colecciones. Se revisaron los ejemplares depositados en las siguientes colecciones entomológicas: Colección Entomológica de la Universidad del Magdalena, Santa Marta-Colombia (CEUM); Colección Nacional de Insectos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F. (CNIN); Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Colección de Entomología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia (ICN); Laboratorio de Entomología, Universidad del Quindío, Armenia-Colombia (CIBUQ); Colección de Entomología Acuática, Museo de Zoología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José-Costa Rica (MZUCR) y el Laboratorio de Entomología, Museo de Historia Natural “Luis Gonzalo Andrade” Tunja-Colombia (UPTC). 3. Por último, se realizaron salidas de campo en las siguientes localidades: Golfo de Urabá (Antioquia), Islas de San Bernardo (Bolívar), San Andrés y Providencia, Santa Marta (Magdalena), Nuquí (Chocó), Bahía Solano (Chocó). Los métodos de recolecta utilizados en ambientes marinos fueron: redes entomológicas acuáticas y red de plancton, donde se hicieron barridos en la película superficial del agua, y se utilizaron aspiradores bucales. En cada uno de los ambientes se buscó que todos los microhabitats propuestos por Andersen (1999) quedaran representados.

A cada especie se le asignó una categoría de hábitat de acuerdo con la clasificación propuesta por Andersen (1999): estuarios/manglares, lagunas formadas por arrecifes de coral, guarida de cangrejo en manglar, charcas formadas por las mareas, mar cerca de la costa, ambientes pelágicos y también su distribución geográfica detallada. De acuerdo a las observaciones y recolecciones en los diferentes muestreos, se

adiccionan a las categorías de hábitat propuestas por Andersen (*op. cit.*), las charcas formadas por mareas cercanas a la costa y guaridas de cangrejo en manglar.

Resultados y discusión

A nivel mundial se obtuvieron registros de 203 especies, 25 géneros y cinco familias de Gerromorpha estrechamente relacionadas con los hábitats marinos (Anexo 1). Para la familia Gerridae se registran tres subfamilias, diez géneros y 89 especies; Veliidae cuatro subfamilias, nueve géneros y 91 especies; Mesoveliidae cuatro géneros y 11 especies; Hebridae un género y tres especies y Hermatobatidae con un género y nueve especies. Los resultados encontrados complementan los expuestos por Andersen (1999) quien registró 182 especies, distribuidas en 25 géneros y cinco familias, dado que en los últimos 16 años se han descrito cerca de 21 especies principalmente de los géneros *Rheumatobates* y *Halobates* (Andersen y Cheng 2004, Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011).

Para la región Neotropical se registraron cinco familias, 13 géneros y 48 especies asociadas a ecosistemas marinos, que representan el 23 % de las especies de los gerromorpha marinos a nivel mundial. De las especies registradas para la región se encontraron 46 endémicas, lo cual incrementa en un 30 % lo registrado por Andersen (1999). Para la familia Gerridae se registraron tres subfamilias, tres géneros y 22 especies; Veliidae cuatro subfamilias, cinco géneros y 17 especies; Mesoveliidae tres géneros y cinco especies, Hermatobatidae: un género, dos especies y Hebridae un género y una especie (Anexo 2). El género *Rheumatobates* (Figura 1a) presentó el mayor número de especies, de acuerdo con Westlake *et al.* (2000); este género tiene cerca de la mitad de las especies descritas en cuerpos de agua dulce en hábitats lenticos o de remanso (Molano-Rendón *et al.* 2008), es así como las especies asociadas a ecosistemas marinos como manglares y estuarios ofrecen un hábitat similar a las lagunas continentales, bordeadas de vegetación y en muchas ocasiones con poco movimiento de agua. Le sigue

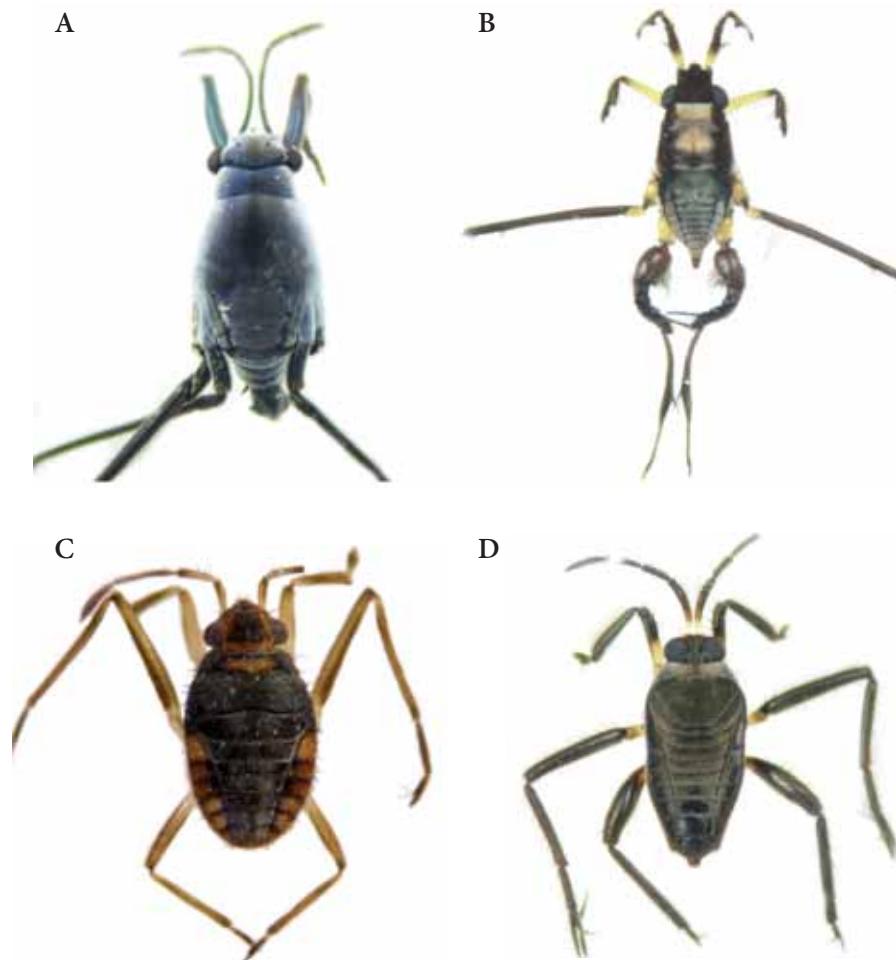


Figura 1. Representantes de chinches patinadoras marinas de la región Neotropical.
A) *Halobates micans* (Gerridae). B) *Rheumatobates bergrothi* (Gerridae). C) *Husseyella turmalis* (Veliidae). D) *Rhagovelia colombianus* (Veliidae).

Rhagovelia Mayr, 1865 (Veliidae) (Figura 1c) que estuvo representado por ocho especies (Anexo 2), como cabe esperar ya que este género comprende un grupo de insectos común y diverso en las regiones tropicales (Floriano y Moreira 2015).

Distribución de las especies por tipo de hábitats

Estuarios / manglares

Según Rico (1993), los manglares se distribuyen en Baja California, Florida, hasta el sur este de Brasil en el Atlántico y hasta Ecuador en el Pacífico. Los bosques

de manglar ofrecen refugios y sombra a las chinches patinadoras y la preferencia de este hábitat ha sido registrada para varias especies de la familia Gerridae en Colombia (Molano-Rendón *et al.* 2008). Estos insectos han sido recolectados entre las raíces de los manglares (observaciones personales), lo que indica el importante papel que juegan estos ambientes en la dinámica ecológica para el mantenimiento de la fauna semiacuática. A nivel mundial cerca de 70 especies de las chinches patinadoras se asocian la mayor parte de su ciclo de vida a estos ecosistemas (Andersen 1998, Zettel 2003). En el Neotrópico, de las 47 especies registradas, 39 tienen preferencia por este tipo de hábitats usándolos como zona de refugio, buscando

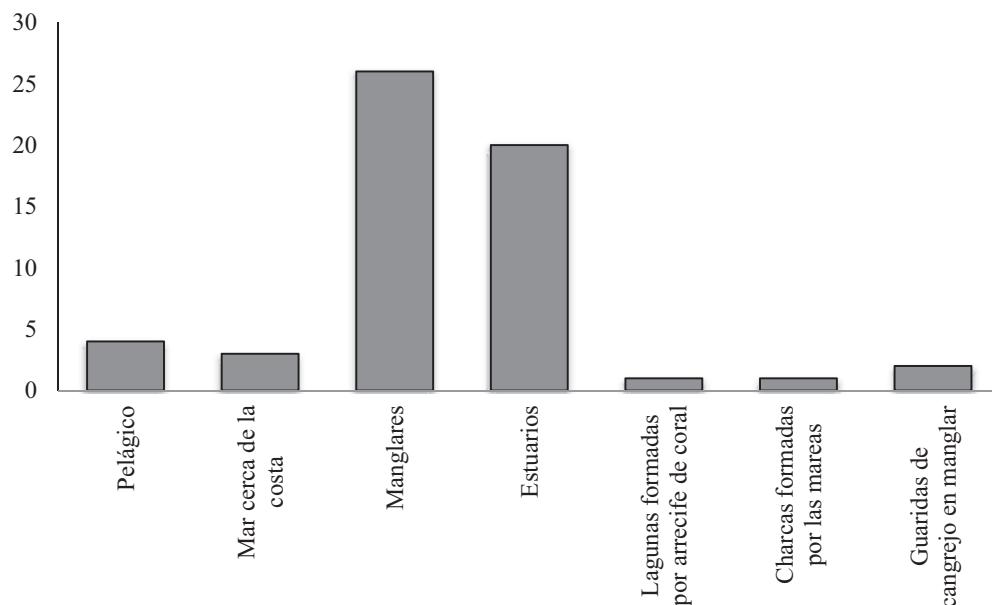


Figura 2. Riqueza de especies de chinches patinadoras marinas por hábitat, en la región Neotropical.

las zonas sombreadas para su protección, siendo la distribución de las especies de Gerromorpha marinos similar a la de los manglares en América (Figura 2).

Las especies del género *Rheumatobates* son exclusivamente Neotropicales, con 38 especies descritas (Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011), las cuales habitan diferentes cuerpos de agua dulce como lagunas, lagos y ríos (Molano-Rendón *et al.* 2008), sin embargo 16 especies se encuentran de manera exclusiva en manglares y estuarios (Anexo 2), distribuyéndose en los océanos Pacífico y Atlántico, estando la especie *R. bergrothi* Meinert 1895 registrada en ambos océanos (Figura 1b). De las especies reportadas en este tipo de hábitats (estuarios y manglares), *R. bergrothi* Meinert, 1895 (Figura 1b), *R. mexicanus* Drake & Hottes, 1951 y *R. peculiaris* Polhemus & Spangler, 1989 se han reportado también en cuerpos de agua dulce (Polhemus y Spangler 1989). *Rheumatobates minutus* Hungerford, 1936 está ampliamente distribuida en el Caribe, sin embargo, es una especie difícil de observar, encontrándose algunas veces ejemplares alados en cuerpos de agua temporales formados por pequeños charcos hechos por la lluvia los cuales son alimentados por agua del mar

que se filtra a través de la arena. Algunas especies son abundantes entre las raíces de las diferentes especies de manglares del Pacífico y han sido recolectadas en la desembocadura de ríos que llegan al mar, hallando siempre pocos individuos en esos hábitats, como la especie *R. carvalhoi* Drake & Harris, 1944 reportada en Ecuador (río Atacames, Polhemus y Manzano 1992) y Colombia (río Joví, Nuquí), y la especie *R. prostatus* Polhemus, 1975 en Panamá (Bahía Honda), Polhemus y Manzano (*op. cit.*). Aunque la especie *R. carvalhoi* es muy común dentro de hábitats salobres, se ha recolectado en cuerpos de agua dulce y estanques que se conectan a los estuarios durante la marea alta (Molano-Rendón *et al.* 2008). Las especies distribuidas en hábitats marinos del Pacífico, suelen recolectarse entre las raíces de los manglares en marea baja, las cuales quedan restringidas en pequeños charcos que se forman sobre los pantanos de mangle y las especies que habitan estuarios buscan las zonas de sombra que hacen los árboles de mangle (observaciones personales).

Rhagovelia es uno de los géneros más diversos de la familia Veliidae con cerca de 184 especies registradas para América (Padilla-Gill y Moreira 2013a), de

las cuales hasta el momento ocho especies del grupo salina tienen preferencia de hábitats marinos; especialmente la especie *R. plumbea* Uhler, 1894, que es de amplia distribución en el Caribe y se encuentra asociada a las raíces de manglares expuestos al mar en amplias flotillas o a varios metros de la costa y en algunas ocasiones ha sido recolectada en la sombra generada por lanchas estacionadas en la orilla. Padilla-Gil y Arcos (2011) registraron *R. aguaclara* Padilla-Gil, 2010 en esteros rodeados por manglar, la cual prefiere condiciones de aguas umbrosas rodeadas por vegetación y *R. colombianus* (Polhemus y Manzano, 1992) (Figura 1d) fue reportada por Polhemus y Manzano (1992) habitando esteros del pacífico colombiano.

Algunas especies ocupan hábitats crípticos, como cuevas donde llega el agua de mar, así como guaridas de cangrejos o madera en descomposición en los pantanos de manglar. Todas las especies del género *Hebrus* Curtis, 1831 (Polhemus y Polhemus 1989) y dos especies de *Nereivelia* Polhemus y Polhemus, 1989 han sido recolectadas en agujeros de madera de mangle hechos por organismos barrenadores en Singapur, sureste de Tailandia y Filipinas (Zettel 2004) (Figura 2).

Se han recolectado algunas especies dominanteamente de agua dulce en cuerpos de agua salobres como lo son: *Limnogonus franciscanus* (Stål, 1859) y *Trepobates taylori* (Kirkaldy, 1899) que fueron recolectadas por Manzano *et al.* (1995) en manglares de la Isla Gorgona (Cauca - Colombia). Padilla-Gil y Arcos (2011) recolectaron las mismas especies para los manglares del departamento de Nariño - Colombia, e incluyen a *Mesovelia mulsanti* White, 1879 describiéndola como visitante marina. La especie *M. mulsanti* es de amplia distribución en el Neotrópico y frecuentemente recolectada en cuerpos de agua continentales, se encuentran comúnmente en las hojas flotantes de plantas acuáticas en estanques (Moreira 2015), sin embargo, ha sido reportada como asociada a ambientes de manglar o estuarios, siendo una de las especies eurihalinas verdaderas (Anexo 2). *Telmatometra ujhelyi* Esaki, 1937 ha sido recolectada en lagunas intermareales en el Pacífico

colombiano, así como en quebradas de agua dulce que tienen contacto con el mar durante la marea alta (Nuquí - Chocó, Molano *et al.* En prep.).

Los ríos que tienen flujo de agua constante durante todo el año hacia el mar pueden desembocar en áreas con bosques de mangle, formando grandes extensiones de estuarios que albergan especies permanentes en estos microhábitats como las pertenecientes al género *Rheumatobates* (Figura 2). Pero a medida que se asciende en el río, las especies de este género desaparecen y son remplazadas por otras, que aunque cerca de la desembocadura, nunca se han colectado en aguas salobres como *Potamobates* Champion, 1898, *Platygerris* Buchanan-White, 1883, *Tachygerris* Drake, 1957 y *Brachymetra albinervis* (Amyot y Seville, 1843), las cuales son frecuentes en la costa pacífica colombiana.

El género *Hydrometra* (Hydrometridae) se encuentra en los márgenes de los ríos y arroyos donde la corriente es moderada y en los bordes de los lagos, estanques y piscinas (Moreira 2015), sin embargo existe un único registro asociado con estuarios en Cuba por Muñoz *et al.* (2012). De igual manera el género *Merragata* (Hebridae) se asocia típicamente con los estanques completamente cubiertos por algas o con las hojas flotantes (Moreira 2015) y fue reportado por Muñoz *et al.* (2012) en estuarios de Cuba.

Guarida de cangrejo en manglar y charcas formadas por las mareas

En este tipo de hábitat se han reportado dos géneros y tres especies (Figura 2). Las especies *Microvelia chanita* Polhemus y Hogue, 1972 y *M. inquilina* Polhemus y Hogue, 1972, fueron recolectadas en guaridas realizados por cangrejos en Costa Rica (Polhemus y Hogue 1972), al parecer estas especies ocupan este tipo de microhábitats de manera accidental y hasta el momento no se tienen otros registros del hábitat de estas especies. La única especie reportada en charcas formadas por las mareas es *Speovelia mexicana* Polhemus, 1975, la cual fue recolectada debajo de rocas encima de una zona costera similar a un arrecife, corriendo sobre el agua de mar atrapada por el arrecife después de que la marea retrocediera

en el Pacífico (Polhemus 1975, Polhemus y Manzano 1992, Damgaard *et al.* 2012, Moreira 2015).

Lagunas de arrecifes de coral y mar cerca de la costa

Tres géneros, y cuatro especies se han reportado en este tipo de hábitat: Hermatobatidae es una familia con 12 especies halófilas exclusivas, que siempre se han recolectado en el mar cerca de la costa, sin embargo, en el Caribe se han reportado la especie *Hermatobates bredini* Herring, 1965 en lagunas de arrecife de coral, así como la especie *Speovelia mexicana* Polhemus, 1975 (Mesoveliidae) en Baja California (Polhemus 1975) (Figura 2). *Hermatobates hawaiiensis* China, 1977 es una especie difícil de recolectar, en las oportunidades en que se ha hecho ha sido con muchas horas de esfuerzo de redes de Neuston y con luces durante la noche (Cheng y Leis 1980, Polhemus y Polhemus 2012). Tanto los adultos como las ninfas que se distribuyen en este tipo de hábitats durante la marea alta se ocultan en huecos de los corales muertos como método de protección a depredadores y al embate de las olas (Andersen 1989). Otra especie asociada a las costas, en este caso alrededor de islas es *Halobates robustus* una especie endémica de las costas de las islas Galápagos (Ecuador) (Figura 2).

Ambientes pelágicos

Las especies exclusivamente oceánicas o de ambientes pelágicos reportadas para la región Neotropical fueron: *Halobates micans* Eschscholtz, 1822 (cosmopolita) (Figura 1a), *Halobates sericeus* Eschscholtz, 1822, *Halobates sobrinus* White, 1883 y *Halobates splendens* Witlaczil, 1886 (Océano Pacífico) (Anexo 2, Figura 2). La baja diversidad de especies registradas hasta el momento en ambientes pelágicos puede deberse a que estas especies se encuentran adaptadas a soportar condiciones extremas propias de este tipo de hábitat, como por ejemplo la falta de sustratos sólidos para ovipositar (Ruxton y Humphries 2008). De las cerca de 41 especies de *Halobates* descritas hasta el momento y que no se han vuelto totalmente oceánicas se asocian principalmente con manglares, otras con plantas y

rocas emergentes para proporcionar un sustrato para la puesta de huevos (Andersen y Cheng 2004).

Distribución geográfica de las especies en el Neotrópico

De 48 especies registradas para la región Neotropical, 34 se encuentran restringidas a las costas del Pacífico y son pertenecientes a los géneros *Darwinivelia* Andersen y Polhemus, 1980, *Halobates*, *Limnogonus* Stål, 1868, *Mesovelia* Mulsant y Ray, 1852, *Microvelia* Westwood, 1834, *Platyvelia*, *Rhagovelia*, *Rheumatobates*, *Speovelia* Esaki, 1929, *Trepobates* (Uhler, 1894) y *Telmatometroides* Polhemus, 1991, seguida de la región Caribe (14 especies) con los géneros: *Halobates*, *Halovelia* Bergroth, 1893, *Husseyella* Herring, 1955 (Figura 1c), *Hermatobates* Carpenter, 1892, *Merragata* White 1877, *Rhagovelia* y *Rheumatobates* (Figura 3). Cinco especies de los géneros *Darwinivelia*, *Halobates*, *Husseyella* y *Rhagovelia* se distribuyen en el sureste de Brasil y dos especies, *Rheumatobates aestuarius* Polhemus, 1969 y *Speovelia mexicana* en las costas del Pacífico de Baja California y la especie *Hermatobates hawaiiensis* China, 1977 en las islas de Hawaii (Anexo 2, Figura 3).

En la familia Gerridae la especie que se encuentra más ampliamente distribuida en la región Neotropical es *H. micans*, especie oceánica que tiene una amplia distribución en el planeta, ocupando todos los mares (Sekimoto *et al.* 2013), en el Neotrópico se ha recolectado a pocos kilómetros de la isla de Malpelo en el Pacífico y en el Caribe (Molano-Rendón *et al.* 2008) y recientemente se registró muy cerca de las islas de Providencia y San Andrés en el Caribe colombiano por Barrera (2014). *Mesovelia mulsanti*, otra especie de amplia distribución en el Neotrópico y recolectada con frecuencia en ecosistemas marinos costeros, sin embargo, es también muy abundante en cuerpos de agua dulce en el continente (Moreira *et al.* 2008).

Veliidae es una de las familias más diversas, con 600 especies descritas (Moreira 2015), ampliamente distribuidas en la región Neotropical, siendo Sur América el área geográfica con mayor diversidad

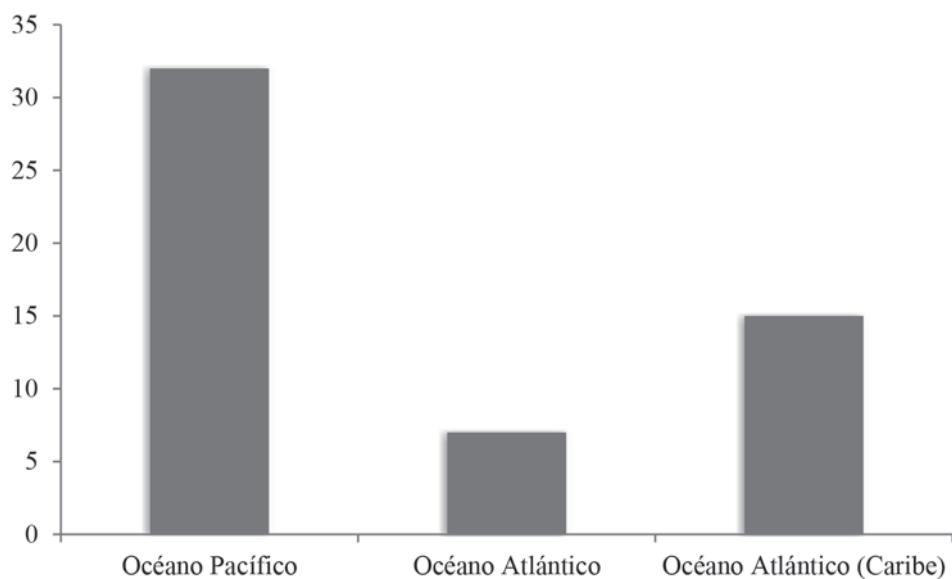


Figura 3. Riqueza de especies de chinches patinadoras marinas por área biogeográfica en la región Neotropical.

de especies (Anexo 2). *Halovelia* es el género con mayor número de especies (32), distribuidas desde la costa del Mar Rojo hasta el Pacífico sur cerca de las Costa de Samoa, norte de Australia, Islas Fiji y Tonga (Andersen 1998). De las especies actuales del género *Halovelia*, ninguna se ha recolectado en el Caribe, sin embargo, Andersen y Poinar (1998) describieron *H. electrodominica* de ámbar Dominicano, hace 20 a 30 millones de años; siendo esta descripción el primer registro de insecto marino en ámbar y probablemente la extinción de esta especie sucedió durante finales del Terciario.

Hermatobatidae es una familia de insectos obligatoriamente marinos, y el género *Hermatobates* actualmente cuenta con 12 especies descritas, distribuidas principalmente entre el Trópico de Capricornio y el Trópico de Cáncer (Polhemus y Polhemus 2012), de estas especies solo dos se distribuyen en el Neotrópico: *H. breddini* Herring, 1965 en el mar Caribe (Polhemus y Herring 1979) y *H. hawaiensis* endémica de Hawaii (Anexo 2).

En la región Neotropical, *Mesoveliidae* está representada principalmente por el género

Darwinivelia con tres especies distribuidas en las costas de Colombia, el norte de Brasil, y las Islas Galápagos (Anexo 2); el género *Mesovelia*, con *M. mulsanti*, distribuida en Estados Unidos y Canadá, además de ser introducida en las islas de Hawaii (Damgaard *et al.* 2012, Moreira 2015) y *M. halirrhya* Polhemus, 1975 que solo se ha registrado hasta el momento para Costa Rica y Colombia (Anexo 2) y *Speovelia* con un solo representante neotropical reportado para México (Anexo 2).

La región Pacífica fue la que presentó mayor riqueza de especies (Figura 3), esta riqueza es debida a que existe una mayor franja de manglares, donde la mayoría de las especies costeras tiene preferencia, adicionalmente algunos lugares de las zonas litorales Neotropicales son altamente lluviosos, y en esta región discurren de manera permanente cuerpos de agua dulce hacia el mar de diferente manera, haciendo que se presenten microhabitats que pueden dar lugar a que algunas especies de agua dulce puedan encontrarse a pocos metros del mar y en algunas ocasiones estas especies pueden soportar cierta salinidad fruto de los cambios de marea que inundan estas zonas de agua dulce.

Conclusión

Con esta nueva aproximación se cuenta con un conocimiento detallado de la diversidad y de algunos aspectos ecológicos de las especies de chinches marinas en la región del Neotrópico. El hecho que la región Pacífica presente la mayor riqueza de especies y que se encontraran dos nuevas especies para el Caribe y Pacífico colombiano (Molano *et al.* en prep.), da la certeza que la lista aumentará con nuevos inventarios, principalmente sobre las zonas identificadas con bajos registros y cuando se avance en detalle en los aspectos taxonómicos de los géneros y familias identificadas en el Neotrópico.

Agradecimientos

A los curadores de las colecciones visitadas: Cesar Tamaris (CEUM), Harry Brailovsky (CNIN), Fernando Fernández (ICN), Ana Lucia López (CIBUQ) y Monika Springer (MZUCR). A Felipe Moreira (Instituto Oswaldo Cruz-Brasil) y Carla Floriano (Universidad de Sao Paulo), por toda la disposición y colaboración. A Patricia Mondragón su cooperación, a la Escuela de Ciencias Biológicas y al Museo de Historia Natural Luis Gonzalo Andrade de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), por el apoyo para la realización de las salidas de campo. A los estudiantes de las asignaturas Invertebrados marinos y Ecología marina (semestres VII – VIII) del programa de Biología de la UPTC, quienes aportaron datos con su componente práctico en esta región durante el mencionado período y a los pescadores de las regiones visitadas por su entusiasta ayuda en la fase de campo. A la Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por la financiación de este trabajo, con el proyecto: Chinches Patinadoras (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) de Colombia: Taxonomía, Distribución y Datos Biológicos: SGI 1952.

Bibliografía

- Andersen, N. M. 1982. The semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha). Phylogeny, adaptations biography, and classification. *Entomograph* 3: 1–455.
- Andersen, N. M. 1989. The coral bugs, genus *Halovelia* Bergroth (Hemiptera, Veliidae). I. History, Classification, and taxonomy of species except the *H. malaya*-group. *Entomological Scandinavia* 20: 75–120.
- Andersen, N. M. 1998. Marine water striders (Heteroptera, Gerromorpha) of the Indo-Pacific: cladistic biography and cenozoic paleogeography. *Biogeography and Geological Evolution of the SE Asia* 341–354.
- Andersen, N. M. 1999. The evolution of marine insects: phylogenetic, ecological and geographical aspects of species diversity in marine water striders. *Ecography* 22: 98–111.
- Andersen, N. M. y L. Cheng. 2004. The marine insect *Halobates* (Heteroptera: Gerridae) biology, adaptations, distribution and phylogeny. *Oceanography and Marine Biology An Annual Review* 42: 119–180.
- Andersen, N. M. y G. O. Poinar. 1998. A marine water strider (Hemiptera: Veliidae) from Dominican amber. *Entomologica Scandinavica* 29: 1–9.
- Andersen, N. y J. Polhemus. 1980. Four new genera of Mesoveliidae (Hemiptera, Gerromorpha) and the phylogeny and classification of the family. *Entomologica Scandinavica* 11: 369–392.
- Andersen, N. y T. Weir. 1999. The marine Halovelinae (Hemiptera: Veliidae) of Australia, New Caledonia and southern New Guinea. *Invertebrate Taxonomy* 13: 309–350.
- Barrera, J. V. 2014. *Las chinches patinadoras (Hemiptera: Gerromorpha) en ecosistemas marinos del Caribe Colombiano*. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología. Tunja, 45 pp.
- Camus, P. A. y R. M. Barahona. 2002. Insectos del intermareal de Concepción, Chile: perspectivas para la investigación ecológica. *Revista Chilena de Historia Natural* 75 (4): 793–803.
- Carvalho, J. C. M. 1984. On a new species of intertidal water strider from Brazil (Hemiptera, Gerromorpha, Mesoveliidae). *Amazoniana* 8 (4): 519–523.
- Castro-Vargas, M. y I. Morales-Castaño. 2011. The *Rheumatobates* Bergroth, 1892 (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) of Colombia, including the description of *R. plumpes* n. sp. and a key to represented species. *Zootaxa* 3040: 1–18.
- Cheng, L. 2006. A bug on the ocean waves (Heteroptera, Gerridae, *Halobates* Eschscholtz). *Denisia* 19: 1033–1040.
- Cheng, L. 1976. Marine Insects. North-Holland Publishing Company. Amsterdam The Netherlands, 581pp.

- Cheng, L. y E. W. Leis. 1980. Notes on the seabed *Hermatobates hawaiiensis* China (Heteroptera: Hermatobatidae). *Proceeding Hawaiian Entomological Society* 23 (2): 193–197.
- Cheng, L. y R. Lewin. 1971. An interesting marine insect, *Rheumatobates aestuarius* (Heteroptera: Gerridae), from Baja California, Mexico. *Pacific Insects* 13 (2): 333–341.
- Cheng, L. y W. Mathis. 2003. Marine insects of Guam: Heteroptera and Diptera. *Micronesica* 35–36: 514–522.
- Clapham, M. E., J. A. Karr y D. B. Nicholson, A. J Ross y P. J. Mayhew. 2016. Ancient origin of high taxonomic richness among insects. *Proceeding of the Royal Society B* 283: 2015–2476.
- Damgaard, J., F. F. Moreira, M. Hayashi, T. Weir y A. Zettel. 2012. Molecular phylogeny of the pond treaders (Insecta: Hemiptera: Heteroptera: Mesoveliidae), discussion of the fossil record and a checklist of species assigned to the family. *Insect Systematics & Evolution* 43: 175–212.
- Drake, C. J. 1958. New Neotropical Veliidae (Hemiptera). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 71: 133–142.
- Drake, C. J. y H. M. Harris. 1933 New American Veliidae (Hemiptera). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 46: 45–54.
- Drake, C. J. y P. H. Van Doesburg. 1966. Water–Striders of the American Genus *Trochopus* (Hemiptera: Veliidae). *Studies on the Fauna of Suriname and Other Guyanas* 31: 65–76.
- Epler, J. H. 2006. Identification manual for the aquatic and semi-aquatic Heteroptera of Florida (Belostomatidae, Corixidae, Gelastocoridae, Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Mesoveliidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Ochteridae, Pleidae, Saldidae, Veliidae). Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, 195 pp.
- Floriano, C. F. B. y F. F. F. Moreira. 2015. A new species of *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Brazil. *Zootaxa* 4018: 437–443.
- Ferrú, M. y W. Sielfeld. 2010. Nuevos registros de *Halobates splendens* (Hemiptera: Gerridae) en el Norte de Chile y comentarios sobre la distribución en el Pacífico suroriental. *Revista Chilena de Entomología* 35: 83–87.
- Hadden, F. C. 1931. The Pelagic *Halobates*. *Proceedings Hawaiian Entomological Society* 7: 457–459.
- Henry, G. M. 1932. Note on the diving powers of *Halobates*. *Spolia Zeylanica* 16: 353–354.
- Herring, J. L. 1958. The marine water-striders of the ‘Dana’ Expeditions (Insecta: Hemiptera). *Dana Report* 44: 1–14.
- Herring, J. L. 1961. The genus *Halobates* (Hemiptera: Gerridae). *Pacific Insects* 3: 223–305.
- Hungerford, H.B. 1954. The Genus *Rheumatobates* Bergoth (Hemiptera-Gerridae). *The University of Kansas Science Bulletin* 36 (7): 529–588.
- Ikawa, T., H. Okabe y L. Cheng. 2012. Skaters of the seas comparative ecology of nearshore and pelagic *Halobates* species (Hemiptera: Gerridae), with special reference to Japanese species. *Marine Biology Research* 8: 915–936.
- Manzano, M. R., N. Nieser y G. Caicedo. 1995. Lista preliminar de heterópteros acuáticos en la Isla Gorgona y Llanura del Pacífico. *Biblioteca José Jerónimo Triana* 11: 47–72.
- Molano, F., F.F.F. Moreira y I. Morales. 2016. New species and records of Microveliinae and Veliinae (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia. *Zootaxa* 4171 (3): 575–585.
- Molano-Rendón, F., I. T. Morales-Castaño y C. Serrato-Hurtado. 2008. Clasificación y Hábitats de Gerridae (Heteroptera-Gerromorpha) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13 (2): 41–60.
- Moreira, F. F. F. 2015. The Semiaquatic Gerromorphans. Pp. 113–156. En: Panizzi A. y J. Grazia. (Eds.). True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics. 1 ed. Dordrecht: Springer Science+Business Media, Brazil.
- Moreira, F. F., J. R. I. Ribeiro y J. L. Nessimian. 2008. A synopsis of the species of *Mesovelia* (Insecta: Heteroptera: Mesoveliidae) occurring in the floodplain of the amazon river, Brazil, with redescriptions of *Mesovelia mulsanti* White and *M. zeteki* Harris & Drake. *Acta Amazonica* 38 (3): 539–550.
- Moreira, F. F. F., J. L. Nessimian, J. A. Rúdio y F.F. Salles. 2010. New species and new records of Veliidae from Espírito Santo State and adjacent Minas Gerais State, Brazil, with notes on nomenclature (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha). *Journal of Natural History* 44: 2761–2801.
- Muñoz S., C. Naranjo y F. F. F. Moreira. 2012. New distributional records of Gerromorpha Popov, 1971 (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) from Cuba. *Check List* 8 (2): 307–309.
- Nieser, N. y M. Alkins-Koo. 1991. The water bugs of Trinidad & Tobago. *Occasional Papers of the Zoology Department, University of the West Indies* 9: 1–127.
- Padilla-Gil, D. N. y O. Arcos. 2011. Hemiptera acuáticos asociados a los estuarios de la costa pacífica colombiana. *Revista Colombiana de Entomología* 37 (1): 350–353.
- Padilla-Gil, D. N. y B. Pacheco-Chávez. 2012. New records of *Rheumatobates* Bergoth (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) from the Pacific coast of Colombia and Costa Rica, with a key to males of *Rheumatobates* in the Eastern Tropical Pacific. *Zootaxa* 3427: 33–46.

- Padilla-Gil, D. N. y F. F. F. Moreira. 2013a. Checklist, taxonomy and distribution of the *Rhagovelia* Mayr, 1865 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) of the Americas. *Zootaxa* 3640 (3): 409424.
- Padilla-Gil, D. N. y F. F. F. Moreira. 2013b. Two new species of *Microvelia* Westwood, 1834 (Hemiptera: Heteroptera: Veliidae) from Colombia, with a key to Colombian species. *Zootaxa* 3745 (5): 587–595.
- Polhemus, J. T. 1975. New estuarine and intertidal water from Mexico and Costa. *The Pan-Pacific Entomologist* 51 (3): 243–247.
- Polhemus, J. T. 1991. Two new Neotropical genera of Trepobatinae (Gerridae: Heteroptera). *Journal New York Entomologist Society* 99 (1): 78–86.
- Polhemus, J. T. y L. Cheng. 1976. A new *Rheumatobates* from Costa Rica (Hemiptera: Gerridae). *The Pan-Pacific Entomologist* 52 (4): 321–323.
- Polhemus, J. T. y J. L. Herring. 1979. A Further description of *Hermatobates bredini* Herring and a new record for Cuba (Hemiptera: Hermatobatidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 81 (2): 253–254.
- Polhemus, J. T. y C. L. Hogue. 1972. Two new *Microvelia* from crabholes in Costa Rica. *Contributions in Science Natural History Museum Los Angeles* 224: 1–6.
- Polhemus, J. T. y L. Cheng. 1982. Notes on marine water-strider with descriptions new species. *Pacific Insects* 24 (3–4): 219–227.
- Polhemus, J. T. y M. R. Manzano. 1992. Marine Heteroptera of the eastern tropical Pacific (Gelastocoridae, Gerridae, Mesoveliidae, Saldidae, Veliidae). Pp. 302–320, 650, 660. En: Quintero, D. y A. Aiello. (Eds.). Insects of Panama and Mesoamerica: selected studies. Oxford University Press, Oxford, New York & Tokyo.
- Polhemus, J. T. y D. A. Polhemus. 1989. A New Mesoveliid genus and two new species of *Hebrus* (Heteroptera: Mesoveliidae, Hebridae) from Intertidal habitats in Southeast Asian mangrove swamps. *Raffles Bulletin of Zoology* 37 (1–2): 73–82.
- Polhemus J. T y D. A. Polhemus 1993. Two New Genera for New World Veliinae (Heteroptera: Veliidae). *Journal of the New York Entomological Society* 101 (3): 391–398.
- Polhemus J. T. y D. A. Polhemus. 2012. A Review of the Genus *Hermatobates* (Heteroptera: Hermatobatidae), with Descriptions of Two New Species. *Entomologica Americana* 118 (1): 202–241.
- Polhemus, J. T. y P. J. Spangler. 1989. A new species of *Rheumatobates* Bergroth from Ecuador and distribution of the genus (Heteroptera: Gerridae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 91 (3): 421–428.
- Prado, E. 2008. Conocimiento actual de Hemiptera – Heteroptera de Chile con lista de especies. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 57:31–75.
- Rico, V. 1993. Origen y rutas de dispersión de los manglares: una revisión con énfasis en las especies de América. *Acta Botánica Mexicana* 25: 1–13.
- Ruxton, G. y S. Humphries. 2008. Can ecological and evolutionary arguments solve the riddle of the missing marine insects?. *Marine Ecology* 29: 72–75.
- Sekimoto, T., K. Iyota, Y. Osumi, T. Shiraki y T. Harada. 2013. Lowered Salinity Tolerance in Sea Skaters *Halobates micans*, *Halobates sericeus*, and *Halobates* sp. (Heteroptera: Gerridae). *Environmental Entomology* 42 (3): 572–577.
- Westlake, K. P., L. Rowe y D. Currie. 2000. Phylogeny of the water strider genus *Rheumatobates* (Heteroptera: Gerridae). *Systematic Entomology* 25: 125–145.
- Zettel, H. 2003. Notes on the marine Halovelinae (Insecta: Heteroptera: Veliidae) of the Philippines, with descriptions of four new species, identification key, and classification of all species of *Haloveloides* Andersen, 1992. *Naturhistorisches Museum Wien* 104B: 163–181.
- Zettel, H. 2004. *Hebrus murphyi*, new species (Heteroptera: Hebridae) from an intertidal mangrove habitat in Burias Island, Philippines. *The Raffles Bulletin of Zoology* 52 (1): 75–77.

Anexo 1. Lista de familias, subfamilias y géneros de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) de ambientes marinos. Se presenta la distribución de especies asociadas a ecosistemas marinos y el número de especies a nivel mundial / Neotropical.

Familia / Subfamilia/ Género	Distribución	Número de especies
		Mundial/ Neotrópico
Gerridae		89/22
Halobatinae		
<i>Asclepios</i> Distant, 1915	India (Calcuta, Tamil Nadu), Malasia (Sabah), Singapur, Sri Lanka, Tailandia (Phuket), Taiwán, Vietnam, China (Hong Kong), Corea, Japón (Honshu, Kyushu).	3/0
<i>Halobates</i> Eschscholtz, 1822	Región Indo-pacífico Australiana, Islas de Hawaii, las Islas de Galápagos; Pacífico Este, Océano Atlántico.	46/5
Trepobatinae		
<i>Naboandelus</i> Distant, 1910	Oeste de África (Oriente Océano Atlántico).	2/0
<i>Pseudohalobates</i> Polhemus & Polhemus, 1996	Archipiélago Indo-Malayo.	1/0
<i>Rheumatometroides</i> Hungerford & Matsu- da, 1958	Islas Salomón, West New Britain, Australia (Northern Territory), Singapur (Mandai), Papua New Guinea.	7/0
<i>Stenobates</i> Esaki, 1927	Singapur (Pulau Ubin Island, cerca de Changi), Australia (Queensland).	10/0
<i>Stenobatopsis</i> Polhemus & Polhemus, 1996	Archipiélago Indo-Malayo.	2/0
<i>Telmatometroides</i> Polhemus, 1991	Costa Rica (Puntarenas), Panamá (Bahía Honda), Colombia (Costa Pacífica), Ecuador (Esmeraldas).	1/1
<i>Thetibates</i> Polhemus & Polhemus, 1996	Australia, Nueva Guinea.	1/0
Rhagadotarsinae		
<i>Rheumatobates</i> Bergroth, 1892	Sur de la Florida (USA) hasta Brasil.	16/16
Hebridae		3/1
<i>Hebrus</i> Curtis, 1831	Sur de Tailandia, Singapur, Filipinas (Isla Burias).	3/1
Hermatobatidae		9/2
<i>Hermatobates</i> Carpenter, 1892	Indo-pacífico, Islas de Hawaii (USA), Cuba, Dominicana.	9/2

Cont. Anexo 1. Lista de familias, subfamilias y géneros de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) de ambientes marinos. Se presenta la distribución de especies asociadas a ecosistemas marinos y el número de especies a nivel mundial / Neotropical.

Familia / Subfamilia/ Género	Distribución	Número de especies
		Mundial/ Neotrópico
Mesoveliidae		11/6
<i>Nereivelia</i> Polhemus & Polhemus, 1989	Sur de Tailandia y Singapur.	2/0
<i>Mesovelia</i> Mulsant & Ray, 1852	Sur de la Florida (USA) hasta Brasil.	4/2
<i>Darwinivelia</i> Andersen & Polhemus, 1980	Colombia, Galápagos (Ecuador), Brasil (Pará - Marapánim).	3/3
<i>Speovelia</i> Esaki, 1929	Japón y México.	2/1
Veliidae		91/17
Halovelinae		
<i>Haloveloides</i> Andersen, 1992	Filipinas, Tailandia hasta Islas Salomón.	12/0
<i>Halovelia</i> Bergroth, 1893	Indo-pacífico, Caribe.	32/1
<i>Xenobates</i> Esaki, 1927	Región Indo-Australiana.	28/0
Microveliinae		
<i>Husseyella</i> Herring, 1955	Honduras (Punta Gorda), Sur de la Florida (USA); Jamaica; Cuba; Colombia, Brasil.	3/3
<i>Mangrovelia</i> Linnavouri, 1977	Oeste de África (Oriente Océano Atlántico).	1/0
<i>Microvelia</i> Westwood, 1834	Costa Rica, Colombia.	4/4
<i>Xiphoveloides</i> Hoberlandt, 1950	Oeste de África (Oriente Océano Atlántico).	2/0
Rhagoveliinae		
<i>Rhagovelia</i> Mayr, 1865	Sur de la Florida (USA) hasta Brasil.	8/8
Veliinae		
<i>Platyvelia</i> Polhemus & Polhemus, 1993	Costa Pacífica Colombia.	1/1
Total especies		203/48

Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Gerridae				
Halobatinae				
<i>Halobates</i> Eschscholtz, 1822				
<i>Halobates micans</i> Eschscholtz, 1822	Ambientes pelágicos	Pacífico, Atlántico	Océano Pacífico y Océano Atlántico.	Andersen y Cheng 2004.
<i>Halobates robustus</i> Barber, 1925	Mar cerca de la costa	Pacífico	Galápagos (Ecuador).	Andersen y Cheng 2004.
<i>Halobates sericeus</i> Eschscholtz, 1822	Ambientes pelágicos	Pacífico	Océano pacífico	Andersen y Cheng 2004, Prado 2008.
<i>Halobates sobrinus</i> White, 1883	Ambientes pelágicos	Pacífico	Océano pacífico	Andersen y Cheng 2004.
<i>Halobates splendens</i> Witlaczil, 1886	Ambientes pelágicos	Pacífico	Océano pacífico	Andersen y Cheng 2004, Prado 2008, Ferrú y Sielfeld 2010.
Trepobatinae				
<i>Telmatometroides</i> Polhemus, 1991				
<i>Telmatometroides rozemboomi</i> (Drake & Harris, 1937)	Manglares	Pacífico	(Costa Rica (Puntarenas), Panamá (Bahía Honda), Colombia (Costa Pacífica), Ecuador (Esmeraldas))	Polhemus 1991, Polhemus y Manzano 1992, Molano-Rendón <i>et al.</i> 2008.
Rhagadotarsinae				
<i>Rheumatobates</i> Bergroth, 1892				
<i>Rheumatobates aestuarius</i> Polhemus, 1969	Manglares	Pacífico	Méjico, Baja California (Mar de Cortez)	Cheng y Lewin 1971, Polhemus y Manzano 1992.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Gerridae				
Rhagadotarsinae				
<i>Rheumatobates bergrothi</i> Meinert, 1895	Estuarios y cuerpos de agua dulce	Pacífico y Atlántico	El Salvador, Honduras, Nicaragua, Granada, Venezuela, Colombia, Panamá, Costa Rica	Hungerford 1954, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012, Polhemus y Spangler 1989.
<i>Rheumatobates carvalhoi</i> Drake & Harris, 1944	Estuarios/ Manglares	Pacífico	Colombia (Costa Pacífica)	Hungerford 1954, Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011.
<i>Rheumatobates clanis</i> Drake & Harris, 1932	Manglares	Atlántico (Caribe)	Honduras (Río Grande), Colombia (Isla Fuerte, Islas de San Bernardo)	Hungerford 1954, Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011.
<i>Rheumatobates longisetosus</i> Polhemus & Manzano, 1992	Estuarios/ Manglares	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca - Buenaventura, Nariño)	Molano <i>et al.</i> 2008; Padilla-Gil y Arcos 2011, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012.
<i>Rheumatobates mangrovensis</i> (China, 1943)	Manglares	Atlántico (Caribe)	Trinidad y Tobago (Yarra River)	Hungerford 1954.
<i>Rheumatobates mexicanus</i> Drake & Hottes, 1951	Estuarios y agua dulce	Pacífico	México (Acapulco, Aguascalientes, Puebla, Oaxaca, Veracruz)	Hungerford 1954.
<i>Rheumatobates minutus</i> Hungerford, 1936	Estuarios	Atlántico (Caribe)	USA (Florida) Guatemala, Jamaica, Colombia, Belize, México, Puerto Rico, Panamá	Hungerford 1954, Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011.
<i>Rheumatobates ornatus</i> Polhemus & Cheng, 1976	Estuarios/ Manglares	Pacífico	Costa Rica (Puntarenas, Mata de Limón)	Polhemus y Cheng 1976, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Gerridae				
Rhagadotarsinae				
<i>Rheumatobates peculiaris</i> Polhemus & Spangler, 1989	Manglares y agua dulce	Pacífico	Ecuador (Los Ríos), Colombia (Cauca y Nariño)	Polhemus y Spangler 1989, Manzano <i>et al.</i> 1995, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012.
<i>Rheumatobates petilus</i> Drake & Hottes, 1951	Estuarios	Pacífico	México (Acapulco)	Hungerford 1954, Polhemus y Spangler 1989.
<i>Rheumatobates probolicornis</i> Polhemus & Manzano, 1992	Manglares	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca, Choco, Nariño, Cauca)	Castro-Vargas y Morales-Castaño 2011, Padilla-Gil y Arcos 2011, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012.
<i>Rheumatobates prostatus</i> Polhemus, 1975	Estuarios/ Manglares	Pacífico	Costa Rica (Bocas de Barranca, Puntarenas), Panamá (Bahía Honda)	Polhemus 1975, Polhemus y Manzano 1992, Padilla-Gil y Pacheco-Chávez 2012.
<i>Rheumatobates praeposterus</i> Bergroth, 1908	Estuarios	Atlántico (Caribe)	Guatemala (Puerto Barrios)	Hungerford 1954.
<i>Rheumatobates trinitatis</i> (China, 1943)	Manglares	Atlántico (Caribe)	Trinidad y Tobago (Yarra River)	Hungerford 1954.
<i>Rheumatobates vegatus</i> Drake & Harris, 1942	Estuarios/ Manglares	Atlántico (Caribe)	USA (Florida), Belize, Cuba, México, Puerto Rico.	Hungerford 1954, Polhemus y Spangler 1989.
Hebridae				
<i>Merragata</i> White 1877				
<i>Merragata hebroides</i> White, 1877	Estuarios	Atlántico (Caribe)	Cuba	Muñoz <i>et al</i> 2012.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Hermatobatidae				
<i>Hermatobates</i> Carpenter, 1892				
<i>Hermatobates bredini</i> Herring, 1965	Lagunas formadas por arrecifes de coral	Atlántico (Caribe)	Belize, Bahamas, Cuba, Dominica	Polhemus y Herring 1979, Polhemus y Polhemus 2012.
<i>Hermatobates hawaiiensis</i> China, 1977	Mar cerca de la costa	Pacífico	Estados Unidos (Hawai)	Cheng y Leis 1980.
Mesoveliidae				
<i>Darwinivelia</i> Andersen & Polhemus, 1980				
<i>Darwinivelia angulata</i> Polhemus & Manzano, 1992	Pantanos de manglares	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca)	Polhemus y Manzano 1992.
<i>Darwinivelia forsteri</i> Andersen & Polhemus, 1980	Pantanos de manglares	Pacífico	Ecuador (Galápagos)	Andersen y Polhemus 1980.
<i>Darwinivelia polhemi</i> Carvalho, 1984	Pantanos de manglares	Atlántico	Brasil (Pará – Marapanim)	Carvalho 1984.
<i>Mesovelia</i> Mulsant & Ray, 1852				
<i>Mesovelia mulsanti</i> White, 1879	Manglares, estuarios, cuerpos de agua dulce	Pacífico Atlántico	Canadá hasta Argentina	Manzano <i>et al.</i> 1995, Moreira <i>et al.</i> 2008.
<i>Mesovelia halirrhya</i> Polhemus, 1975	Estuarios (Estanques conectados al mar en marea alta)	Pacífico	Costa Rica (Boca de Barranca), Colombia (Valle del Cauca)	Polhemus 1975, Polhemus y Manzano 1992.
<i>Speovelia</i> Esaki, 1929				
<i>Speovelia mexicana</i> Polhemus, 1975	Charcas de marea de poca profundidad (en cavernas).	Pacífico	México – Baja California	Polhemus 1975, Polhemus y Manzano 1992, Damgaard <i>et al.</i> 2012, Moreira 2015.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Veliidae				
Haloveliiinae				
<i>Halovelia</i> Bergroth, 1893				
<i>Halovelia electrodominica*</i> Andersen & Poinar, 1998	Manglares	Atlántico (Caribe)	República Dominicana	Andersen y Poinar 1998.
Microveliinae				
<i>Husseyella</i> Herring, 1955				
<i>Husseyella diffidens</i> (Drake & Harris, 1933)	Manglares	Atlántico	Brasil	Drake 1958, Moreira <i>et al.</i> 2010.
<i>Husseyella halophila</i> Drake, 1958	Manglares	Atlántico	Brasil	Drake 1958, Moreira <i>et al.</i> 2010.
<i>Husseyella turmalis</i> (Drake & Harris, 1933)	Manglares	Atlántico (Caribe)	Belize, Colombia, Mexico, sur de Florida, Trinidad y Tobago	Drake & Harris 1933, Nieser y Alkins-Koo 1991; Epler 2006, Molano <i>et al</i> 2016.
<i>Microvelia</i> Westwood, 1834				
<i>Microvelia chanita</i> Polhemus & Hogue, 1972	Guaridas de cangrejo (<i>Cardisoma crassum</i>) en manglares	Pacífico	Costa Rica (Puntarenas, Boca de Barranca)	Polhemus y Hogue 1972.
<i>Microvelia cubana</i> Drake, 1951	Estuarios	Atlántico (Caribe)	Cuba	Muñoz <i>et al</i> 2012.
<i>Microvelia inguapi</i> Padilla-Gil & Moreira, 2013	Estuarios	Pacífico	Colombia (Nariño)	Padilla-Gil y Moreira 2013b.
<i>Microvelia inquilina</i> Polhemus & Hogue, 1972	Guaridas de cangrejo en manglares (<i>Ucides occidentalis</i>)	Pacífico	Costa Rica (Puntarenas, Boca de Barranca)	Polhemus y Hogue 1972, Polhemus y Manzano 1992.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Veliidae				
Halovelinae				
<i>Microvelia leucothea</i> Polhemus & Manzano, 1992	Pantanos de Manglares	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca)	Polhemus y Manzano 1992.
Rhagoveliinae				
<i>Rhagovelia Mayr, 1865</i>				
<i>Rhagovelia aguaclara</i> Padilla-Gil, 2010	Estuarios	Pacífico	Colombia (Nariño: Tumaco)	Padilla-Gil y Arcos 2011.
<i>Rhagovelia arcuata</i> (Polhemus & Manzano, 1992)	Manglares	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca)	Polhemus y Manzano 1992, Padilla-Gil y Arcos 2011.
<i>Rhagovelia colombianus</i> (Polhemus & Manzano, 1992)	Estuarios	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca y Cauca)	Polhemus y Manzano, 1992, Padilla-Gil y Arcos 2011.
<i>Rhagovelia ephydros</i> (Drake & Van Doesburg, 1966)	Estuarios y agua dulce	Atlántico	Surinam	Drake y Van Doesburg 1966, Padilla-Gil y Moreira 2013a.
<i>Rhagovelia mangle</i> Moreira, Nessimian & Rúdio, 2010	Manglares	Atlántico	Brasil (Espírito Santo)	Moreira <i>et al.</i> 2010.
<i>Rhagovelia plumbea</i> Uhler, 1894	Manglares, Estuarios, mar cerca de la costa	Atlántico (Caribe)	Estados Unidos, México, Bahamas, Cuba, Islas Caimán, Hispaniola, Puerto Rico, U.S. Virgin Islands, Jamaica, Belize, Honduras, St. Lucia, St. Vincent y Grenadines, Aruba, Curaçao, Bonaire, Grenada, Venezuela, Trinidad y Tobago; Colombia	Drake y Van Doesburg 1966.

Cont. Anexo 2. Especies de Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) con distribución Neotropical de ambientes marinos.

Familia / Género / Especie	Hábitat	Área biogeográfica	Distribución	Bibliografía
Veliidae				
Halovelinae				
<i>Rhagovelia rosarensis</i> Padilla-Gil, 2010	Estuarios	Pacífico	Colombia (Nariño: Tumaco)	Padilla-Gill y Moreira 2013a.
<i>Rhagovelia salina</i> (Champion, 1898)	Manglares	Pacífico	Panamá (Isla Miguel)	Drake y Van Doesburg 1966.
Veliinae				
<i>Platyvelia</i> Polhemus & Polhemus, 1993				
<i>Platyvelia maritima</i> (Polhemus & Manzano, 1992)	Manglares (canales que forman los ríos dentro de los manglares).	Pacífico	Colombia (Valle del Cauca)	Polhemus y Manzano 1992, Polhemus y Polhemus 1993.

*Registrada en Ambar Dominicano (Extinta) (Andersen y Poinar 1998).

Fredy Molano-Rendón
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Tunja, Colombia
fredymol@gmail.com

Irina Morales
Grupo de Investigación Sistemática Biológica,
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Tunja, Colombia
irinamorales@gmail.com

Chinches patinadoras marinas (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversidad de los hábitats oceánicos del Neotrópico

Citación del artículo: Molano-Rendón, F. e I. Morales. 2017. Chinches patinadoras marinas (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversidad de los hábitats oceánicos del Neotrópico. *Biota Colombiana* 18 (1): 172-191. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a10

Recibido: 22 de junio de 2016
Aprobado: 16 de marzo de 2017

Descripción de una nueva especie de mariposa del género *Wahydra* Steinhauser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) para Colombia

Description of a new species of butterfly of the genus *Wahydra* Steinhauser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) from Colombia

Efraín R. Henao-Bañol, Fabián G. Gaviria y Julián A. Salazar-Escobar

Resumen

Se describe una nueva especie de mariposa saltarín (Hesperiidae) para Colombia, propia de zonas alto andinas especialmente en la región de vida paramuna en la cordillera Oriental de Colombia. *Wahydra carneiroi* n. sp. se diferencia fácilmente de las otras especies del género, por la presencia notoria de una banda blanca en la región posbasal del ala posterior ventral, además de las diferencias en las estructura genitales. Con la descripción de esta nueva especie el género queda integrado por 14 especies propias de las regiones andinas de Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina.

Palabras clave. Cundinamarca. Hespéridos. Mariposas diurnas. Páramo. Taxonomía.

Abstract

A new species of skipper butterfly is described (Hesperiidae) for Colombia, typical of high Andean regions, especially in the region of montane moors in the Cordillera Oriental of Colombia. This new species, *Wahydra carneiroi* n. sp., is easily distinguished by the presence of a white band in the region of the postbasal ventral hindwing in addition to differences in genitalia.

Key words. Cundinamarca. Butterflies. Paramo. Skippers. Taxonomy.

Introducción

El género *Wahydra* Steinhauser, 1991 pertenece a la subfamilia Hesperiinae y a la tribu Anthoptini (Warren et al. 2009), el cual se reconoce por la presencia de

un estigma prominente tripartito ubicado por debajo del origen de CuA1 en las alas anteriores (Steinhauser 1991), llamado también “brand” (Henao et al. 2015). Está constituido por una gran mancha alargada en Cu1-2 y dos manchas más pequeñas en Cu2-2A, cubiertas por escamas setosas de color gris opaco (Steinhauser 1991, Henao et al. 2015). Otra característica específica a nivel de las estructuras genitales es la presencia de una apófisis media del tegumen que es variable en forma y tamaño según la especie.

Este género según Mielke (2005) constaba de nueve especies, pero actualmente se han descrito cuatro nuevas especies (Henao et al. 2015). Con el objetivo de seguir contribuyendo a la biodiversidad de este grupo, el presente trabajo describe una nueva especie para la ciencia propia de zonas alto andinas especialmente en la región de vida paramuna de la cordillera Oriental de Colombia.

Material y métodos

Con base en el estudio del componente biofísico sobre mariposas diurnas en el plan de manejo de la Reserva Forestal Protectora – Productora de la cuenca alta del río Bogotá (Conservación Internacional- Colombia, datos no publicados), se realizaron 20 salidas de campo de cuatro días de esfuerzo de muestreo a diferentes municipios con altitudes entre 2200 y 3500 m. El material recolectado incluyó 33 individuos del género *Wahydra* representadas por *W. tassa* (Evans, 1955), *W. kenava* (A. Butler, 1870) y una nueva especie que se describe a continuación con sólo cinco individuos.

Los ejemplares fueron montados, rotulados y fotografiados con base en los estándares para colecciones biológicas (Andrade-C. *et al.* 2013). Las estructuras genitales fueron extraídas usando un tratamiento de KOH con base en lo propuesto por Birket-Smith (1974), observados y fotografiados con un estereoscopio Advanced Optical y conservados en microviales con glicerina. Las fotografías de las estructuras genitales se realizaron con cámara Panasonic DMC-FH1 y los diagramas fueron realizados mediante estereomicroscopio Wild 308700 con cámara lucida, escaneados y editados con el programa Photoshop CS3 para limpiar y componer las imágenes. Las descripciones de los colores siguen el modelo RGB basado sobre rojo, verde y azul (red, green, blue) por ser un espacio de color independiente del equipo. Para la descripción de la venación de las alas se utilizó la nomenclatura propuesta por Steinhauser (1991).

La terminología de las estructuras genitales se basó en Kloost (1970) y Carneiro *et al.* (2013). La nomenclatura y abreviaturas siguientes son usadas a través del texto o en las ilustraciones: AA: Ala anterior. AAD: Ala anterior vista dorsal. AAV: Ala anterior vista ventral. AP: Ala posterior. APD: Ala posterior vista dorsal. APV: Ala posterior vista ventral. Sc+R: Vena subcostal más vena radial. Sc: Vena subcostal. Rs: Vena subradial. R2: Vena radial 2. R3: Vena radial 3. R4: Vena Radial 4. R5: Vena radial 5. M1: Vena media 1. M2: Vena media 2. M3: Vena media 3. Cu1: Vena cubital 1. Cu2: Vena cubital 2. 2A: Vena anal.

Los acrónimos para las colecciones son: ICN-MHN-L: Instituto de Ciencias Naturales, Colección de Lepidóptera, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Colombia. CEH (Colección Personal de Efraín Henao). La abreviatura Gen es para estructuras genitales. Los Tamaños de la escalas están dadas en 1 mm o 1 cm según la figura.

Resultados

Wahydra carneiroi Henao, Gaviria y Salazar n. sp. (Figura 1).

Material estudiado

HOLOTIPO: Macho /Holotipo/Colombia, Cundinamarca, Villapinzón, Vereda San Pedro, Carretera Villapinzón - Soatama, páramo, zona abierta, cima, herbáceo, /05°10'30.3"N-73°33'28.5"O/ 3300 m. /20 Mar/2015, 11:00 a.m/ E. Henao, Leg., /Depositado en CEH. CEH-085-5375 / Holotipo *Wahydra carneiroi* Henao, Gaviria & Salazar det. 2016. **Paratipos:** 1 macho, con la misma información que el holotipo, excepto hora (11:25 a. m), depositado en CEH, CEH-085-5376/ 3 machos con la siguiente información: Colombia, Cundinamarca, Guasca/ PNN Chingaza/ Laguna de Siecha/ 3500 m/ 19-ene-2013/ P. Triviño leg./Paratipos *Wahydra carneiroi* Henao, Gaviria & Salazar det. 2016/ 2 ejemplares con códigos CEH-085-9257 y CEH-085-9258 depositados en ICN-MHN con etiquetas ICN-MHN-L 36942, Código de barras ICN-092574; ICN-MHN-L 36943, código de barras ICN-092575. El tercer ejemplar paratipo depositado en CEH, CEH-085-9259.

Localidad tipo

Colombia, Cundinamarca, Villapinzón, carretera que conduce de Villapinzón a Soatama, vereda San Pedro, sector el páramo, coordenadas geográficas 05°10'30.3"N-73°33'28.5"O y altitud 3300m.

Diagnosis. Macho: AA longitud 12-13 mm. Nudum: 13. AAD con estigma (brand) tripartido de color gris (RGB # 535450, distribuido de la siguiente

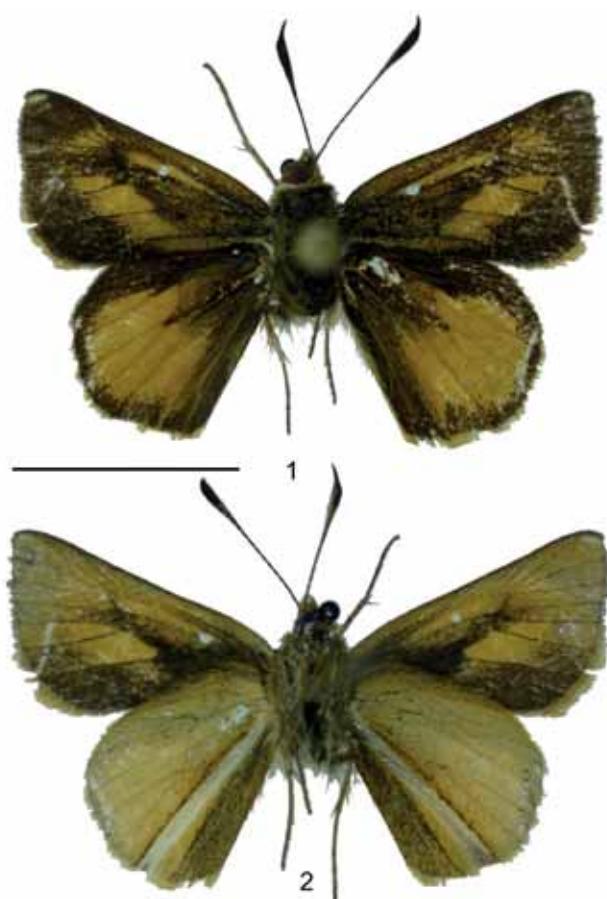


Figura 1. Holotipo de *Wahydra carneiroi* n. sp. a) vista dorsal, b) vista ventral. Escala 1 cm.

manera: entre CuA1-CuA2 largo, delgado en la parte superior, amplio en la parte inferior, entre CuA2-2A, dos cortos, el primero superior amplio y ovoide, el segundo inferior poco notorio, horizontal y de menor tamaño que la anterior. APV con una mancha blanca delgada y oblicua entre CuA2-2A, con cerca de la mitad del ancho de este espacio que va desde el margen anal hasta CuA2. Estructuras genitales de los machos con apófisis media posterior del tegumen bien desarrollada en vista lateral distalmente bifida.

Wahydra carneiroi n. sp es similar a *W. bella* (Hayward, 1939) en los patrones de coloración y maculación sin embargo, la presencia del estigma de la nueva especie es fino, delgado y grisáceo a diferencia de *W. bella* que presenta un estigma amplio, grueso y color marrón oscuro. *W. carneiroi* n. sp., presenta mancha

naranja cubriendo la mayor proporción del ala APD, mientras que la mancha naranja de *W. bella* es más angosta y hacia el margen externo. Otra diferencia existente entre las dos especies corresponde a la banda blanca del APV, la cual en *Wahydra carneiroi* es ancha y muy visible mientras que en *W. bella* es angosta y poco notoria.

Respecto a las estructuras genitales existe similitud entre *W. carneiroi* y *W. kenava*, sin embargo, la apófisis del tegumen en *W. kenava* es más corta que en *W. carneiroi*; la porción distal de la valva en *W. kenava* es recta, mientras que en *W. carneiroi* es redondeada. El ducto eyaculatorio es corto y más proximal en *W. kenava*, en *W. carneiroi* es largo y más central. El coecum es corto y globoso en *W. kenava* contrario a *W. carneiroi* que es largo y delgado; la fultura en vista dorsal presenta una forma de fórceps en *W. kenava*, mientras en *W. carneiroi* presenta una forma de ce (C).

Descripción

AAD: tres manchas apicales de color naranja (RGB # BE7D05). Margen costal naranja igual que las manchas apicales, mancha lineal delgada de color naranja (RGB # 9B6304) en la parte superior de la celda discal, la cual se hace más gruesa en la parte distal, tres manchas naranjas (RGB # BE7A04) oblicuas en la región media del ala desde M3 hasta 2A, cuyo color naranja se desvanece hacia el margen posterior. Patrón de color de fondo del ala castaño oscuro (RGB # 302916). Estigma tripartita de color gris (RGB # 535450), el primero grueso ubicado entre CuA1 y CuA2 la parte superior delgada y la parte inferior amplia. El segundo y tercero ubicado entre CuA2 y 1A-2A, el primero (superior) grande, ovoide y semihorizontal, el segundo (inferior) más pequeño, poco notorio o difuso y más horizontal con la mitad del tamaño del anterior, ambos separados por escamas de color naranja (RGB # 642D04) similar al color de las manchas apicales y dos manchas de color café oscuro (RGB # 918016), ubicadas a lo largo del margen costal y subcostal (Figura 2). AAV: tres manchas apicales de color naranja (RGB # B27632), celda discal naranja (RGB # 7846059), dos manchas

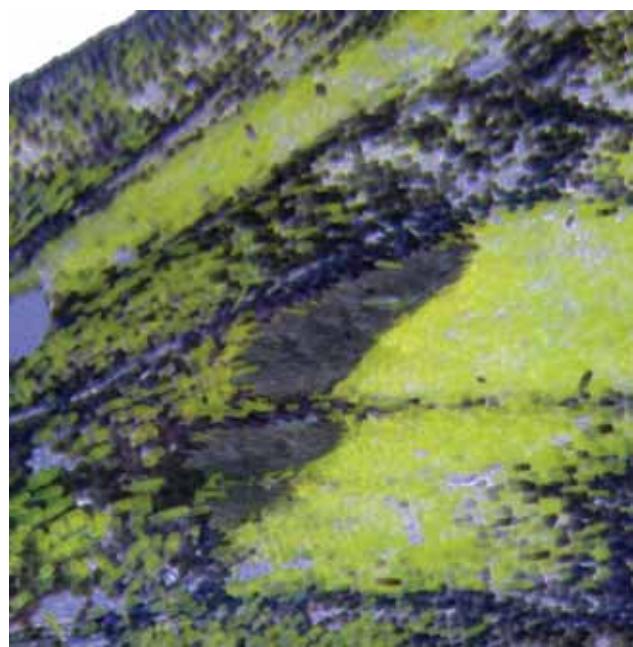


Figura 2. Estigma o “brand” de *Wahydra carneiroi* n. sp.

naranja (RGB # 642D02) en la región central, dos manchas café oscuro (RGB # 231712), una que va desde CuA2 hasta el margen anal ensanchándose en la region media del ala y otra que va desde la parte inferior de la celda discal hacia la región media del ala pasando por el tornus donde es más oscura.

APD: Mancha naranja (RGB # B47004) distribuida ampliamente en la región central rodeada por una franja café oscuro (RGB # 918016) incluyendo el margen anal y aumentando su tamaño en la región costal. APV: margen anal de color amarillo oscuro y jaspeado (RGB # 2D1914) seguido de una línea blanca-cremosa (RGB # EBDCDC) que va desde CuA2 hasta la parte media del margen anal, seguida por mancha de color naranja claro (RGB # 784614).

Estructuras genitales (Figura 3). Apófisis del tegumen en vista dorsal formada por dos lóbulos amplios. En vista lateral apófisis bien desarrollada y separada del uncus. Uncus corto y bifido, Gnathos amplio y grande. Brazos del vinculum bien desarrollados, la región superior aguda y la región lateral amplia. Valva amplia y semicuadrada, la región distal de la valva delgada con dos pequeños dientes poco visibles. Ámpula amplia. Harpe grueso. Aedeago en vista lateral con la porción distal superior bien esclerosada y en forma de gancho, además de ser semimembranosa, se puede observar un esclerozamiento mayor en la parte distal en la región media y superior. Ducto eyaculatorio dorsal cerca de la región media. Coecum notorio. Fultura en vista lateral de forma rectangular y simple en vista dorsal con forma de la tercera letra del alfabeto, ce (C).

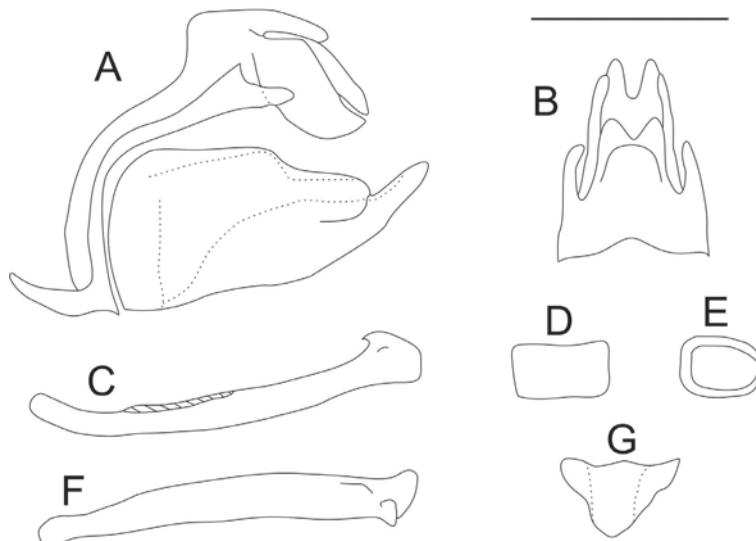


Figura 3. Ilustración de las estructuras genitales de *Wahydra carneiroi* n. sp. A) Capsula genital, vista lateral. B) Tegumen y uncus, vista dorsal. C) Aedeago, vista lateral. D) Fultura, vista lateral. E) Fultura, vista dorsal. F) Aedeago vista ventral. G) Saccus, vista ventral. Escala: 1 mm.

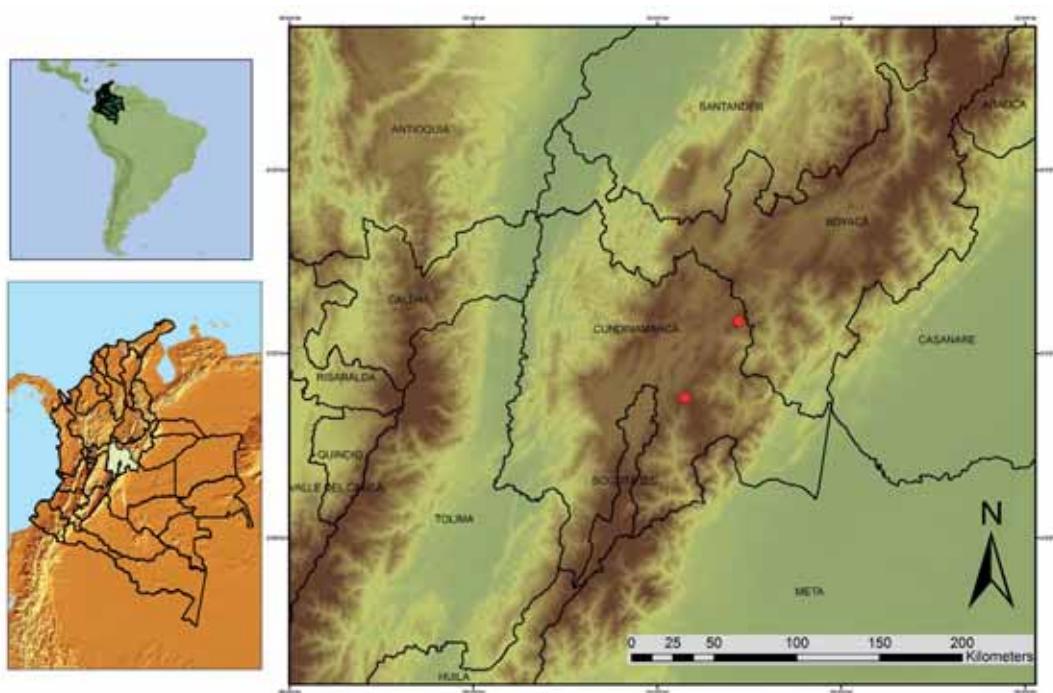


Figura 4. Mapa de los registros de *Wahydra carneiroi* n. sp.

Distribución

Esta especie es conocida de la región paramuna del municipio de Villapinzón (Cundinamarca) y del PNN Chingaza (Figura 4), lo que indica la posibilidad de encontrar la especie en altitudes superiores a los 3000 m en la cordillera Oriental en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (Colombia).

Etimología

Esta especie ha sido dedicada a Eduardo Carneiro do Santos de la Universidad Federal do Paraná (Brasil), en reconocimiento a su dedicación en las labores sistemáticas de la familia Hesperiidae, su humedad y generosidad son ejemplo para los presentes autores.

Observaciones de comportamiento y hábitat

Esta especie fue observada en zonas abiertas de páramo, asociadas a la especie vegetal *Chusquea tessellata* Munro, especialmente en horas de la mañana hasta el medio dia, los ejemplares observados

presentaron un vuelo lento en estrato medio y rasante, los ejemplares observados fueron solitarios.

Agradecimientos

Es nuestro deseo expresar gratitud a Conservación Internacional- Colombia especialmente a José Vicente Rodríguez y Andrés Páez por permitir emplear la información asociada del componente biofísico “Mariposas diurnas en el plan de manejo de la Reserva Forestal Protectora – Productora de la cuenca alta del río Bogotá”. Al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional especialmente al profesor Gonzalo Andrade-C. por aceptar parte de los ejemplares recolectados en este proyecto y permitir el acceso a los ejemplares de la colección. A Paola Triviño quien colectó y cedió tres ejemplares como parte de la serie tipo. El permiso de recolección del material biológico está amparado por el convenio entre Conservación Internacional-Colombia y Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR y Corpoguavio) según el contrato CC 06-15-CAR-Corpoguavio.

Bibliografía

- Andrade-C., M. G., E. R. Henao Bañol, y P. Triviño. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilioidea) *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 37 (144): 311-325.
- Birket-Smith, S. J. R. 1974. Morphology of the male genitalia of Lepidoptera I. Ditrysia. *Scandinavian Entomology* 5: 1-22.
- Carneiro, E., O. H. H. Mielke y M. M. Casagrande. 2013. Thorax and abdomen morphology of some Neotropical Hesperiidae (Lepidoptera). *Insecta Mundi* 0327: 1–47.
- Henao-B., E. R., E. Carneiro, O. H. H. Mielke y M. M. Casagrade. 2015. Taxonomic notes on *Wahydra* Steinhauser (Hesperiidae, Hesperiinae, Anthoptini) with description of four new species. *Zootaxa* 4040 (1): 59-73.
- Klots, A. B. 1970. Lepidoptera. Pp. 115-130. En: Tuxen, S. L. (Ed.). *Taxonomist's Glossary of Genitalia in Insects*, 2nd ed. Munksgaard, Copenhagen. 359 p.
- Mielke, O. H. H. 2005. Catalogue of the American Hesperioidea: Hesperiidae (Lepidoptera), volumen 5. Hesperiinae 2: *Megaleas-Zenis*. Sociedade Brasileira de Zoologia. Curitiba. 280 p.
- Steinhausen, S. R. 1991. Taxonomic notes and descriptions of new taxa in the Neotropical Hesperiidae. Part 2, Heteropterinae and Hesperiinae, Vinius group. *Bulletin of the Allyn Museum* 132: 1–79.
- Warren, A. D., J. R. Ogawa y A. V. Z. Brower. 2008. Phylogenetic relationships of subfamilies and circumscription of tribes in the family Hesperiidae (Lepidoptera: Hesperioidea). *Cladistics* 24: 642–676.
- Warren, A. D., J. R. Ogawa y A. V. Z. Brower. 2009. Revised classification of the family Hesperiidae (Lepidoptera: Hesperioidea) based on combined molecular and morphological data. *Systematic Entomology* 34: 467–523.

Efraín Reinel Henao-Bañol

Laboratorio de Entomología, Instituto de Ciencias Naturales,
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
erhenao@unal.edu.co

Fabian G. Gaviria

Laboratorio de estudios de Lepidoptera Neotropical,
Universidad Federal do Paraná,
Paraná, Brasil
fabiangaviria@ufpr.br

Julián A. Salazar-Escobar

Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas
Manizalez, Caldas, Colombia
julianmantis@gmail.com

Descripción de una nueva especie de mariposa del género *Wahydra* Steinhauser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) para Colombia

Citación del artículo: Henao-Bañol, E. R., F. G. Gaviria y J. A. Salazar-Escobar. 2017. Descripción de una nueva especie de mariposa del género *Wahydra* Steinhauser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) para Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 192-197. DOI: 10.21068/c2017. v18n01a11

Recibido: 25 de julio de 2016

Aprobado: 16 de marzo de 2017

Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del nororiente andino de Colombia

Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) in the northeastern Andean region of Colombia

Catalina Romero-Ortiz

Resumen

Se realizó una evaluación de la diversidad de pseudoescorpiones en la región Andina nororiental de Colombia. Se revisó la colección aracnológica del Instituto de Ciencias Naturales y se efectuaron muestreos en tres sitios de los departamentos de Santander y Norte de Santander durante una semana mediante revisión manual de cernido de hojarasca. Se estudiaron 94 ejemplares y se encontraron nueve morfoespecies pertenecientes a seis géneros de las familias Tridenchthoniidae, Syarinidae, Olpiidae, Withiidae y Chernetidae. Se amplía la distribución altitudinal de *Ideobisium peckorum*, geográfica de *Ideobisium puertoricense* y la familia Tridenchthoniidae, la cual se registra por primera vez para Colombia.

Palabras clave. Boyacá. Cordillera Oriental. Falsos escorpiones. Norte de Santander. Santander.

Abstract

An exploration of diversity of the Order Pseudoscorpiones in the noreastern Andean region of Colombia was carried out. The arachnological collection of the Instituto de Ciencias Naturales was revised and sampling was carried out at three sites in departments of Santander and Norte de Santander for a week by manually sifting leaf litter. A total of nine morphospecies in six genera of the families Tridenchthoniidae, Syarinidae, Olpiidae, Withiidae and Chernetidae are reported. The geographic distribution of *Ideobisium puertoricense* and altitudinal range of *Ideobisium peckorum* is increased. The family Tridenchthoniidae is recorded for the first time in Colombia.

Key words. Boyacá. Eastern mountain range. False scorpions. Norte de Santander. Santander.

Introducción

El levantamiento de la cordillera de los Andes jugó un papel importante en la diversificación histórica de los organismos neotropicales (Brumfield y Edwards 2007). Dicha diversificación se debió tanto a la separación de los organismos que habitaban el territorio (Haffer 1967, Gentry 1982, Lynch y Duellman 1997) como el surgimiento subsiguiente de un mosaico de hábitats desde valles hasta

ambientes montanos (Graham *et al.* 2004, Hughes y Eastwood 2006) los cuales permitieron un proceso de colonización posterior.

Ecosistemas como el bosque andino colombiano, siendo uno de los más ricos a nivel biológico, es de los menos conocidos y más amenazados (Gentry 2001, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial 2010). Ubicado entre los 1000 y 3000 metros sobre el nivel del mar (*sensu lato*), presta una gran cantidad de servicios ecosistémicos, entre los que se encuentra la regulación del ciclo hidrológico, el mantenimiento de la calidad del agua y la recarga de acuíferos (Celleri 2010).

Los estudios aracnológicos en Colombia se han enfocado en la Región Andina Central (Flórez y Sánchez 1995). Sin embargo, zonas como el nororiente, de alta diversidad para otros grupos animales y altamente amenazada por factores antrópicos, han sido sub-muestreadas.

Por su parte, la riqueza de la fauna de pseudoescorpiones en el mundo ha sido subestimada (Harvey 2002). En Colombia, la revisión realizada por Ceballos y Flórez (2007) reveló un total de 21 especies de las más de 3790 especies descritas a nivel mundial (Harvey 2013). Trabajos posteriores han aportado al conocimiento del orden en el país (Harvey y Muchmore 2013, Bedoya *et al.* 2014, 2015, Bedoya *et al.* 2015, Romero-Ortiz 2015, Bedoya *et al.* 2016), sin embargo es necesaria una exploración más intensiva de la diversidad del grupo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de la diversidad de pseudoescorpiones del nororiente de la región Andina de Colombia.

Material y métodos

Se revisó la Colección Aracnológica del Instituto de Ciencias Naturales (ICN-APs) en busca de ejemplares del Orden cuya localidad de colecta estuviera en los departamentos de Boyacá, Santander o Norte de Santander y cuya altitud se ubicará en el piso térmico templado isomacrotérmico, isomesotérmico o isomicrotérmico definidos por Hernández (1992).

Adicionalmente, se seleccionaron dos sitios de muestreo en el departamento de Santander, dos bosques alto andinos y uno en Norte de Santander, un bosque seco subandino, lugares donde el número de registros era bajo. Los tres lugares fueron escogidos debido a su bajo grado de perturbación. En el trabajo

de campo la búsqueda se enfocó en los micro hábitat más frecuentes del orden, como lo son la hojarasca, los troncos en pie y en descomposición, y bajo rocas. Se realizó captura manual diurna (Mahnert y Adis 2002) de cernidos de hojarasca y posterior búsqueda sobre una superficie blanca.

Para la identificación, se utilizaron las descripciones realizadas por Chamberlin y Chamberlin (1945), Chamberlin (1962), Muchmore (1982), Muchmore y Chamberlin (1995), Judson (2007), Edward y Harvey (2008) y Tooren Van Den (2011). Posteriormente, los ejemplares fueron depositados en microviales que contienen alcohol 70%, los cuales hacen parte de la Colección Aracnológica del Instituto de Ciencias Naturales (ICN-APs).

Resultados y discusión

Se examinaron 94 ejemplares que fueron separados en nueve morfoespecies pertenecientes a seis géneros y seis familias. La mayor abundancia se registró para la familia Chernetidae y la mayor riqueza para la familia Syarinidae. En la figura 1 se ilustran los puntos de localidad en los que se encontraron los géneros estudiados en este trabajo. En la figura 2 se muestran fotografías de especímenes seleccionados por morfo. A continuación se presentan los resultados siguiendo el orden sistemático propuesto por Harvey (1992).

TRIDENCHTHONIIDAE Balzan, 1892

Diagnosis. Caparazón de los adultos con muchas setas (entre 80 y 140). Galea de las ninfas con 2 o 3 estiletes (Mahnert y Adis 2002).

Tridenchthonius Balzan, 1887

Diagnosis. Dientes marginales de la quela pequeños, agudos y romos, pero muy continuos y subigualmente desarrollados anteriormente y posteriormente en ambos dedos. Tricobotrio *t* distal de *st* y proximal al extremo del dedo, siendo *b* el más basal de todos (Chamberlin y Chamberlin 1945).

Material examinado. COLOMBIA. Santander. Suaita. San José de Suaita. Fundación San Cipriano.

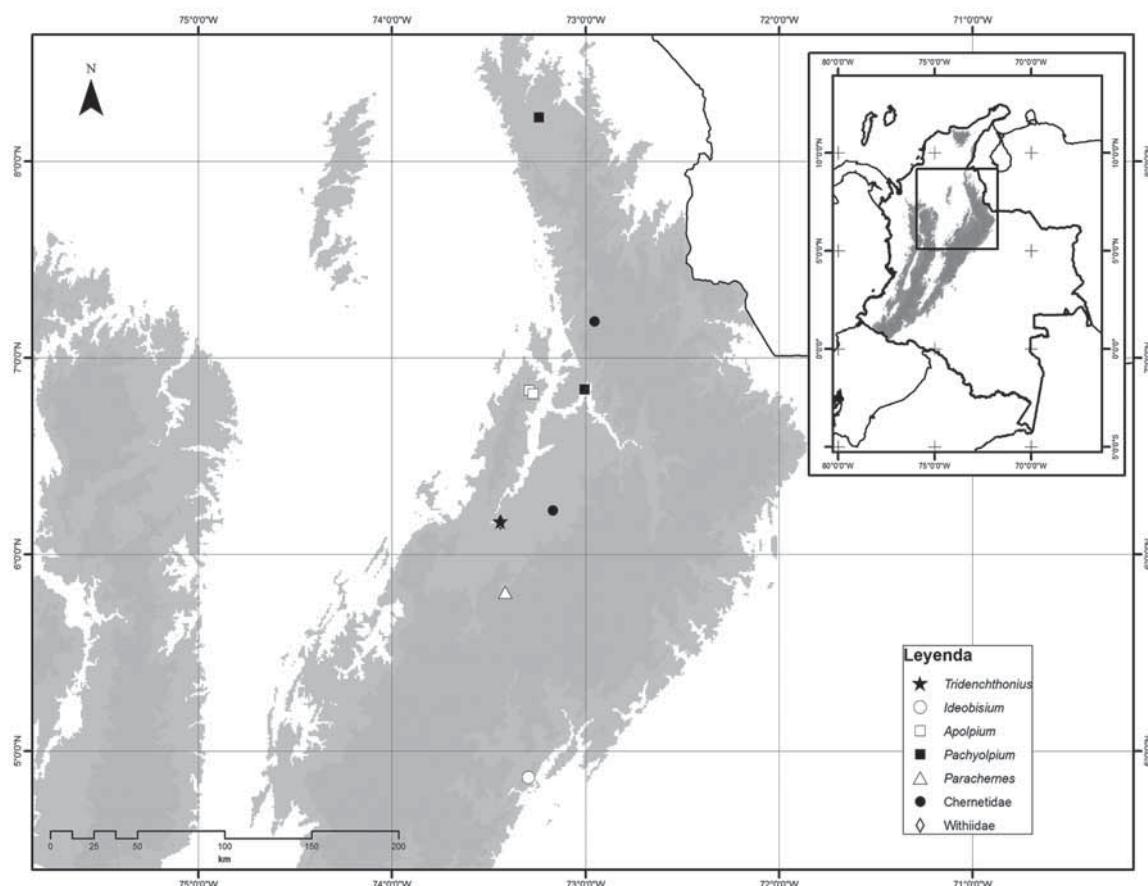


Figura 1. Mapa de puntos de localidad de los géneros del orden Pseudoscorpiones encontrados para la región Andina nororiental. Los puntos se encuentran en los departamentos de Boyacá, Santander y Norte de Santander.

Casa de alojamiento. 6°09'42.3"N 73°26'57.2"W. 1600 m s.n.m. 1-v-2013. Colectores: C. Romero y G. Amat. En hojarasca. Colecta manual diurna. 1 ♀ (ICN-APs-412).

Distribución. Este género posee distribución pantropical con una mayor diversidad en el neotrópico aunque no se tenían registros previos ni de la familia ni del género para Colombia.

SYARINIDAE Chamberlin, 1930

Diagnosis. Tricobotrio *t* del dedo móvil apicalmente lanceolado (Mahnert y Adis 2002)

Ideobisium Balzan, 1892

Diagnosis. Cuatro ojos bien desarrollados.

Tricobotrios *eb*, *esb*, *e isb* claramente en la cara lateral de la mano palpal (Mahnert y Adis 2002).

Ideobisium puertoricense Muchmore, 1982

Material examinado. COLOMBIA. Boyacá. Santa María. La Almenara. 04°51'48" N- 73°16'04" O. 1100 m s.n.m. 15-v-2009. Colectores: E. Flórez y D. Luna. Bosque secundario. Debajo de piedra, borde de sendero. Colecta manual diurna. Det: *aff.* D. Luna. x-2010. 3♂, 8♀, 1 Tritonifa (ICN-APs-136). Boyacá. Santa María. Vereda Calichana, La Almenara. 04°51'48" N- 73°16'04" O. 1100 m s.n.m. 18-v-2009. Colectores: E. Flórez y D. Luna. Bosque secundario. Trampa winkler. Det: *aff.* D. Luna. x-2010. 1♀ (ICN-APs-192). Santander. Suaita. San José de Suaita. Fundación San Cipriano. 13-x-2013. Colector: C.

Romero. Bosque secundario. Cernido de hojarasca. 2♂, 1♀, 1 Deutoninfa, 1 Protoninfa (ICN-APs-414). Santander. Zapatoca. Vda. La Cacica. Reserva La Montaña Mágica. Sendero de los cuatro acuerdos. 1883 m s.n.m. 6-7-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 1 Tritoninfa, 1 Protoninfa (ICN-APs-427). Santander. Zapatoca. Vda. La Cacica. Reserva La Montaña Mágica. El Palmar. 06° 50,195' N- 073° 18,419' O. 2257 m s.n.m. 6-7-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 1 Tritoninfa, 1 Protoninfa (ICN-APs-428). Santander. Zapatoca. Vda. La Cacica. Reserva La Montaña Mágica. Getsemani. 06° 50,044' N- 073° 18,241 O. 1964 m s.n.m. 6-7-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 1♂ (ICN-APs-429).

Distribución. Esta especie estaba registrada sólo en su localidad tipo, El Yunque, Puerto Rico con lo que este trabajo documenta una expansión notable de su distribución conocida.

Ideobisium peckorum Muchmore, 1982

Material examinado. COLOMBIA. Boyacá. SFF de Iguaque, cerca de la cabaña Carrizales. 05°40'00" N- 73°27'00" O. 2900 m s.n.m. 4-xi-1997. Colector: E. Gonzales. Trampa winkler. Det: *aff.* D. Luna. x-2010. 3♂ (ICN-APs-033). Boyacá. Santuario de Fauna y Flora de Iguaque, Sector Carrizal. 2900 m s.n.m. 9-vi-2001. Colectores: E. Flórez y V. Rodríguez. Bosque andino. Captura manual. Det: *aff.* D. Luna. x-2010. 4♂, 1♀ (ICN-APs-053).

Distribución. Esta especie se encuentra registrada para la región amazónica colombiana y brasilera. Estos registros representan una ampliación altitudinal de 2000 metros.

OLPIIDAE Banks, 1895

Diagnosis. Aparato de veneno en los dos dedos de la quela. Dedo fijo con ocho tricobotrias, cinco en la cara externa y tres en la interna. Arolio desarrollado y entero. Terguitos simples. Rallum compuesto por tres sedas, algunas veces reducidas a dos. (Harvey y Stahlavsky, 2009)

Apolpium Chamberlin, 1930

Diagnosis. Tricobotrios *ist* e *it* claramente distales de *est*. Tricobotrio *sb* claramente más cerca a *b* que a *st* (Mahnert y Adis 2002).

Material examinado. COLOMBIA. Boyacá. SFF de Iguaque, sector Carrizal. 2900 m s.n.m. 9-vi-2001. Colectores: E. Flórez y V. Rodríguez. 1♀ (ICN-APs-241). Santander. Zapatoca. Vda. La Cacica. Reserva La Montaña Mágica. El Monte. 06° 50,084' N- 073° 17,478 O. 1683 m s.n.m. 6-7-xi-2013. Colectores: D. Martínez y C. Perafán. Bajo roca. Colecta manual diurna. 1♀ (ICN-APs-430). COLOMBIA. Santander. Zapatoca. Cabecera municipal. 6-7-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Bajo corteza. Colecta manual diurna en casa de propietarios Reserva La Floresta. Parte trasera de la casa en tronco espinoso de aprox. 7 m. de hojas palmidigitadas. 1♀ (ICN-APs-431).

Distribución. Este género posee distribución neotropical y se tienen dos registros previos para Colombia en la región andina, *Apolpium cordimanum* (Balzan 1892) y *Apolpium vastum* Beier, 1959.

Pachyolpium Beier, 1931

Diagnosis. Tricobotria *it* distal de *est*. Tricobotria *ist* cerca de la base proximal a *est* (Mahnert y Adis 2002).

Material examinado. COLOMBIA. Norte de Santander. La Playa de Belén. Vda. Rosa Blanca. ANU Los Estoraques. Volcán Blanco. 08° 13,332' N- 073° 14,458' O. 1460 m s.n.m. 3-4-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 1♂ (ICN-APs-419). Norte de Santander. La Playa de Belén. Vda. Rosa Blanca. ANU Los Estoraques. Sendero Ciudad Perdida. 08° 13,442' N- 073° 14,527' O. 1471 m s.n.m. 3-4-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 1♀, 1 Tritoninfa, 2 Deutoninfas, 2 Protoninfas (ICN-APs-421). Norte de Santander. La Playa de Belén. Vda. Rosa Blanca. ANU Los Estoraques. Quebrada La Vaca. 08° 13,247' N- 073° 14,553' O. 1493 m s.n.m. 3-4-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Cernido de hojarasca. 2♂, 1♀, 1 Deutoninfa (ICN-APs-422).

Norte de Santander. La Playa de Belén. Vda. Rosa Blanca. ANU Los Estoraques. Sendero La Honda. $08^{\circ} 13,254'N$ $073^{\circ} 14,738'W$. 1552 m s.n.m. 3-4-xi-2013. Colectores: C. Romero y E. Flórez. Bajo corteza de tronco en pie. 1♀, 1 Deutoninfa (ICN-APs-423). Santander. Piedecuesta. Pescadero. 7-IV-2001. Colector: F. González. En cono de planta *Zamia* sp. (Zamiaceae). 1 Tritoninfa (ICN-APs-060).

Distribución. Este género posee distribución neotropical y se tenía un registro previo para Colombia de la región rural de Santiago de Cali. Este género es el más abundante de la familia en la Colección Aracnológica del Instituto de Ciencias Naturales (Obs. Pers.)

CHERNETIDAE Menge, 1855

Diagnosis. Aparato de veneno generalmente presente sólo en el dedo móvil de la quela. Dedos de la quela normalmente con al menos un diente accesorio (Mahnert y Adis 2002).

Material examinado. COLOMBIA. Boyacá. Santa María. Vereda Calichana, Sendero Almenara. $4^{\circ}52'02''N$ $73^{\circ}14'45''W$. 1100 m s.n.m. 15-v-2009. Colectores: E. Flórez y D. Luna. Debajo de corteza de tronco caído. Colecta manual nocturna. 1♂ (ICN-APs-135). Santander. Tona. El Brasil. $7^{\circ}11'15.7''N$ $72^{\circ}57'38.8''W$. 1750 m.s.n.m. 22-vi-2004. Colector: A. Rico. 1♂ (ICN-APs-118). Santander. Charalá. $6^{\circ}17'49''N$ $73^{\circ}09'02''W$. 1335 m.s.n.m. 3-iii-1996. Colector: C. A. Parra. En mata en patio de casa. 1♀ (ICN-APs-176).

Distribución. Esta familia está ampliamente distribuida, es la más grande del Orden y se cuenta con trece especies de los géneros *Cordylochernes*, *Dasychernes*, *Epactiochernes*, *Gomphochernes*, *Incachernes*, *Lustrocherenes*, *Neochernes*, *Parachernes*, *Parazaona*, *Pseudopilanus* registradas para Colombia.

Parachernes Beier, 1932

Diagnosis. Tricobotrios *ib*, *isb*, *ist* e *it*, agrupados cerca de la base del dedo. Tricobotrio *it* cerca de *ist*

y claramente más cerca de *isb* que del tope del dedo (Mahnert y Adis 2002).

Material examinado. COLOMBIA. Boyacá. Arca buco. SFF de Iguaque. $5^{\circ}40'20''N$ $73^{\circ}28'29''W$ Malaisse. 2820 m s.n.m. 10-iii-2006. Colector: P. Reina. 1♂ (ICN-APs-084).

Distribución. Este género posee distribución pantropical con mayor diversidad en el neotrópico y se cuenta con tres especies registradas previamente para Colombia en las regiones Andina (Beier 1959, Lacava *et al.* 2015) y Caribe (Bedoya *et al.* 2014).

El inusual registro de colecta de este material podría explicarse debido a que dentro del género se ha reportado foresis, una relación de comensalismo en la cual los seudoescorpiones utilizan otro organismo para transportarse (Poinar *et al.* 1998). Dos especies de *Parachernes* poseen registros de este comportamiento en coleópteros elatéridos (Beier 1948), por ello podrían encontrarse en las trampas Malaisse.

WITHIIDAE Chamberlin, 1931

Diagnosis. La unión Fémur/Patela de las patas I y II es perpendicular. Esternitos de los machos generalmente con parches discretos de setas sensoriales (Harvey 1992, Mahnert y Adis 2002).

Material examinado. COLOMBIA. Santander. Suaita. San José de Suaita. Fundación San Cipriano. $6^{\circ}09'42.3''N$ $73^{\circ}26'57.2''W$. 13-x-2013. Colector: C. Romero. 2♀ (ICN-APs-413).

Distribución: Esta familia posee una amplia distribución y se cuenta con tres géneros y tres especies previamente registradas para Colombia.

La mayoría de estudios de diversidad en el neotrópico se han llevado a cabo en la región Amazónica del Brasil en donde se registran 12 familias y alrededor de 30 géneros (Mahnert y Adis 2002). Beier (1959) reportó la mayoría de las especies que hoy se registran para la región Andina del Perú, Ecuador y Colombia, sin embargo, el estudio de la diversidad del orden en dicha publicación se ha basado en

colectas ocasionales sin muestreos sistematizados. Para Colombia en particular, un estudio reciente en la región Caribe (Bedoya *et al.* 2014) registró siete morfoespecies pertenecientes a cinco familias con una intensidad de muestreo mayor. Estas diferencias en estrategias e intensidades de muestreo hacen difícil realizar comparaciones a nivel de riqueza y abundancia.

Se destaca la ampliación en el rango de distribución de la especie *Ideobisium puertoricense*, conocida hasta el momento sólo en Puerto Rico. Igualmente, la ampliación del rango altitudinal de más de 2000 metros para *I. peckorum* desde la región Amazónica, ahora reportada para el Santuario de Fauna y

Flora de Iguaque. Este reporte supone además una ampliación en su tipo de hábitat, desde el bosque húmedo amazónico hasta el páramo. El reporte de la familia Tridenchthoniidae y la especie *Ideobisium puertoricense* son nuevos registros para el país.

En esta región se encontraron un total de seis géneros y nueve morfoespecies las cuales representan aproximadamente el 40 % de la riqueza del Orden reportada para Colombia. Si se compara con países vecinos como Ecuador, Venezuela y Brasil (con 61, 63 y 166 especies registradas respectivamente) la diversidad de pseudoescorpiones en Colombia puede aumentar sustancialmente en la medida en que se sigan reportando.

Agradecimientos

Al Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación Colciencias por el respaldo financiero a la investigación mediante la convocatoria No 566 de 2012 “Jóvenes Investigadores e Innovadores”. A los profesores del Instituto de Ciencias Naturales, Eduardo Flórez Daza por su asesoría durante la realización del trabajo y Carlos E. Sarmiento por las sugerencias al manuscrito. A la División de Investigaciones de la Sede Bogotá en la Universidad Nacional por el apoyo financiero. A Rodrigo Velosa y Said Ríos del Área Única Natural Los Estoraques; Reinaldo Díaz Rueda de la Reserva Natural “La Montaña mágica”, a Milton Rueda y Lucia Ardila de la Reserva La Floresta (Zapatoca-Santander) y a Francisco Bautista de la Fundación San Cipriano (San José de Suaita-Santander) por el apoyo logístico y atención durante el trabajo de campo. El manuscrito mejoró sustancialmente gracias a las revisiones de dos evaluadores anónimos.

Bibliografía

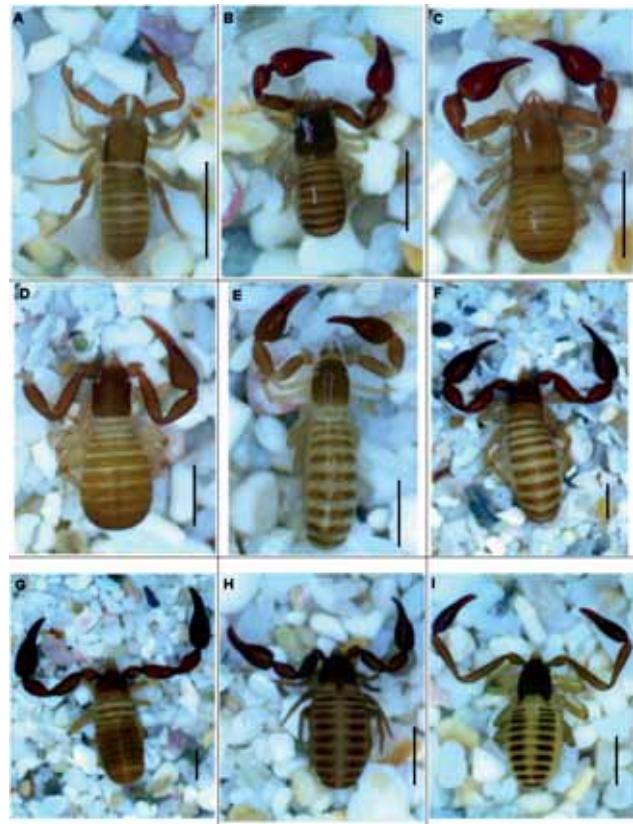


Figura 2. Morfos de las especies. A) *Tridenchthonius*, ICN-APs-412. B) *Ideobisium puertoricense* Muchmore, 1982, ICN-APs-192. C) *Ideobisium peckorum* Muchmore, 1982, ICN-APs-033. D) *Apolpium*, ICN-APs-241. E) *Pachyolpium*, ICN-APs-060. F) Chernetidae, ICN-APs-118. G) ICN-APs-176. H) *Parachernes*, ICN-APs-084. I) Withiidae, ICN-APs-413. La escala equivale a 1 mm. Fotos: Catalina Romero-Ortiz.

- Bedoya, E. 2015. Una nueva especie de *Paraliochthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae: Tyrannochthoniini) de Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología* 26: 49-54.
- Bedoya, E., G. Salleg y J. Quiros. 2014. Primer reporte de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpionida) en el departamento de Córdoba, caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 6 (1): 177-183.

- Bedoya, E., R. Bedoya y J. Quiros. 2015. Primer reporte del género *Cryptocheridium* (Pseudoscorpiones: Cheiridiidae: Cheiridiinae) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 7 (1): 11-18.
- Bedoya, E., G. Salleg, y J. Quiros. 2016. Sobre la ecología de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) en bosques de manglar del sur del Golfo de Morrosquillo, caribe colombiano. *Revista Ibérica de Aracnología* 28 (1): 65-74.
- Beier, M. 1948. Phoresie and Phagophilie bei Pseudoscorpionen. *Österreichische Zoologische Zeitschrift* I: 441-497.
- Beier, M. 1959. Zur Kenntnis der Pseudoscorpioniden-Fauna des Andengebietes. *Beiträge zur Neotropischen Fauna* 1: 185-228.
- Brumfield, R.T. y S. Edwards. 2007. Evolution into and out of the Andes: a bayesian analysis of historical diversification in *Thamnophilus* antshrikes. *Evolution* 61 (2): 346-367.
- Ceballos, A. y E. Florez. 2007. Pseudoescorpiones de Colombia (Arachnida: Pseudoscorpiones): lista actualizada de especies. *Biota Colombiana* 8: 47-51.
- Celleri, R. 2010. Estado del conocimiento técnico científico sobre los servicios ambientales hidrológicos generados en los Andes. Pp: 25-46. En: Quintero, M. (Ed.). Servicios ambientales hidrológicos en la región andina. Estado del conocimiento, la acción y la política para asegurar su provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales. IEP; CONDESAN. Lima.
- Chamberlin, J. C. 1931. The Arachnid Order Chelonetida. Stanford University Publications, Biological Sciences. Londres, 284 pp.
- Chamberlin, J. C. 1962. New and little-known false scorpions, principally from caves, belonging to the families Chthoniidae and Neobisiidae (Arachnida, Chelonethida). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 123: 303-352.
- Chamberlin, J. C. y R.V. Chamberlin. 1945. The genera and species of the Tridenchthoniidae (Dithidae) a family of the arachnid order Chelonethida. *Bulletin of the University of Utah* 35 (23): 1-67.
- Edward, K. L. y M. S. Harvey. 2008. Short-range endemism in hypogean environments: the pseudoscorpion genera *Tyrannochthonius* and *Lagynochthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae) in the semiarid zone of Western Australia. *Invertebrate Systematics* 22: 259-293.
- Flórez, E. y H. Sánchez. 1995. La diversidad de los arácnidos en Colombia. Pp: 327-372. En: Rangel, O. (Ed.) Colombia Diversidad Biotica I. Universidad Nacional de Colombia, Inderena.
- Gentry, A. H. 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Choco' refuge. Pp: 112-136. En: Prance, G. T. (Ed.). Biological diversification in the tropics. Columbia University Press, Nueva York.
- Gentry, A. 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas tropicales. Pp: 85-123. En: Kapelle, M. y A. Brown (Eds.). Bosques nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). San José de Costa Rica.
- Graham, C. H., S. R. Ron, J. C. Santos, C. J. Schneider, y C. Moritz. 2004. Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. *Evolution* 58: 1781-1793.
- Haffer, J. 1967. Speciation in Colombian forest birds west of the Andes. *American Museum Novitates* 294: 1-57.
- Harvey, M. S. 1992. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). *Invertebrate Taxonomy* 6: 1373-1435.
- Harvey, M. S. 2002. The neglected cousins: what do we know about the smaller arachnid orders? *Journal of Arachnology* 30: 357-372.
- Harvey, M. S. 2013. Pseudoscorpions of the World, version 3.0. Western Australian Museum, Perth. Disponible en: <http://www.museum.wa.gov.au/catalogues/pseudoscorpions>
- Harvey, M. y F. Stahlavsky. 2009. A review of the pseudoscorpion genus *Oreolpium* (Pseudoscorpiones: Garypinidae), with remarks on the composition of the Garypinidae and on pseudoscorpions with bipolar distributions. *Journal of Arachnology* 38 (2): 294-308.
- Harvey, M.S. y W. Muchmore. 2013. The systematics of the pseudoscorpion family Ideoroncidae (Pseudoscorpiones: Neobisioidea) in the New World. *Journal of Arachnology* 41 (3): 229-290.
- Henderson, A., S.P. Churchill y J.L. Lutelyn. 1991. Neotropical Plant Diversity. *Nature* 351: 21-22.
- Hernandez, J. 1992. Caracterización geográfica de Colombia. Pp: 45-54. En: Halffter, G. (comp). La diversidad biológica de Iberoamérica I. Instituto de Ecología A. C. Xalapa.
- Hughes, C. y R. Eastwood. 2006. Island radiation on a continental scale: exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 10334-10339.
- Judson, M. 2007. A new and endangered species of the pseudoscorpion genus *Lagynochthonius* from a cave in Vietnam, with notes on chelal morphology and the composition of the *Tyrannochthoniini* (Arachnida, Chelonethi, Chthoniidae). *Zootaxa* 1627: 53-68.
- Lacava, M., J. C. González-Gómez, J. C. Valenzuela-Rojas, C. Moncayo, L. Cardozo, E. Tizo-Pedroso L. F. García. 2015. New cases of social parasitism among pseudoscorpions from Colombian populations. *Ethology Ecology & Evolution* 28 (4): 452-461.

- Lynch, J. D. y W. E. Duellman. 1997. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae) in western Ecuador: systematics, ecology, and biogeography. University of Kansas Special Publications No. 23. University of Kansas Printing Service, Lawrence, Kansas.
- Mahnert, V. y J. Adis. 2002. Pseudoscorpiones. Pp: 367-380. En: Adis, J. (Ed.). Amazonian Arachnida and Myriapoda. Pensoft Publishers. Sofia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Cuarto Informe Nacional ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica – República de Colombia. Bogotá, Colombia. 239 pp.
- Muchmore, W. 1982. The genera *Ideobisium* and *Ideoblothrus*, with remarks on the family Syarinidae (Pseudoscorpionida). *Journal of Arachnology* 10: 193-221.
- Muchmore, W. y J. C. Chamberlin. 1995. The genus *Tyrannochthonius* in the eastern United States (Pseudoscorpionida: Chthoniidae). Part 1. The historical taxa. *Insecta Mundi* 9: 249-257.
- Poinar, G. O. J., B. P. M. Ćurčić y J.C. Cokendolpher. 1998. Arthropod phoresy involving pseudoscorpions in the past and present. *Acta Arachnologica* 47: 79-96.
- Quantum Gis Development Team. 2013. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.osgeo.org>
- Romero-Ortiz, C. 2015. Orden Pseudoscorpiones (Chelonethi). Pp: 90-108. En: Flórez, E., C. Romero-O., y D. S. López. (Eds.) Los artrópodos de la reserva natural río Ñambí. Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 15. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 320pp.
- Tooren Van Den, D. 2011. New records of olpiid Pseudoscorpions (Pseudoscorpiones: Olpiidae) from the Caribbean area and Surinam, with descriptions of four new species of the genera *Pachyolpium* Beier, *Tricholpium* gen. nov. and *Heterohorus* gen. nov. *Zoologische Mededelingen* 85: 169-194.

Catalina Romero-Ortiz
Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
icromero@unal.edu.co

Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del nororiente andino de Colombia

Citación del artículo: Romero-Ortiz, C. 2017. Pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del nororiente andino de Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 198–205. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a12

Recibido: 17 de febrero de 2016
Aprobado: 11 de marzo de 2017

Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia

First records of four species of freshwater shrimp (Palaemonidae) from Colombia

Ada Acevedo y Carlos A. Lasso

Resumen

Se registran cuatro nuevas especies de camarones de agua dulce de la familia Palaemonidae para Colombia: *Macrobrachium dierytrhum* Pereira, 1986; *Macrobrachium manningi* Pereira y Lasso, 2007; *Pseudopalaemon gouldingi* Kensley y Walker, 1982 y *Pseudopalaemon nigramnis* Kensley y Walker, 1982, provenientes del río Bita, cuenca del río Orinoco.

Palabras clave. Crustáceos decápodos. *Macrobrachium*. Orinoquia. *Pseudopalaemon*. Río Bita.

Abstract

Four new species of freshwater shrimp of the Palaemonidae family are recorded for Colombia: *Macrobrachium dierytrhum* Pereira, 1986; *Macrobrachium manningi* Pereira and Lasso, 2007, *Pseudopalaemon gouldingi* Kensley and Walker, 1982 and *Pseudopalaemon nigramnis* Kensley and Walker, 1982, collected in the Bita River drainage, Orinoco River Basin.

Key words. Bita River. Decapod crustaceans. *Macrobrachium*. Orinoco River Basin. *Pseudopalaemon*.

Introducción

La cuenca del río Orinoco abarca 981.446 km², se extiende entre Colombia (35 %) y Venezuela (75 %), y es uno de los ríos de mayor caudal y mayor transporte de sedimentos a nivel mundial (Lasso *et al.* 2014). Allí convergen el Escudo Guayanés y la cordillera Oriental, aportándole a la región un potencial en riqueza biológica único. Los diversos paisajes que conforman la región sumados a los tipos de aguas que se encuentran en la misma, hacen de la zona un lugar propicio para la diversidad de crustáceos decápodos, en especial de camarones.

Los camarones de agua dulce son un grupo de gran importancia por ser claves en el proceso de la descomposición de materia orgánica y como

macroconsumidores (Valencia y Campos 2010). Para Colombia se conocían cuatro familias (Atyidae, Euryrhynchidae, Palaemonidae y Sergestidae), con 31 especies (Campos 2014). La familia Palaemonidae se destaca por ser una de las pocas familias en colonizar tanto océanos como estuarios y ríos en la región tropical y subtropical (Valencia y Campos 2007). En Colombia esta familia está representada por los géneros *Macrobrachium*, *Palaemonetes* y *Pseudopalaemon*, el primero de los más representativos para el país con 21 especies registradas (Campos 2014).

En el Orinoco los camarones han sido ampliamente estudiados tanto en Colombia como en Venezuela. Se reconocen unas 34 especies para toda la cuenca,

sin embargo, varias subcuenca de la región siguen sin ser exploradas, como lo son Casiquiare, Vichada, Tomo, Bita, Cinaruco, Capanaparo, Manapiare, Zuata y Aro (Pereira *et al* 2009, 2010). El río Bita ha sido una de las subcuenca cuyo estudio y conservación han cobrado mayor importancia en los últimos años, donde se destaca una riqueza de diez especies de camarones (Acevedo *et al.* en preparación). En ese sentido, durante enero de 2016 se realizó una evaluación rápida de la biodiversidad acuática de la cuenca, incluyendo los camarones, que resultó en varios registros nuevos para Colombia, los cuales se muestran a continuación.

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo con base en el material colectado por el Instituto Alexander von Humboldt (IavH) y la Fundación Omacha en el marco de la expedición al río Bita en 2016 (estación seca). El material analizado se encuentra depositado en las colecciones de referencia del Instituto de Ciencias

Naturales (ICN-MHN), del IAvH y de la Universidad del Tolima (UT).

Para la identificación taxonómica del material se utilizaron las claves de Campos (2014), Valencia y Campos (2007) y Kensley y Walker (1982). También se revisaron descripciones de especies en Valencia y Campos (2010), Pereira (1986) y Pereira y Lasso (2007).

Resultados y discusión

Se examinaron 661 especímenes, de 28 localidades de la cuenca del río Bita, correspondientes a cuatro especies de camarones de dos géneros. *Macrobrachium*: *M. dierytrhum* y *M. manningi*, y *Pseudopalaemon*: *P. gouldingi* y *P. nigramnis*, las cuales constituyen nuevos registros para Colombia. A continuación, se presentan los datos analizados con base a la colección de referencia del ICN-MHN (Anexo 1).

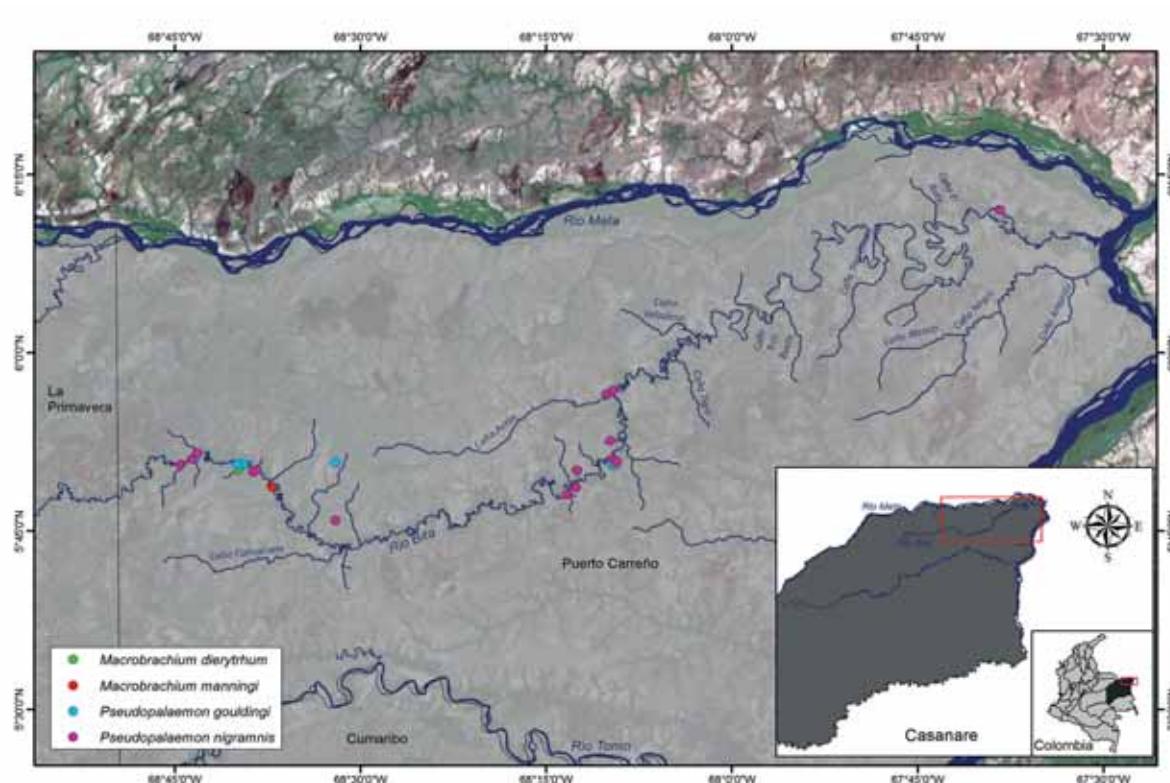


Figura 1. Distribución de los camarones identificados para la cuenca del río Bita.

Macrobrachium dierythrum Pereira, 1986

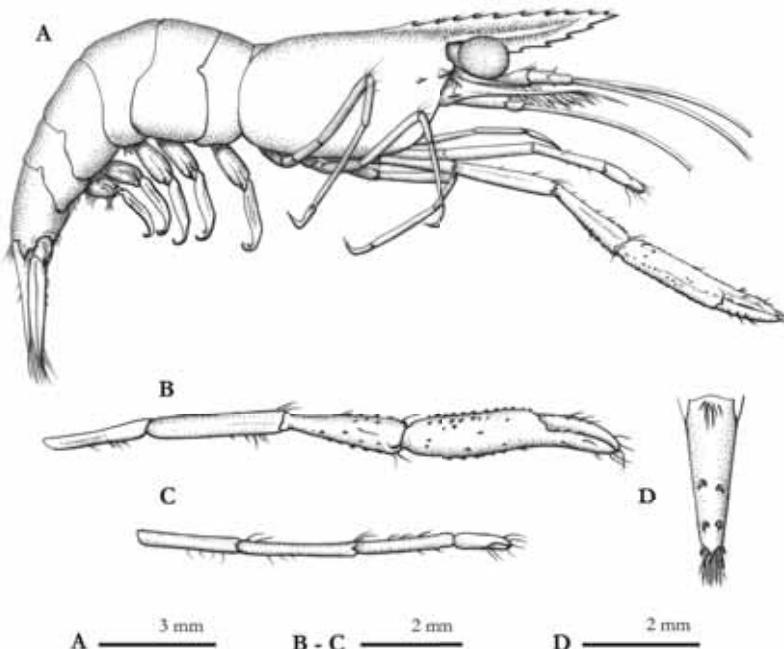


Figura 2. *Macrobrachium dierythrum* Pereira, 1986, macho, ICN-MHN-CR 3125. A) Camarón, vista lateral; B) segundo pereopodo, vista lateral; C) primer pereopodo, vista lateral; D) telson, vista dorsal. Ilustración: J. D. Vega, Banco de Imágenes Ambientales, Instituto Alexander von Humboldt (BIA-IAvH).

Material examinado

128 especímenes, 59 de ellos correspondientes a la colección de referencia del ICN-MHN.

Vichada: Puerto Carreño, río Bita, $6^{\circ}12'2,9''N$ - $67^{\circ}38'21,5''O$, ICN-MHN-CR 3002; $6^{\circ}05'51,7''N$ - $67^{\circ}31'17,2''O$, ICN-MHN-CR 3007; $5^{\circ}50'11,9''N$ - $68^{\circ}39'51,8''O$, ICN-MHN-CR 3015; $5^{\circ}51'1,8''N$ - $68^{\circ}43'38,5''O$, ICN-MHN-CR 3022; $5^{\circ}48'42,6''N$ - $68^{\circ}37'8,1''O$, ICN-MHN-CR 3030; $5^{\circ}48'42,6''N$ - $68^{\circ}37'8,1''O$, ICN-MHN-CR 3032; $5^{\circ}50'7,9''N$ - $68^{\circ}38'24,9''O$, ICN-MHN-CR 3039; $5^{\circ}50'7,9''N$ - $68^{\circ}38'24,9''O$, ICN-MHN-CR 3040; $5^{\circ}50'34,4''N$ - $68^{\circ}44'31,8''O$, ICN-MHN-CR 3046; $5^{\circ}50'34,4''N$ - $68^{\circ}44'31,8''O$, ICN-MHN-CR 3049; $5^{\circ}45'52,8''N$ - $68^{\circ}32'2,4''O$, ICN-MHN-CR 3060; $5^{\circ}48'2,5''N$ - $68^{\circ}13'20,1''O$, ICN-MHN-CR 3064; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR 3080; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR 3088; $5^{\circ}48'39''N$ - $68^{\circ}12'36,4''O$, ICN-MHN-CR 3089; $5^{\circ}51'5,8''N$ - $68^{\circ}9'40,1''O$, ICN-

MHN-CR 3098; $5^{\circ}51'5,8''N$ - $68^{\circ}9'40,1''O$, ICN-MHN-CR 3099; $5^{\circ}50'50,8''N$ - $68^{\circ}9'44,3''O$, ICN-MHN-CR 3107; $5^{\circ}56'31,6''N$ - $68^{\circ}10'7,1''O$, ICN-MHN-CR 3121; $5^{\circ}56'31,6''N$ - $68^{\circ}10'7,1''O$, ICN-MHN-CR 3125.

Diagnosis (modificada de Pereira 1996)

Rostro recto, margen superior con 9 a 10 dientes distribuidos regularmente, 2 postorbitales, margen inferior con 3 a 5 dientes, el rostro no sobrepasa el escafocerito. Caparazón liso, con espina hepática, sin espina branquiestegal; margen posterior del telson terminando en punta aguda, con un par de espínulas a cada lado (internas, externas), separadas por 4 setas plumosas, espínulas internas largas, sobreponen el punto medio del telson y las espínulas externas. Primer par de pereópodos delgado, sobreponiendo el escafocerito con el dáctilo; segundo par de pereó-

podos similares en forma y tamaño, sobrepasan el escafocerito con 2/3 del carpo. Mero con tres hileras de espinas ventrales; carpo 0,8 veces la longitud de la palma, 0,9 veces la longitud del mero, con hileras de espinas longitudinales; palma 3,1 veces más larga que ancha, cilíndrica. Patrón de espinulación igual al carpo, 1,5 veces la longitud del dáctilo; dedos rectos, con dientes prominentes; dedo móvil con 2 dientes en la parte basal, dedo fijo con 2 dientes basales (Figura 2 A-B-C-D).

Comentarios

La localidad tipo de *Macrobrachium dierytrhum* es el río Agüaro, en el Paso Garzerito, un sistema de aguas claras en llanos venezolanos del estado Guárico (Pereira 1986). Esta especie se consideraba endémica de ésta subcuenca del Orinoco (Pereira *et al.* 2010). A la fecha no se conocen registros de otras localidades (Pereira *et al.* 2009, 2010), salvo el presente para el río Bita.

Macrobrachium manningi Pereira y Lasso, 2007

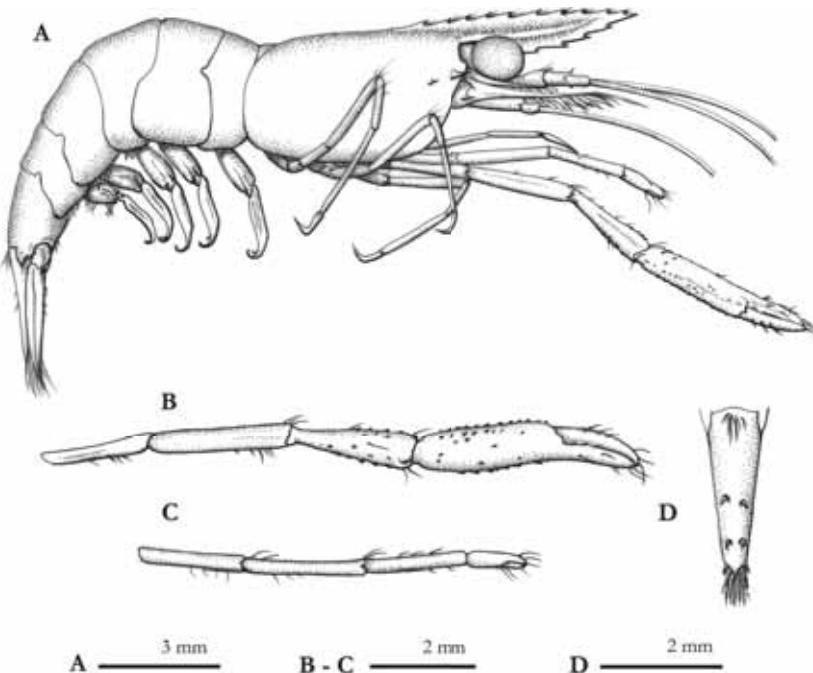


Figura 3. *Macrobrachium manningi* Pereira y Lasso, 2007, macho, ICN-MHN-CR 3122. A) Camarón, vista lateral; B) segundo pereopodo, vista lateral; C) primer pereopodo, vista lateral; D) telson, vista dorsal. Ilustración: J.D. Vega, BIA-IAvH.

Material examinado

42 especímenes, 17 de ellos correspondientes a la colección de referencia del ICN-MHN.

Vichada: Puerto Carreño, río Bita, $5^{\circ}48'42,6''N$ - $68^{\circ}37'8,1''O$, ICN-MHN-CR 3031; $5^{\circ}48'42,6''N$ - $68^{\circ}37'8,1''O$, ICN-MHN-CR 3033; $5^{\circ}50'34,4''N$ - $68^{\circ}44'31,8''O$, ICN-MHN-CR 3047, $5^{\circ}48'2,5''N$ -

$68^{\circ}13'20,1''O$, ICN-MHN-CR 3065; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR 3081; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR 3083; $5^{\circ}51'5,8''N$ - $68^{\circ}9'40,1''O$, ICN-MHN-CR 3100; $5^{\circ}51'5,8''N$ - $68^{\circ}9'40,1''O$, ICN-MHN-CR 3106; $5^{\circ}56'31,6''N$ - $68^{\circ}10'7,1''O$, ICN-MHN-CR 3122; $5^{\circ}56'31,6''N$ - $68^{\circ}10'7,1''O$, ICN-MHN-CR 3126.

Diagnosis (modificada de Pereira y Lasso 2007)

Rostro recto, tan largo como el pedúnculo antenular, margen superior con 10 a 11 dientes, 3 postorbitales, margen inferior con 2 a 3 dientes. Caparazón con espina hepática, sin espina branquiestegal, borde anterolateral con numerosas espinas y algunas setas; margen posterior del telson terminando en punta aguda, con un par de espínulas a cada lado (internas, externas), separadas por 12 a 14 setas plumosas, espínulas internas sobrepasan con $\frac{1}{2}$ de su longitud el punto medio del telson y las espínulas externas. Primer par de pereópodos sobrepasa el escafocerito con $\frac{1}{2}$ de la longitud del carpo, presencia de setas dispersas; segundo par de pereópodos diferentes en forma y tamaño, con numerosas espinas y setas conspicuas; segundo pereopodo mayor sobrepasa el escafocerito con $\frac{1}{3}$ del carpo; carpo 0,6 veces la longitud de la palma, 0,9 veces la longitud del mero,

con numerosas hileras de espinas; palma cilíndrica, 2.7 veces más larga que ancha, 1,8 veces la longitud del dáctilo. Patrón de espinulación como en el carpo; dedos rectos, sin tubérculos; dedo fijo con un diente basal; dedo móvil con un diente prominente en el medio, seguido por dos de menor tamaño (Figura 3 A-B-C-D).

Comentarios

Macrobrachium manningi se consideraba endémica de la cuenca del río Caroní (parte alta), en la Guayana venezolana (Pereira y Lasso 2007, Pereira *et al.* 2010). Los nuevos registros incluidos en la presente contribución, amplían la distribución a la región guayanesa de la Orinoquia colombiana.

Pseudopalaemon gouldingi Kensley y Walker, 1982

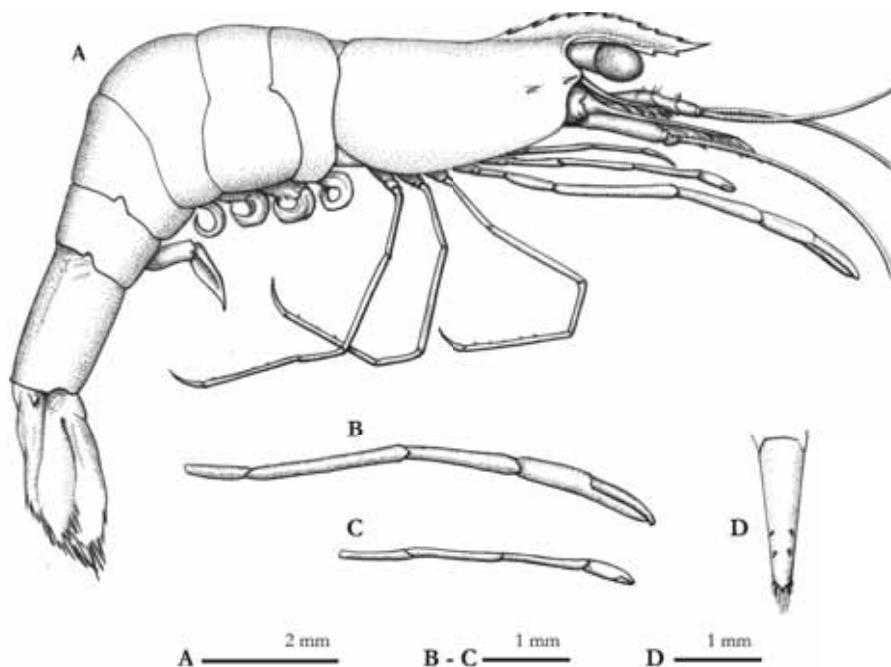


Figura 4. *Pseudopalaemon gouldingi* Kensley y Walker, 1982, hembra, ICN-MHN-CR 3023. A) Camarón, vista lateral; B) segundo pereopodo, vista lateral; C) primer pereopodo, vista lateral; D) telson, vista dorsal. Ilustración: J.D. Vega, BIA-IAvH.

Material examinado

162 especímenes, 59 de ellos correspondientes a la colección de referencia del ICN-MHN.

Vichada: Puerto Carreño, Río Bita, $5^{\circ}50'36,2''N$ - $68^{\circ}39'28,4''O$, ICN-MHN-CR3018; $5^{\circ}51'11,1''N$ - $68^{\circ}43'24''O$, ICN-MHN-CR3020; $5^{\circ}51'1,8''N$ - $68^{\circ}43'38,5''O$, ICN-MHN-CR3023; $5^{\circ}50'7,9''N$ - $68^{\circ}38'24,9''O$, ICN-MHN-CR3043; $5^{\circ}50'37,9''N$ - $68^{\circ}39'56,3''O$, ICN-MHN-CR3053; $5^{\circ}50'44,3''N$ - $68^{\circ}32'2,4''O$, ICN-MHN-CR3058; $5^{\circ}48'2,5''N$ - $68^{\circ}13'20,1''O$, ICN-MHN-CR3070; $5^{\circ}48'2,5''N$ - $68^{\circ}13'20,1''O$, ICN-MHN-CR3077; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR3082; $5^{\circ}50'6,3''N$ - $68^{\circ}12'33''O$, ICN-MHN-CR3085; $5^{\circ}48'39''N$ - $68^{\circ}12'36,4''O$, ICN-MHN-CR3093; $5^{\circ}50'34''N$ - $68^{\circ}9'34,7''O$, ICN-MHN-CR3097; $5^{\circ}50'50,8''N$ - $68^{\circ}9'44,3''O$, ICN-MHN-CR3108.

Diagnosis (modificada de Kensley y Walker 1982)

Rostro convexo sobre la órbita, más corto que el caparazón, margen superior con 8 a 13 dientes, 2 a 3

postorbitales, margen inferior con 1 a 3 dientes. Caparazón con espina hepática pequeña, espina antenal prominente; margen posterior del telson terminando en punta aguda, con un par de espínulas a cada lado (internas, externas), separadas por numerosas setas plumosas, espínulas internas largas y externas cortas. Primer par de pereópodos con dedos más cortos que la palma y carpo más corto que el mero; segundo par de pereópodos ligeramente más robustos que los otros pares, carpo 2/3 de la longitud del mero, dedos de tamaño similar a la palma (Figura 4 A-B-C-D).

Comentarios

La localidad tipo de *Pseudopalaemon gouldingi* es el Rio Negro, ilha de Cumuru, Lago na, estado del Amazonas, Brasil (Kensley y Walker 1982), además se conocen otros registros en las cuencas de los ríos Ventuari, Atabapo, Cataniapo e Inírida en Venezuela (Pereira *et al.* 2009, 2010). Estos corresponden a los primeros registros para Colombia.

Pseudopalaemon nigramnis Kensley y Walker, 1982

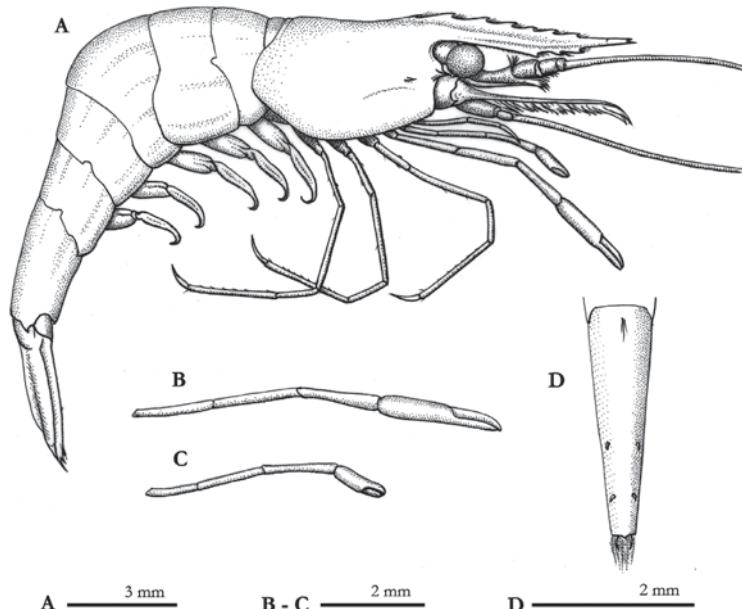


Figura 5. *Pseudopalaemon nigramnis* Kensley y Walker, 1982, hembra, ICN-MHN-CR 3075. A) Camarón, vista lateral; B) segundo pereopodo, vista lateral; C) primer pereopodo, vista lateral; D) telson, vista dorsal. Ilustración: J.D. Vega, BIA-IAvH.

Material examinado

329 especímenes, 118 de ellos correspondientes a la colección de referencia del ICN-MHN.

Vichada: Puerto Carreño, Río Bita, 6°12'2,9"N-67°38'21,5"O, ICN-MHN-CR3004; 5°51'1,8N-68°43'38,5"O, ICN-MHN-CR3024; 5°51'35,2"N-68°43'11,2"O, ICN-MHN-CR3026; 5°49'59"N-68°38'42,9"O, ICN-MHN-CR3036; 5°50'7,9"N-68°38'24,9"O, ICN-MHN-CR3044; 5°50'34,4"N-68°44'31,8"O, ICN-MHN-CR3051; 5°45'52,8"N-68°32'2,4"O, ICN-MHN-CR3062; 5°48'2,5"N-68°13'20,1"O, ICN-MHN-CR3067; 5°48'2,5"N-68°13'20,1"O, ICN-MHN-CR3075; 5°50'6,3"N-68°12'33"O, ICN-MHN-CR3086; 5°48'39"N-68°12'36,4"O, ICN-MHN-CR3091; 5°48'39"N-68°12'36,4"O, ICN-MHN-CR3094; 5°51'5,8"N-68°9'40,1"O, ICN-MHN-CR3102; 5°51'5,8"N-68°9'40,1"O, ICN-MHN-CR3104; 5°50'48"N-68°9'17,2"O, ICN-MHN-CR3111; 5°52'35,8"N-68°9'49,9"O, ICN-MHN-CR3118; 5°56'31,6"N-68°10'7,1"O, ICN-MHN-CR3129; 5°56'31,6"N-68°10'7,1"O, ICN-MHN-CR3130; 5°56'49,6"N-68°9'36"O, ICN-MHN-CR3134.

Diagnosis (modificada de Kensley y Walker 1982)

Rostro más largo que el caparazón, margen superior con 7 a 10 dientes, 1 postorbital, margen inferior con 2 a 3 dientes, porción distal desprovista de dientes y ligeramente curvada hacia arriba. Caparazón con espinas hepática y antenal prominentes; margen posterior del telson terminando en punta aguda, con un par de espínulas a cada lado (internas, externas), separadas por setas largas, espínulas internas largas, sobrepasan el punto medio del telson y las espínulas externas. Primer par de pereópodos con dedos de tamaño similar a la palma, carpo y mero de tamaño similar; segundo par de pereópodos levemente más cortos que el escafocerito, ligeramente robustos, carpo y mero de tamaño similar, dedos más cortos que la palma (Figura 5 A-B-C-D).

Comentarios

La localidad tipo de *Pseudopalaemon nigramnis* es el río Marauiá, cuenca del Río Negro, estado del

Amazonas, Brasil (Kensley y Walker 1982). De acuerdo con la base de datos del GBIF hay otros registros en la Orinoquia a la altura del raudal de Atures (Venezuela). Los registros de la presente contribución, corresponden a los primeros para la Orinoquia colombiana y para Colombia.

Conclusiones

Se registran cuatro nuevas especies de camarones de la familia Palaemonidae para Colombia, lo que incrementa la riqueza de camarones de agua dulce en el país a 35 especies. Igualmente, se amplia de manera considerable la distribución de estas especies en la cuenca del Orinoco, resaltando a *Pseudopalaemon nigramnis*, por primera vez registrada para esta cuenca, aumentando el número de especies conocidas para esta a 35.

Agradecimientos

Este estudio forma parte de los resultados del Convenio de Cooperación No. 15-14-322.304 CE, entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y la Fundación Omacha, en el marco de un Proyecto más amplio suscrito entre el IAvH y la Gobernación del Vichada, sobre el “Desarrollo de un marco conceptual, metodológico y operativo para el desarrollo de una figura innovadora de Río Protegido en el río Bita”. Los autores agradecen a Lina Mesa, Mónica A. Morales-Betancourt, Cristian Granados, Francisco Villa, Carlos DoNascimento, Saulo Usma, Edwin López-Delgado, Gabriel Albornoz y Fernando Trujillo, por su colaboración en el trabajo de campo. A la Universidad del Tolima y a Martha Campos del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Las ilustraciones fueron elaboradas por José Domingo Vega.

Bibliografía

- Campos, M. R. 2014. Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 27. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C., Colombia. 692 pp.

- Kensley, B. e I. Walker. 1982. Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology* 362: 1-28.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia – Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 303 pp.
- Pereira, G. 1986. Freshwater shrimps from Venezuela II: Seven new species of Palaemoninae (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Proceeding of the Biological Society of Washington* 99: 198 – 213.
- Pereira, G. y C. A. Lasso. 2007. A new species of *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Venezuelan Guayana. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 166: 133-139.
- Pereira, G., C. A. Lasso, J. Mora-Day, C. Magalhães, M. A. Morales-Betancourt y M. R. Campos. 2009. Lista de los crustáceos decápodos de la cuenca del río Orinoco (Colombia-Venezuela). *Biota Colombiana* 10 (1-2): 75-87.
- Pereira, G., C. A. Lasso, J. Mora-Day y C. Magalhães. 2010. Crustáceos decápodos de la Orinoquia venezolana: biodiversidad, consideraciones biogeográficas y conservación. Pp. 357-365. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha. Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (UNAL), Bogotá, D. C., Colombia.
- Valencia, D. M. y M. R. Campos. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa* 1456: 1-44.
- Valencia, D. M. y M. R. Campos. 2010. Freshwater shrimps of the Colombian tributaries of the Amazon and Orinoco rivers (Palaemonidae, Euryrhynchidae, Sergestidae). *Caldasia* 32 (1): 221-234.

Anexo 1. Listado por especies del material de referencia revisado de la colección ICN-MHN-CR, n= Número de especímenes.

Especie	Latitud	Longitud	Fecha de colección	ICN-MHN-CR	n
<i>Macrobrachium dierytrhum</i> Pereira, 1986	6° 12' 2,9" N	67° 38' 21,5" O	9/12/2015	ICN-MHN-CR 3002	4
	6° 05' 51,7" N	67° 31' 17,2" O	13/12/2015	ICN-MHN-CR 3007	20
	5° 50' 11,9" N	68° 39' 51,8" O	1/13/2016	ICN-MHN-CR 3015	2
	5° 51' 1,8" N	68° 43' 38,5" O	1/14/2016	ICN-MHN-CR 3022	1
	5° 48' 42,6" N	68° 37' 8,1" O	1/15/2016	ICN-MHN-CR 3030	2
	5° 48' 42,6" N	68° 37' 8,1" O	1/15/2016	ICN-MHN-CR 3032	1
	5° 50' 7,9" N	68° 38' 24,9" O	1/16/2016	ICN-MHN-CR 3039	1
	5° 50' 7,9" N	68° 38' 24,9" O	1/16/2016	ICN-MHN-CR 3040	5
	5° 50' 34,4" N	68° 44' 31,8" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3046	1
	5° 50' 34,4" N	68° 44' 31,8" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3049	1
	5° 45' 52,8" N	68° 32' 2,4" O	1/18/2016	ICN-MHN-CR 3060	1

Cont. Anexo 1. Listado por especies del material de referencia revisado de la colección ICN-MHN-CR, n= Número de especímenes.

Espece	Latitud	Longitud	Fecha de colección	ICN-MHN-CR	n
<i>Macrobrachium dierytrhum</i> Pereira, 1986	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3064	2
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3080	3
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3088	1
	5° 48' 39" N	68° 12' 36,4" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3089	1
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3098	1
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3099	3
	5° 50' 50,8" N	68° 9' 44,3" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3107	6
	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3121	1
	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3125	2
	5° 48' 42,6" N	68° 37' 8,1" O	1/15/2016	ICN-MHN-CR 3031	2
<i>Macrobrachium manningi</i> Pereira y Lasso, 2007	5° 48' 42,6" N	68° 37' 8,1" O	1/15/2016	ICN-MHN-CR 3033	1
	5° 50' 34,4" N	68° 44' 31,8" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3047	1
	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3065	2
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3081	1
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3083	1
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3100	1
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3106	1
	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3122	2
	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3126	5
	5° 50' 36,2" N	68° 39' 28,4" O	1/13/2016	ICN-MHN-CR 3018	1
<i>Pseudopalaemon gouldingi</i> Kensley y Walker, 1982	5° 51' 11,1" N	68° 43' 24" O	1/13/2016	ICN-MHN-CR 3020	1
	5° 51' 1,8" N	68° 43' 38,5" O	1/14/2016	ICN-MHN-CR 3023	20
	5° 50' 7,9" N	68° 38' 24,9" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3043	7
	5° 50' 37,9" N	68° 39' 56,3" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3053	2

Cont. Anexo 1. Listado por especies del material de referencia revisado de la colección ICN-MHN-CR, n= Número de especímenes.

Espezie	Latitud	Longitud	Fecha de colección	ICN-MHN-CR	n
<i>Pseudopalaemon gouldingi</i> Kensley y Walker, 1982	5° 50' 44,3" N	68° 32' 2,4" O	1/18/2016	ICN-MHN-CR 3058	7
	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3070	1
	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3077	4
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3082	1
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3085	5
	5° 48' 39" N	68° 12' 36,4" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3093	5
	5° 50' 34" N	68° 9' 34,7" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3097	4
	5° 50' 50,8" N	68° 9' 44,3" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3108	1
	6° 12' 2,9" N	67° 38' 21,5" O	9/12/2015	ICN-MHN-CR 3004	2
	5° 51' 1,8N	68° 43' 38,5" O	1/14/2016	ICN-MHN-CR 3024	1
<i>Pseudopalaemon nigramnis</i> Kensley y Walker, 1982	5° 51' 35,2" N	68° 43' 11,2" O	1/14/2016	ICN-MHN-CR 3026	4
	5° 49' 59" N	68° 38' 42,9" O	1/16/2016	ICN-MHN-CR 3036	4
	5° 50' 7,9" N	68° 38' 24,9" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3044	4
	5° 50' 34,4" N	68° 44' 31,8" O	1/17/2016	ICN-MHN-CR 3051	4
	5° 45' 52,8" N	68° 32' 2,4" O	1/18/2016	ICN-MHN-CR 3062	4
	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3067	32
	5° 48' 2,5" N	68° 13' 20,1" O	1/19/2016	ICN-MHN-CR 3075	17
	5° 50' 6,3" N	68° 12' 33" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3086	7
	5° 48' 39" N	68° 12' 36,4" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3091	13
	5° 48' 39" N	68° 12' 36,4" O	1/20/2016	ICN-MHN-CR 3094	4
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3102	8
	5° 51' 5,8" N	68° 9' 40,1" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3104	3
	5° 50' 48" N	68° 9' 17,2" O	1/21/2016	ICN-MHN-CR 3111	2
	5° 52' 35,8" N	68° 9' 49,9" O	1/22/2016	ICN-MHN-CR 3118	1

Cont. Anexo 1. Listado por especies del material de referencia revisado de la colección ICN-MHN-CR, n= Número de especímenes.

Espece	Latitud	Longitud	Fecha de colección	ICN-MHN-CR	n
<i>Pseudopalaemon nigramnis</i> Kensley y Walker, 1982	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3129	3
	5° 56' 31,6" N	68° 10' 7,1" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3130	2
	5° 56' 49,6" N	68° 9' 36" O	1/23/2016	ICN-MHN-CR 3134	2

Ada Acevedo
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, Colombia
adacevedoal@unal.edu.co

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

Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia

Citación del artículo: Acevedo, A. y C. A. Lasso. 2017. Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 206-216. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a13

Recibido: 2 de febrero de 2017
Aprobado: 29 de marzo de 2017

Lista anotada de los tipos de peces en la colección del Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ)

Annotated list of types of fishes in the collection of the Laboratory of Ichthyology, University of Quindío, Armenia, Colombia (IUQ)

César Román-Valencia, Donald C. Taphorn, Carlos. A. García-Alzate, Sebastián Vásquez-P. y Raquel I. Ruiz-C.

Resumen

Se elaboró una lista completa de los tipos depositados en la colección del Laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). Ejemplares tipo de 63 especies nominales de peces óseos continentales han sido depositados en IUQ, incluye 34 holotipos y 63 lotes de paratipos. Se verificaron los ejemplares e información adicional es provista sobre su condición actual, número e información de localidad. Una galería de fotografías de holotipos o paratipos de cada especie nominal es presentada.

Palabras claves. Aguas continentales. Especímenes tipo. Diversidad tropical. Teleostei.

Abstract

A comprehensive list of the types deposited in the collection of the Laboratory of Ichthyology of the University of Quindío, Armenia, Colombia (IUQ) was prepared. Type specimens for 63 species of freshwater bony fishes are deposited in IUQ, including 34 holotypes and 63 lots of paratypes. The specimens were verified and additional information is provided on their current condition, number, and locality information. A gallery of pictures of holotypes or paratypes of each nominal species is also presented.

Key words. Freshwater. Teleostei. Tropical diversity. Types.

Introducción

Se presenta una lista completa de los tipos depositados en el Laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ), resultado de las descripciones de nuevos taxones llevadas a cabo por el grupo de investigación “Diversidad Faunística”. Ejemplares tipo de 63 especies de peces óseos continentales han sido depositados en la colección IUQ, incluyendo holotipos y paratipos de especies de la clase Actinopteri, pertenecientes a los órdenes Siluriformes y Characiformes y a las familias Callichthyidae, Characidae y Loricariidae, agrupadas

en siete géneros. La mayoría de los tipos representan especies que se distribuyen en Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela. El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN 1999) señala que cada institución en la cual estén depositados ejemplares tipo, deberá publicar una lista e informar de todos los tipos bajo su custodia (Recomendación 72f.4, ICZN 1999). El objetivo de este trabajo es realizar la primera lista de los tipos (holotipos y paratipos) depositados en IUQ.

Material y métodos

Para facilitar la tarea de localizar los ejemplares tipo de peces óseos continentales de Centro y Suramérica, se elaboró la lista de especies de peces depositadas en IUQ. Se actualizó la información disponible sobre los lotes de los taxones depositados. Para cada especie, en orden alfabético, se sigue el nombre del autor o autores, categoría de material tipo (holotipo y paratipo) y comentarios de cada tipo: inconsistencias (fechas, número de ejemplares, localidad y coordenadas). Los datos que se presentan para cada ejemplar tipo son: acrónimo y número de colección, número de ejemplares, sexo (opcional según especie), longitud estándar (LE), clareado y teñido (Cyt), localidad, coordenadas, elevación en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), fecha de recolecta y nombre de colector. Además, se presentan fotografías de alta calidad de todas las especies.

Se compararon los datos de los lotes con las descripciones originales correspondientes para cada taxón (Román-Valencia 1998, 2001, 2002, 2003a, b, 2005, 2008, 2009; Román-Valencia *et al.* 1999, 2003, 2005, 2008, 2009a, b, 2010, 2012, 2013, 2014a, b, 2015; Román-Valencia y Arcila-Mesa 2008, 2009a, b, 2010; Román-Valencia y Ruiz-C. 2007; García-Alzate y Román-Valencia 2008; García-Alzate *et al.* 2008a, b, c, d, 2010a, b, 2013a, b, 2015; Taphorn *et al.* 2013).

Resultados

La colección IUQ registra 97 lotes de tipos correspondientes a 63 especies de peces óseos continentales descritos entre los años 1998 a la fecha. La siguiente es la lista comentada de los tipos.

Orden Siluriformes

Familia Callichthyidae

1. *Callichthys fabricioi* Román-Valencia, Lehmann-A. y Muñoz 1999.

Holotipo (Figura 1): IUQ 295, 87,2 mm LE; Colombia, Cauca, Buenos Aires, zanjón bagazal, río



Figura 1. Holotipo de *Callichthys fabricioi*, IUQ 295, 87,2 mm LE (escala = 1cm).

Cauca, 03°03'59"N 76°33'55"O, 980 m s.n.m.; 19 ago 1998.

Paratipos: IUQ 152, 1, 108,9 mm LE; Colombia, Valle del Cauca, Zarzal-La Uribe, afluente río Cauca en la vía a La Uribe, 04°21'13"N 76°04'10"O; 7 jul 1993. IUQ 305, 1, 119,3 mm LE; Colombia, Cauca, Buenos Aires, zanjón bagazal, río Cauca, en la vía a Timba, 1100 m s.n.m.; 23 sep 1997. IUQ 306, 4, 59,3-65,4 mm LE; Colombia, Cauca, Buenos Aires, zanjón bagazal en la vía a Timba, cuenca media del río Cauca, 03°03'59"N 76°33'55"O, 980 m s.n.m.; 2 jul 1998. IUQ 307, 1, 90,2 mm LE; Colombia, Cauca, Buenos Aires, poceta en galpón a 200 m de la vía La Balsa-Timba; 20 nov 1997.

Familia Loricariidae

2. *Ancistrus vericaucanus* Taphorn, Armbruster, Villa-Navarro y Ray 2013

Paratipos (Figura 2): IUQ 2814, 1, 67,8 mm LE; Colombia, límite departamentos Valle del Cauca-Quindío, alto río Cauca, cuenca río La Vieja, quebrada La Paloma, tributaria río Roble, Reserva

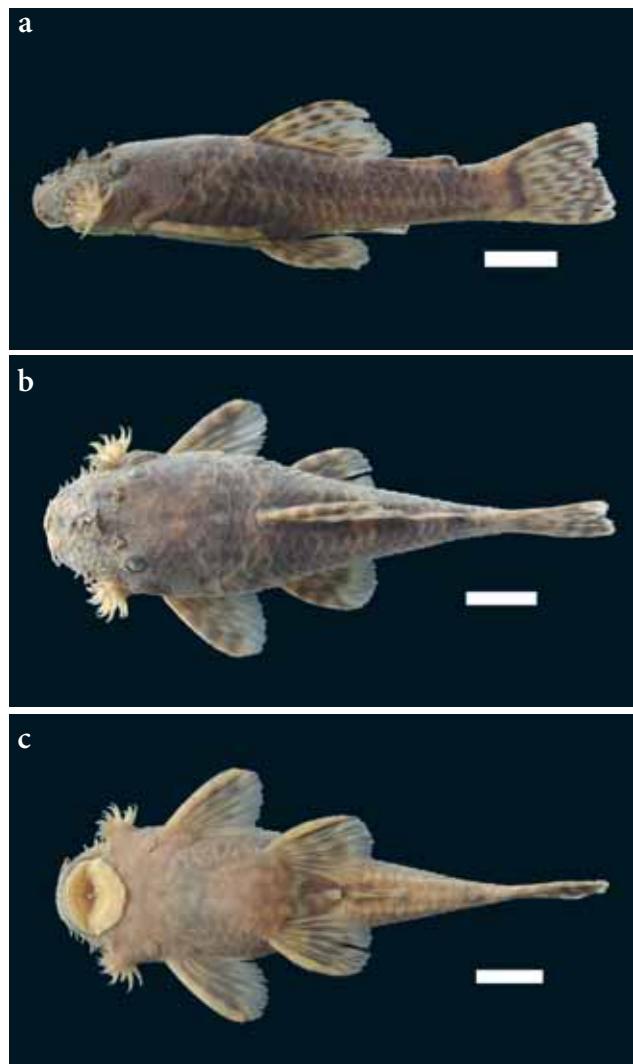


Figura 2. Paratipo de *Ancistrus varicaucanus*, IUQ 2814, 67,8 mm LE (escala = 1 cm).

Natural “Montaña del Ocaso”, 04°34'47"N 75°50'59"O, 1103 m s.n.m.; IUQ 3153, 1, 58,3 mm LE; Colombia, Quindío, alto río Cauca, río La Vieja, quebrada El Broche, tributaria del río Barragán, 04°21'56"N 75°46'19"O, 1114 m s.n.m.

Orden Characiformes

Familia Characidae

3. *Bryconamericus andresoi* Román-Valencia 2003

Holotipo (Figura 3): IUQ 447, 64,2 mm LE; Colombia, Nariño, El Tambo, Ricaurte, los Llanos de



Figura 3. Holotipo de *Bryconamericus andresoi*, IUQ 447, 64,2 mm LE (escala = 1 cm)

Manchabajoy, límite Chacagüí-El Peñol, cuenca alta río Patía, quebrada San José, afluente río Juanambú, 01°23'57,5"N 77°20'35,9"O, 1300 m s. n. m; 20 oct 2000; A. Cardona-B.

Paratipos (Figura 1): IUQ 448, 17, 55,5-61,1 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 449, 27, 56,3-72,7 mm LE; colectado con el holotipo; A. Cardona-B. y H. Acosta-O.

Comentarios: el lote IUQ 448 posee 17 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) registró 14. El lote IUQ 449 posee 27 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) registró 29. El lote IUQ 457 posee 19 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) registró 20.

4. *Bryconamericus arilepis* Román-Valencia, Vanegas-Ríos y Ruiz-C 2008



Figura 4. Holotipo de *Bryconamericus arilepis*, IUQ 1917, 68,9 mm LE (escala = 1cm).

Holotipo (Figura 4): IUQ 1917, 68,9 mm LE, macho; Colombia, Santander, Charalá, vereda La Pontesuela, Magdalena medio, cuenca del río Fonce, quebrada La Pontesuela en la boca de la quebrada Coclina, en la escuela Carrillo, en la vía Cantera a Encino, 06°10'42"N 73°09'44"O, 1457 m s.n.m; 6 feb 2004, Román-Valencia y R. I. Ruiz-C.

Paratipos: IUQ 920, 3, 43,3 72,1 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 1567, 1 CyT, 44,1 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 1915, 63, 33,0-55,8 mm LE; colectados en la localidad tipo; 17 ene 2008, Román-Valencia y García-Alzate.

5. *Bryconamericus bucayensis* Román-Valencia, Ruiz-C., Taphorn y García-Alzate 2013

Paratipo: IUQ 3143, 1 CyT, 56,9 mm LE; Ecuador, Guayas, río Bucay a 3 km aguas arriba de la vía Naranjal-Machala, 02°39'45"S 79°42'31"O, 80 m s. n. m; 24 sep 1992; R. Barriga.

6. *Bryconamericus caldasi* Román-Valencia, Ruiz-C., Taphorn y García-Alzate 2014



Figura 5. Holotipo de *Bryconamericus caldasi*, IUQ 3714, 63,7 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 5): IUQ 3714, 63,7 mm LE; Colombia, Caldas, San José, quebrada La Libertad, 200 m delante de la escuela, 05°63'07,4"N 75°45'53,6"O, 1124 m s.n.m.; 2 may 2012.

Paratipos: IUQ 3225, 9, 54,8-73,5 mm LE; Colombia, Caldas, San José, vereda La Libertad, quebrada La Libertad, sobre la vía 200 m adelante en la vía San José-Arauca, alto Cauca, 05°06'26"N 75°45'30"O, 1100 m s.n.m.; 2 jun 2012. IUQ 3229, 17, 47,4-67,1 mm LE; colectados en la localidad tipo; 2 jun 2012; Román-Valencia *et al.* IUQ 3691, 1, 67,1 mm LE; Colombia, Arauca, quebrada La Libertad, finca El Gril en la vía San José-Arauca, 05°06'09,22"N 75°46'27,8"O, 1203 m s.n.m.; 22 jun 2012. IUQ 3723, 14, 58,8-70,5 mm LE; Colombia, Caldas, Arauca-San José, quebrada La Libertad, ranchería La Marina-El Edén, 1007 m s.n.m. IUQ 3772, 2 CyT, 54,6-69,2 mm

LE; Colombia, Caldas, San José, 200 m de quebrada La Libertad, La Libertad en la vía San José-Arauca, 05°06'26,4"N 75°45'30"O, 1101 m s.n.m.

7. *Bryconamericus carlosi* Román-Valencia 2003



Figura 6. Paratipo de *Bryconamericus carlosi*, IUQ 397, 51,5 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 6): IUQ 396, 13, 41,1-53,8 mm LE; Colombia, Caquetá, sistema río Orteguaza, río Caquetá, quebrada Manigua sobre el puente en la vía Florencia-Belén; 14 dic 1998. IUQ 397, 6, 43,2-53,4 mm LE; Colombia, Caquetá, sistema río Orteguaza, quebrada La Yuca, km 1 sobre la vía Florencia y Morelia, 01°36'13"N 75°39'23"O, 16 dic 1998, Román-Valencia *et al.* IUQ 399, 1, 49,1mm LE; Colombia, Caquetá, Miraflor, río Guayuyco; 11 dic 1997. IUQ 409, 1, 33,6 mm LE; Colombia, Putumayo, Orito, en el puente vía a Caldero, río Orito; 28 jun 1998.

8. *Bryconamericus charalae* Román-Valencia 2005

Paratipos: IUQ 3824, 2 CyT, 36,6-45,2 mm LE; Venezuela, Yaracuy, cuenca del Caribe, quebrada El Charal, afluente del río Aroa, finca El Jaguar, sierra de Aroa, ca. 15 km NO de Aroa; Colonello, Gauveca y Diego; 6 feb 1987.

9. *Bryconamericus cinarucoense* Román-Valencia, Ruiz-C. y Taphorn 2008

Paratipos (Figura 7): IUQ 526, 16; Venezuela, Apure, Pedro Camejo, cuenca río Orinoco, río Cinaruco, 06°32'55"N 67°24'58"O, 21 may 1999; A. Arrington y C. García.-A. IUQ 527, 3 CyT, 25,2-28,4 mm LE; colectados con IUQ 526.



Figura 7. Paratipo de *Bryconamericus cinarucoense*, IUQ 526, 27,5 mm LE (escala = 1 cm).

10. *Bryconamericus cristiani* Román-Valencia 1998



Figura 8. Paratipo de *Bryconamericus cristiani*, IUQ 381, 82,9 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 8): IUQ 381, 17, 40,7-62,6 mm LE; Colombia, Meta, río Ariari, delante de Cubarral, 100 m arriba del puente de la vía al Castillo, 03°46'26"N 73°51'32"O, 690 m s.n.m; 7 oct 1998; Román-Valencia y J. Tovar. IUQ 382, 11, 26,3-33,1 mm LE; Colombia, Casanare, Yopal, río Cravo sur en finca Guasimal, en la vía Yopal-Paz de Ariporo, 05°21'23"N 72°22'23"O, 404 m s.n.m.; 8 oct 1998; Román-Valencia.

Comentarios: el lote IUQ 381 posee 17 ejemplares, mientras que Román-Valencia (1998) reportó 20.

11. *Bryconamericus dahli* Román-Valencia 2000



Figura 9. Paratipo de *Bryconamericus dahli*, IUQ 219, 79,7 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 9): IUQ 218, 14, 29,9-43,5 mm LE; Colombia, Nariño, Tumaco, sistema del río Patía, cuenca del río Telembí, quebrada Babosa, afluente del río Sabunde, en la vía km 98, a 2 km, margen derecha; 11 abr 1998; Román-Valencia y J. Fernández. IUQ 219, 13, 19,5-80,8 mm LE; Colombia, Nariño, Tumaco, sistema del río Patía, quebrada Tortuguera en la vía km 98, margen derecha 50 m, 01°24'19"N 78°28'35"O, 31 m s.n.m.; 11 abr 1998; Román-Valencia y J. Fernández. IUQ 220, 4, 37,2-53,4 mm LE; Colombia, Nariño, Tumaco, cuenca del río Mira, quebrada Angostura en la vía km 98, 300 m margen izquierda; 11 abr 1998; Román-Valencia y J. Fernández.

Comentarios: el lote IUQ 218 posee 13 ejemplares y la localidad indica finca El Progreso km 89, mientras que Román-Valencia (2000) registró 14 individuos y la localidad como afluente del río Sabunde, cuenca del río Telembí en la vía km 98, a dos km, margen derecha. En el lote IUQ 219 la localidad indica 200 m de la vía a Tumaco, finca El Progreso, mientras que Román-Valencia (2000) registró quebrada Tortuguera en la vía km 98, margen derecha 50 m.

12. *Bryconamericus ecuadorensis* Román-Valencia, Ruiz-C., Taphorn, Jiménez-Prado y García-Alzate 2015



Figura 10. Holotipo de *Bryconamericus ecuadorensis*, IUQ 3813, 77,1 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 10): IUQ 3813, 77,1 mm LE; Ecuador, Esmeraldas, río Santiago, 00°55'53,1"N 78°51'28,1"O, 24 m s.n.m., jun 2014.

Paratipos: IUQ 3136, 1 CyT, 54,9 mm LE; Ecuador, Esmeraldas, estero Sabalera, a 60 m del campamento

Chiquita; 22 oct 1985. IUQ 3141, 1; Ecuador, Esmeraldas, estero La Bocana del Cupa, 100 m debajo de Puerto Chupa; 11 mar 1985; R. Barriga. IUQ 3142, 1 CyT, 54,7 mm LE; Ecuador, Esmeraldas, estero Boca del Ónzole, margen derecha río Guayllabamba; 14 mar 1985; R. Barriga. IUQ 3147, 1 CyT, 65,2 mm LE; Ecuador, Esmeraldas, estero Tatica, 2 km del recinto Timbre; 20 mar 1985; R. Barriga.

13. *Bryconamericus foncensis* Román-Valencia, Vanegas-Ríos y Ruiz-C 2009



Figura 11. Holotipo de *Bryconamericus foncensis*, IUQ 1941, 68,4 mm LE (escala= 1 cm).

Holotipo (Figura 11): IUQ 1941, 68,4 mm LE; Colombia, Santander, Charala, Vereda Los Chinitos, sistema medio río Magdalena, cuenca del río Fonce, río Pienta vía a Encino ca. 10 km de Charala, 06°13'00"N 73°10'13"O, 1658 m s.n.m.; 17 ene 2008; Román-Valencia y C. García-Alzate.

Paratipos: IUQ 919, 61, 37,6-48,5 mm LE; Colombia, Santander, Charala, cuenca del río Fonce, vía Charala-La Laguna, quebrada La Potrera, afluente río Pienta, 06°10'42"N 73°09'44"O, 1457 m s.n.m.; 5 feb 2004; C. Román-Valencia. IUQ 921, 42, 39,3-54,8 mm LE, 42; Colombia, Santander, Charala, quebrada El Barro, afluente río Pienta a 200 m del puente vía Límites-Encino, 06°10'34"N 73°09'12"O, 1457 m s.n.m.; 6 feb 2004; Román-Valencia. IUQ 923, 36, 38,6-60,3 mm LE; Colombia, Santander, Charala, quebrada La Sanguina, afluente río Pienta, 06°16'59"N 73°09'21"O, 1273 m s.n.m.; 5 feb 2004; Román-Valencia. IUQ 926, 21, 27,3-44,1 mm LE; Colombia, Santander, Charala, vía San Gil-Charala, río Fonce, afluente río San Gil, 06°27'00"N 73°08'51"O, 1198 m s.n.m.; 31 oct 2003; Román-Valencia. IUQ 927, 33, 33,7-81,5 mm LE; Colombia, Santander, Mogotes, quebrada Guayawata, afluente

río Mogotes en el puente 100 m antes de su desembocadura, 06°29'07"N 73°58'59"O, 1658 m s. n. m; 9 nov 2003; Román-Valencia. IUQ 932, 61, 30,5-68,2 mm LE; Colombia, Santander, Mogotes, río Mogotes, en la desembocadura de la quebrada Guayawata, 100 m abajo del puente 1 km de Mogotes, 06°29'00"N 73°58'59"O, 1658 m s.n.m.; 7 feb 2004; Román-Valencia. IUQ 937, 4 CyT, 41,2-59,3 mm LE; misma localidad del lote IUQ 927; 1 nov 2003. IUQ 944, 2 CyT, 31,9-38,4 mm LE; colectado con el IUQ 926. IUQ 1569, 3 CyT, 35,8-49,2 mm LE; colectado con el IUQ 91. IUQ 1570, 3 CyT, 44,1-61,9 mm LE; Colombia, Santander, Mogotes, río Mogotes, en la boca de la quebrada Guayawata, 100 m abajo del puente, 1 km antes de Mogotes, 06°29'07"N 73°58'59"O, 1658 m s.n.m.; 7 feb 2004; Román-Valencia. IUQ 1572, 3 CyT, 37,1-63,3 mm LE; colectado con el IUQ 923. IUQ 1573, 3 CyT, 25,1-49,4 mm LE; colectado con el IUQ 921. IUQ 1919, 78, 24,4-59,1 mm LE; Colombia, Santander, Charala, vereda Los Chianivos, río Pienta, vía a Encino ca. 10 km de Charala, 06°13'00"N 73°10'13"O, 17 ene 2008; Román-Valencia y C. García-Alzate.

Comentarios: en el lote IUQ 923, la altura indica 1273 m s.n.m., mientras que Román-Valencia *et al.* (2009) reportaron 1275 m s.n.m. En el lote IUQ 927 la fecha de colecta indica 9 de noviembre de 2003, mientras que Román-Valencia *et al.* (2009) reportaron 1 de noviembre de 2003. El lote IUQ 1919 posee 78 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2009) reportaron 77. El lote IUQ 937 posee tres ejemplares mientras que Román-Valencia *et al.* (2009) registraron dos. El lote IUQ 1569 posee tres ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2009) reportaron dos.

14. *Bryconamericus galvisi* Román-Valencia 2000



Figura 12. Paratipo de *Bryconamericus galvisi*, IUQ 311, 52,7 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 12): IUQ 221, 10, 55,3 70,1 mm LE; Colombia, Putumayo, Sibundoy, vereda Fátima, quebrada Fátima, sobre la vía a Orito 2 km adelante de Sibundoy; 26 jun 1998; Román-Valencia *et al.* IUQ 222, 5, 44,7-65,5 mm LE; Colombia, Putumayo, Sibundoy, vereda San Pedro, cuenca alta del río Putumayo, río San Pedro, en la vía a Sibundoy, 1 km antes de la cabecera municipal; 27 jun 1998; Román-Valencia *et al.* IUQ 223, 5, 51,8 70,8 mm LE; Colombia, Putumayo, Sibundoy, cuenca alta del río Putumayo, pequeño drenaje afluente del río Sibundoy, 100 m antes de llegar a la cabecera municipal sobre la vía a Orito; 26 jun 1998; Román-Valencia *et al.* IUQ 311, 3, 28,4-31,1 mm LE; Colombia, Putumayo, Sibundoy, cuenca alta del río Putumayo, quebrada El Cedro afluente del río Putumayo, 200 m margen derecha en la vía Sibundoy; 27 jun 1998; Román-Valencia *et al.*

Comentarios: el lote IUQ 222 posee cuatro ejemplares, mientras que Román-Valencia (2000) reportó cinco. El lote IUQ 310 corresponde a *Bryconamericus caucanus*, mientras que Román-Valencia (2000) lo identificó como *Bryconamericus galvisi*.

15. *Bryconamericus gonzalezoii* Román-Valencia 2002



Figura 13. Holotipo de *Bryconamericus gonzalezoii*, IUQ 377, 58,4 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 13): IUQ 377, 58,4 mm LE, hembra; Panamá, Bocas del Toro, río Bongie, 09°21'35"N 82°36'35"O, 23 feb 1996; E. Bermingham.

Paratipos: IUQ 446, 2, 48,2-52,7 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 1168, 2 CyT, colectados con el holotipo.

16. *Bryconamericus guizae* Román-Valencia 2003



Figura 14. Holotipo de *Bryconamericus guizae*, IUQ 450, 65,3 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 14): IUQ 450, 65,3 mm LE; Colombia, Nariño, Ricaurte, vereda El Palmar, alto río Guiza, quebrada La Chiquita, afluente quebrada Inbi, 300 m del puente vía Ricaurte-Ospina, 01°13'43"N 78°02'11"O, 1041 m s.n.m.; 21 jul 2000; Román-Valencia y F. Pantoja.

Paratipos: IUQ 451, 63, 49,5-65,8 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 452, 6, 52,3-56,4 mm LE; Colombia, Nariño, Ricaurte, vereda Carrizal, alto río Guiza, quebrada Carrizal, afluente del río Guiza, en la vía Ospina-Altaguer, 01°13'13"N 78°04'51"O, 1194 m s.n.m.; 21 jul 2000; Román-Valencia y F. Pantoja. IUQ 1180, 3, 45,8-49,2 mm LE; colectado con el holotipo.

Comentarios: en el lote IUQ 451, las coordenadas indican 01°13'43"N 78°02'51"O, mientras que Román-Valencia (2001) registró 01°13'43"N 78°02'11"O.

17. *Bryconamericus huilae* Román-Valencia 2003



Figura 15. Holotipo de *Bryconamericus huilae*, IUQ 422, 85,6 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 15): IUQ 422, 85,6 mm LE; Colombia, Huila, Guadalupe, vereda Cachimba, sistema río Suaza, alto Magdalena, quebrada La Sapayera, afluente quebrada Viciosa, alrededor del

puente km 2 vía Guadalupe-Florencia, 01°59'27"N 75°45'08"O, 952 m s.n.m.; 28 feb. 2000; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 312, 7, 24,9-67,5 mm LE; Colombia, Huila, Pitalito-San Agustín, vereda Guachico, cuenca alta del río Magdalena, quebrada la Criolla, afluente río Guachico, en la vía Pitalito-San Agustín, 01°51'40"N 76°08'51"O, 1486 m s.n.m.; 18 dic 1998; Román-Valencia y A. Román-Valencia. IUQ 313, 2, 46,5-46,5 mm LE; Colombia, Huila, Guadalupe, vereda Cachimba, cuenca alta del río Magdalena, sistema río Suaza, quebrada La Sapayera, afluente de la quebrada La Viciosa, 1 km delante de Guadalupe sobre la vía Florencia, 01°59'27"N-75°45'08"O, 952 m s.n.m.; 17 dic 1998; C. Román-Valencia y J. A. Román-Valencia. IUQ 423, 21, 33,6-65,3 mm LE; misma localidad del lote IUQ 312; 28 feb 2000; Román-Valencia *et al.* IUQ 424, 12, 27,8-50,4 mm LE; Colombia, Huila, Pitalito, vereda Pavatano, cuenca alta río Magdalena, confluencia río Timaná y la quebrada La Guinea, 01°54'14"N 75°58'18"O, 1314 m s.n.m.; 28 feb 2000; Román-Valencia *et al.* IUQ 462, 6, 22,6-51,9 mm LE; misma localidad del lote IUQ 312; Román-Valencia *et al.* IUQ 463, 2, 62,9-64,0 mm LE; Colombia, Huila, Pitalito, quebrada Cabuche, en la vía Pitalito-Timaná, 01°53'23"N 76°00'02"O, 1307 m s.n.m.; 23 jun 2001; Román-Valencia *et al.* IUQ 476 2 CyT, 64,4-72,3 mm LE; misma localidad del lote IUQ 312. IUQ 477, 4, 41,0-70,3 mm LE; misma localidad del lote IUQ 312; Román-Valencia y Ruiz-C.

Comentarios: el lote IUQ 312 posee siete ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) reportó ocho. El lote IUQ 313 posee dos ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) registró tres. El lote IUQ 423 posee 21 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) reportó 26. El lote IUQ 424 posee 12 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) reportó 15. El lote IUQ 477 posee cuatro ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) reportó cinco.

18. *Bryconamericus macarenae* Román-Valencia, García-Alzate, Ruiz-C. y Taphorn 2010

Holotipo (Figura 16): IUQ 2448, 36,2 mm LE;



Figura 16. Holotipo de *Bryconamericus macarenae*, IUQ 2448, 36,2 mm LE (escala = 1 cm).

Colombia, Meta, vereda La Palestina, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, cuenca río Orinoco, quebrada Pringamosal, 500 m río abajo de la escuela La Palestina, afluente caño Blanco, 03°03'15"N 73°49'54"O, 282 m s.n.m.; 9 ene 2009; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 2271, 3, 20,1-33,2 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, caño Guio, en la vía a Palestina-Albania, 03°04'43"N 73°48'25"O, 256 m s. n. m; 10 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2435, 24, 12,3-40,7 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, caño 1 km antes de las Brisas, 03°02'55"N 73°49'10"O, 278 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia. IUQ 2437, 2 CyT, 31,6-32,1 mm LE; colectados con IUQ 2435. IUQ 2440, 11, 15,8-43,8 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, vereda Buenos Aires, caño Salas, 03°07'48"N 73°51'21"O, 316 m s.n.m.; 8 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2441, 2, 32,4-33,8 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, quebrada Maraco, en la vía Palestina-Albania, 03°05'07"N 73°48'49"O, 290 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2442, 32, 19,2-29,5 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, Puerto Lucas, caño Luciana, 03°06'22"N 73°46'44"O, 253 m s.n.m.; 8 ene 2009; Román-Valencia *et al.* IUQ 2443, 10, 14,3-34,5 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, caño 2 km antes de las Brisas, 03°03'00"N 73°49'05"O, 264 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2444, 2, 27,7-39,2 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, caño Acacias en la carretera a Vista Hermosa, 03°06'51"N 73°45'44"O, 264 m s.n.m.; 8 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2445, 12, 35,3-38,1

mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, vereda La Palestina, cuenca río Orinoco, quebrada Pringamosal, 1 km río arriba de la escuela La Palestina, 03°03'15"N 73°49'54"O, 282 m s.n.m.; 10 ene 2009; Román-Valencia *et al.* IUQ 2446, 38, 20,2-26,8 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, Granada, caño Iriqui, 03°33'26"N 73°41'54"O, 381 m s.n.m.; 7 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2447, 41, 18,9-36,9 mm LE; colectado en la misma localidad y por los mismos colectores del lote IUQ 2445; 9 ene 2009. IUQ 2559, 2, 40,6-42,2 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, vereda Buena Vista, caño en finca Las Delicias, 03°07'02"N 73°52'29"O, 469 m s. n. m; 9 abr 2009; Román-Valencia *et al.* IUQ 2560, 9, 26,5-42,2 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, vereda Buena Vista, caño en la finca La Prosperidad, 03°07'09"N 73°52'23"O, 411 m s.n.m.; 9 abr 2009; Román-Valencia *et al.* IUQ 2561, 27, 22,9-47,2 mm LE; Colombia, Meta, Serranía de La Macarena, Vista Hermosa, vereda Buena Vista, caño en finca Las Delicias, a 20 m de la casa, 03°07'02"N 73°52'20"O, 409 m s.n.m.; 9 abr 2009; Román-Valencia *et al.*

Comentarios: el lote IUQ 2271 posee tres ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) reportaron dos. El lote IUQ 2435 posee 24 de ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) reportaron 12. El lote IUQ 2440 posee 11 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron 12. El lote IUQ 2441 posee dos ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron cinco. La fecha de colecta del lote IUQ 2444 es 8 de julio de 2008, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) indicaron 10 de julio de 2008. El lote IUQ 2447 posee 41 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron 44.

19. *Bryconamericus macrophthalmus* Román-Valencia 2003

Paratipos (Figura 17): IUQ 428, 3, 38,7-42,8 mm LE; Venezuela, Amazonas, cuenca del río Orinoco, río Negro, raudal debajo de la boca del Casiquiare, ca. 10 km N de San Carlos de Río Negro, 02°02'00"N 67°25'00"O; 26 jun 1978.



Figura 17. Paratipo de *Bryconamericus macrophthalmus*, IUQ 428, 63,9 mm LE (escala = 1 cm).

20. *Bryconamericus orinocoense* Román-Valencia 2003



Figura 18. Paratipo de *Bryconamericus orinocoense*, IUQ 433, 28,9 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 18): IUQ 433, 6, 20,7-30,6 mm LE; Venezuela, Amazonas, río Orinoco en playa ca. 0,5 km arriba de La Esmeralda, 12 mar 1987; B. Chernoff *et al.*

21. *Bryconamericus oroensis* Román-Valencia, Ruiz-C, Taphorn y García-Alzate 2013



Figura 19. Paratipo de *Bryconamericus oroensis*, IUQ 3651, 55,6 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 19): IUQ 3145, 1 CyT, 66,1 mm LE; Ecuador, El Oro, Ortega, 1,5 km NE de Zaruma, 03°39'46"N 79°34'05"O, 930 m s. n. m; 14 may 2004; R. Barriga. IUQ 3148, 1 CyT, 60,6 mm LE; Ecuador, El Oro, Huertas-Jobones; 30 ago 1978; R. Barriga.

IUQ 3651, 4, 55,3-70,1 mm LE; Ecuador, El Oro, río Playón en Santa Rosa, 03°35'00"N 79°55'20"O, 100 m s. n. m; 13 abr 1979. IUQ 3821, 1 CyT, 45,9 mm LE; Ecuador, El Oro, río Negro, tributario de río Amarillo-Portobello; R, Barriga.

Comentarios: el número de catálogo IUQ 3150 fue asignado como paratipo de *Bryconamericus oroensis* (Román-Valencia *et al.*, 2013), sin embargo este mismo número de catálogo había sido previamente asignado como paratipo de *Hemibrycon antioquiae* (Román-Valencia *et al.*, 2012), por lo cual se sustituye el número de catálogo correspondiente al IUQ 3150 de *Bryconamericus oroensis* por el IUQ 3821.

22. *Bryconamericus plutarcoi* Román-Valencia 2001



Figura 20. Paratipo de *Bryconamericus plutarcoi*, IUQ 461, 48,8 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 20): IUQ 308, 28, 27,5-47,7 mm LE; Colombia, Santander, quebrada Santa Rosa, cuenca río Suarez, 06°26'09"N 73°18'56"O, 825 m s.n.m.; 6 oct 1998; Román-Valencia y J. Tovar. IUQ 461, 4, 39,1-46,1 mm LE; misma localidad del lote IUQ 308; 24 jun 2001; Román-Valencia *et al.* IUQ 472, 2, 34,7-34,8 mm LE; misma localidad del lote IUQ 308; 6 oct 1998; Román-Valencia. IUQ 473, 2 CyT, 46,6-61,1 mm LE; misma localidad y fecha del lote IUQ 308; Román-Valencia.

Comentarios: el lote IUQ 308 posee 28 ejemplares, mientras que Román-Valencia (2001) reportaron 30.

23. *Bryconamericus singularis* Román-Valencia, Ruíz-C y Taphorn 2008

Paratipos: IUQ 541, 3 CyT, 28,2-28,8 mm LE, Venezuela, Apure, río Cinaruco, 06°32,33'N 67°25,35' O; C. Montaña *et al.*

24. *Bryconamericus subtilisform* Román-Valencia 2005



Figura 21. Paratipo de *Bryconamericus subtilisform*, IUQ 427, 50,2 mm LE (escala 1 cm).

Paratipos (Figura 21): IUQ 427, 25, 30,3-52,3 mm LE; Venezuela, Bolívar, escudo de las Guayanas, cuenca del río Orinoco, drenaje río Caura, río Carapo, 04°10'3"N 63°58'03"O; 28 feb 1990; C. Ferraris.

25. *Bryconamericus yokiae* Román-Valencia 2003



Figura 22. Paratipo de *Bryconamericus yokiae*, IUQ 458, 72,7 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 22): IUQ 458, 50, 24,1-61, 6 mm LE; Venezuela, Sucre, NO de Guiria, río El Salado; 30 mar 1990; F. Provenzano *et al.*

26. *Bryconamericus zomorensis* Román-Valencia, Ruíz-C, Taphorn-B y García-Alzate, 2013

Paratipo (Figura 23): IUQ 3144, 2 CyT, 48,0-55,1 mm LE; Ecuador, Zamora Chinchipe, río Nangaritza en la confluencia con el río Nampatakaime, 04°20'31"S 78°31'20"O, 950 m s.n.m.; 21 jul 1993. IUQ 3199, 2, 52,5-62,2 mm LE; colectado con el lote IUQ 3144.



Figura 23. Paratipo de *Bryconamericus zamorensis*, IUQ 3199, 52,5 mm LE (escala = 1 cm).

27. *Creagrutus maculosus* Román-Valencia, García-Alzate, Ruiz-C y Taphorn 2010



Figura 24. Holotipo de *Creagrutus maculosus* IUQ 2506, 63,6 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 24): IUQ 2506, macho, 63,6 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de la Macarena, vereda Buenavista, caño Guadualito, 03°05'34"N 73°51'53"O, 383 m s.n.m.; 12 ene 2009.

Paratipos: IUQ 2355, 6, 31,5-51,4 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, vereda Palestina, quebrada Pringamozal, 03°05'21,9"N 73°49'27"O, 240 m s.n.m.; ago 2008. IUQ 2499, 3, 34,2-42,0 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de La Macarena, vereda Palestina, quebrada Pringamozal, afluente caño Blanco, 500 m debajo de la escuela La Palestina, 03°07'48"N 73°51'21"O, 316 m s.n.m.; 9 ene 2009. IUQ 2500, 7, 30,5-42,8 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de La Macarena, vereda Palestina, quebrada Pringamozal, afluente caño Blanco, 1 km arriba de la escuela La Palestina, 03°03'15"N 73°49'54"O, 282 m s.n.m.; 10 ene 2009. IUQ 2501, 10, 35,9-72,5 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, parte alta de vereda Buenavista, caño Pringamozal, 03°05'34"N 75°51'53"O, 384 m s.n.m.; 12 ene 2009. IUQ 2502, 6, 32,7-66,1 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, vereda Buenavista,

reserva La Macarena, caño Buenavista, 03°06'30"N 73°52'26"O; 13 ene 2009. IUQ 2504, 1, 73,8 mm LE; colectado en la localidad tipo; 16 ene 2009. IUQ 2505, 2, 38,8-55,3 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 2562, 1, 48,5 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de La Macarena, vereda Buenavista, caño Culebra, 03°06'30"N 73°51'39"O, 388 m s.n.m.; 10 abr 2009. IUQ 2563, 2, 36,3-55,5 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, vereda Buenos Aires, caño en finca La Prosperidad, 03°07'09"N 73°52'23"O, 409 m s.n.m.; 9 abr 2009. IUQ 2564, 4, 21,0-44,2 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de La Macarena, vereda Buenos Aires, caño en finca Las Delicias, a 20 m de la casa, 03°07'02"N 73°52'29"O, 409 m s.n.m.; 9 abr 2009. IUQ 2565, 4, 33,1-43,0 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Serranía de La Macarena, vereda Buenavista, caño finca Las Delicias, 03°07'02"N 73°52'29"O, 409 m s.n.m.; 9 abr 2009.

Comentarios: el lote IUQ 2502 posee las siguientes coordenadas 03°06'30"N 73°52'26"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron 03°06'06"N 73°52'26"O.

28. *Grundulus cochae* Román-Valencia, Paepke y Pantoja 2003



Figura 25. Holotipo de *Grundulus cochae* IUQ 453, 54,5 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 25): IUQ 453, 54,5 mm LE; Colombia, Nariño, Pasto, vereda Romerillo en el canal del embarcadero, 01°05'22"N 77°09'50"O, 2809 m s.n.m.; 17 jul 2000.

Paratipos: IUQ 454, 57, 28,4-60,5 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 455, 49, 20,2-48,5 mm LE; colectados en la localidad tipo; 15 sep 2000.

IUQ 456, 5, 34,8-48,7 mm LE; colectados en la localidad tipo; 20 may 2000.

Comentarios: el lote IUQ 454 posee 66 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2003) reportaron 57. El lote IUQ 455 posee 49 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2003) reportaron 51. El lote IUQ 456 posee seis ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2003) registraron cinco.

29. *Grundulus quitoensis* Román-Valencia, Ruiz-C y Barriga 2005

Paratipos: IUQ 532, 2 CyT, 30,2-32,6 mm LE; Ecuador, Carchi, lagunas El Voladero, reserva biológica El Ángel, 00°40'N 77°52'O, 3680 m s. n. m; 20 jul 2001; R. Barriga.

Comentarios Román-Valencia *et al.* 2005 listaron el lote de paratipos IUQ 532, sin especificar que eran ejemplares clareados y teñidos.

30. *Hemibrycon antioquiae* Román-Valencia, Ruiz-C, Taphorn, Mancera-Rodríguez y García-Alzate 2013



Figura 26. Holotipo de *Hemibrycon antioquiae*, IUQ 3189, 75,3mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 26): IUQ 3189, 75,3mm LE; Colombia, Antioquia, San Rafael, parte baja reserva Playas, quebrada Peñoles, afluente del río Guatapé, cuenca media del río Magdalena, 06°16'00,6"N 75°06'00,6"O, 1200 m s.n.m.; 19 jun 2011; N. Mancera.

Paratipos: IUQ 3047, 1, 56,6 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, antes del embalse El Peñol-Guatapé, quebrada La Compañía, afluente del río Nare,

06°14'59,1"N 75°19'29,6"O, 2094 m s.n.m.; 27 may 2008. IUQ 3053, 12, 40,7-67,2 mm LE; Colombia, Antioquia, quebrada El Cardal, 06°16'46,6"N 74°55'24,6"O, 898 m s.n.m.; 24 may 2008. IUQ 3058, 6, 53,6-76,7 mm LE; Colombia, Antioquia, San Rafael, quebrada Mazorcos, antes del embalse de Playas, afluente del río Guatapé; 25 may 2008. IUQ 3060, 2, 73,0-78,4 mm LE; Colombia, Antioquia, quebrada Mazorcos, antes del embalse Playas, afluente del río Guatapé, 06°16'69,6"N 75°6'00,27"O, 1206 m s.n.m.; 5 mar 2008; N. Mancera. IUQ 3061, 2, 67,7-73,8 mm LE; Colombia, Antioquia, Colombia, Antioquia, San Rafael, quebrada Peñoles, afluente del río Guatapé, 06°16'52"N 75°06'00,6"O, 1201 m s.n.m.; 25 may 2008. IUQ 3062, 5, 51,8-59,8 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3061; 15 nov 2007; N. Mancera. IUQ 3063, 1, 63,3 mm LE; colectado con el lote IUQ 3062. IUQ 3066, 8, 45,1-62,3 mm LE; Colombia, Antioquia, cuenca río Nare, quebrada San José, antes de la desembocadura al embalse San Lorenzo, 06°22'07,1"N 75°3'53,5"O, 1261 m s.n.m.; 10 oct 2007; N. Mancera. IUQ 3067, 2, 44,7-46,6 mm LE; Colombia, Antioquia, Alejandría, cuenca río Nare, quebrada San Lorenzo, antes de la desembocadura al embalse San Lorenzo, 06°22'19"N 75°03'25,5"O, 1250 m s.n.m., 29 ene 2010. IUQ 3068, 1, 54,1 mm LE; colectado con el lote IUQ 3061. IUQ 3071, 4, 48,3 77,1 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, 06°16'52"N 75°06'00,6"O, 1209 m s.n.m.; 15 nov 2007; N. Mancera. IUQ 3074, 1, 59,7 mm LE; Colombia, Antioquia, límite municipios San Rafael-San Carlos, después del embalse de Playas, quebrada El Cardal, afluente río Guatapé, 06°16'46,6"N 74°55'24,6"O, 898 m s.n.m.; 24 may 2008. IUQ 3075, 1, 83,9 mm LE; Colombia, Antioquia, quebrada Peñoles, afluente río Guatapé, 06°16'26,7"N 75°05'22,9"O, 1201 m s.n.m.; 15 nov 2007. IUQ 3076, 1, 65,8 mm LE; colectado con el lote IUQ 3074. IUQ 3150, 1, 78,3 mm LE; Colombia, Antioquia, límite municipios San Rafael-San Carlos, después del embalse de Playas, quebrada El Cardal, afluente río Guatapé, 06°16'37,5" N 74°55'47,9"O, 950 m s.n.m.; 14 jun 2011. IUQ 3157, 1, 70,8 mm LE; Colombia, Antioquia, quebrada Peñoles, afluente río Guatapé, 06°16'04,4"N 75°05'12,7"O, 1246 m

s.n.m.; 19 jun 2011; N. Mancera. IUQ 3163, 5, 54,8-67,3 mm LE; colectado con el lote IUQ 3157. IUQ 3165, 2, 74,3 78,5 mm LE., Colombia, Antioquia, quebrada Peñoles, afluente río Guatapé, 06°16'26,7"N 75°05'22,9"O, 1201 m s.n.m.; 5 mar 2008. IUQ 3169, 1, 43,9 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, vereda Corrientes, quebrada La Magdalena, afluente río Nare, 06°18'42,4"N 75°15'28,7"O, 1882 m s.n.m.; 17 nov 2011; N. Mancera. IUQ 3170, 8, 42,1 79,2 mm LE; Colombia, Antioquia, quebrada El Cardal, afluente río Guatapé, 06°16'46,6" N 74°55'24,6"O, 898 m s.n.m.; 27 ene 2010. IUQ 3194, 1 CyT, 63,5 mm LE; colectado con el lote IUQ 3067.

Comentarios: el lote IUQ 3189 posee las siguientes coordenadas y elevación: 06°16'00,6"N 75°06'00,6"O, 1200 m s.n.m., mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) registraron 06°16'26,7"N 75°05'22,9"O, 1201 m s.n.m. El lote IUQ 3053 posee 12 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) registraron 10. El lote IUQ 3061 posee las siguientes coordenadas 06°16'52"N 75°6'00,6"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) registraron 06°16'26,7"N 75°05'22,9"O. El lote IUQ 3063 posee las siguientes coordenadas 06°16'52"N 75°6'00,6"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) registraron 06°16'26,7"N 75°5'22,9"O. El lote IUQ 3066 posee las siguientes coordenadas 06°22'07,1"N 75°03'53,5"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) registraron 06°21'59,1"N 75°03'26,7"O. El lote IUQ 3163 posee cinco ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2012) reportaron ocho.

31. *Hemibrycon brevispini* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2009



Figura 27. Holotipo de *Hemibrycon brevispini*, IUQ 2008, 88,6 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 27): IUQ 2008, 88,6 mm LE; Colombia, Quindío, Calarcá, alto Cauca, río Quindío, quebrada La Venada, afluente río Santo Domingo, 200 m de la vía quebrada Negra, 04°26'47"N 75°41'02"O, 1278-1304 m s.n.m.; 20 mar 2005; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 542, 36, 56,8-83,1 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 1453, 4 CyT, 47,7-57,1 mm LE; colectados con el holotipo.

Comentarios: el lote IUQ 542 posee 36 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) registraron 40. El lote IUQ 1453 posee cuatro ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) reportaron cinco.

32. *Hemibrycon cairoense* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2009



Figura 28. Holotipo de *Hemibrycon cairoense*, IUQ 2009, 80,9 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 28): IUQ 2009, 80,9 mm LE; Colombia, Risaralda, Quinchía, vereda El Cairo, quebrada Los Ramírez, afluente quebrada Itálica, en la vía El Cairo, 200 m arriba del puente, 05°21'43"N 75°43'43"O, 1842 m s.n.m.; 17 oct 2004; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 534, 62,48,2 76,4 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 537, 20, 54,9-87,3 mm LE; Colombia, Risaralda, Quinchía, quebrada Itálica, afluente río Grande, en la vía Quinchía-El Cairo, 200 m arriba del puente, 05°21'32"N 75°43'48"O, 25 feb 2004; Román-Valencia y J. Hernández. IUQ 2670, 2 CyT, 35,2-37,0 mm LE; colectados con el holotipo.

Comentarios: el lote IUQ 534 posee 62 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) reportaron 63.

33. *Hemibrycon cardalensis* Román-Valencia, Ruiz-C, Taphorn, Mancera-Rodríguez y García-Alzate 2013



Figura 29. Holotipo de *Hemibrycon cardalensis*, IUQ 3190, 78,2 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 29): IUQ 3190, macho, 78,2 mm LE; Colombia, Antioquia, límite entre los municipios San Rafael y San Carlos, arriba del reservorio Playas, sector cuenca media del río Magdalena, quebrada El Cardal, tributario del río Guatapé, 06°16'05,4"N 74°55'37,7"O, 898 m s.n.m.; 28 mar 2010; N. Mancera.

Paratipos: IUQ 3046, 1, 69,1 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, después del embalse Playas, quebrada El Cardal, 06°16'56,4"N 74°55'37,7"O, 898 m s.n.m.; 18 nov 2007; N. Mancera. IUQ 3048, 4, 53,7-79,9 mm LE; misma localidad y colector del lote IUQ 3046; 9 mar 2008. IUQ 3049, 5, 52,5-63,8 mm LE; colectados en la localidad tipo; 9 mar 2008. IUQ 3051, 6, 53,5-84,8 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, quebrada El Cardal, después del embalse Playas; 27 ene 2010. IUQ 3052, 14, 40,0-73,2 mm LE; colectado con el lote IUQ 3048. IUQ 3054, 3, 30,8-53,9 mm LE; colectado con el lote IUQ 3046. IUQ 3055, 1, 68,1 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3046; 14 oct 2007; N. Mancera. IUQ 3056, 2 Cyt, 56,2-67,2 mm LE, quebrada El Cardal, afluente río Guatape, mar 2008. IUQ 3057, 2 Cyt, 59,4-71,6 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3046; 24 may 2008. IUQ 3072, 1, 53,4 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3046; 9 mar 2008; N. Mancera. IUQ 3073, 4, 49,5-63,1 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3046; 28 mar 2010; N. Mancera. IUQ 3077, 2, 51,9-62,7 mm LE; colectado con el lote IUQ 3045. IUQ 3159, 1, 77,7 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, quebrada El Cardal, después del

embalse Playas, 06°16'46,6"N 74°55'24,6"O, 898 m s.n.m., 22 sep 2011. IUQ 3161, 2, 49,4-57,5 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, después del embalse Playas, quebrada El Cardal; 24 may 2008; N. Mancera. IUQ 3162, 1, 82,4 mm LE; Colombia, Antioquia, río Guatapé, quebrada El Cardal, después del embalse Playas, 06°16'47,5"N 74°56'27,4"O, 976 m s.n.m.; 21 jun 2011; N. Mancera.

Comentarios: el lote IUQ 3048 fue colectado el 29 de marzo de 2008, mientras que Román-Valencia *et al.* (2013) reportaron 9 de marzo de 2008. El lote IUQ 3051 posee seis ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2013) reportaron nueve.

34. *Hemibrycon fasciatus* Román-Valencia, Ruiz-C, Taphorn, Mancera-Rodríguez y García-Alzate 2013



Figura 30. Holotipo de *Hemibrycon fasciatus*, IUQ 3191, 81,0 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 30): IUQ 3191, 81,0 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, vereda Corrientes, cuenca media del río Magdalena, río Nare, 06°18'42,4"N 75°15'28,7"O, 1882; 27 mar 2010; N. Mancera.

Paratipos: IUQ 3065, 4, 32,4-71,5 mm LE; Colombia, Antioquia, Concepción, cuenca media del río Magdalena, quebrada Santa Gertrudis, afluente del río Nare, 06°19'21,0"N 75°09'38,6"O, 1820 m s.n.m.; 31 ene 2010; N. Mancera. IUQ 3070, 26, 45,0-82,8 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 3078, 8, 23,6-65,8 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3065; 26 may 2008. IUQ 3160, 1, 44,3 mm LE; colectado con el lote IUQ 3065. IUQ 3164, 2, 75,1-91,1 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, vereda Corrientes, quebrada La Magdalena, afluente río Nare, 06°18'42,4"N 75°15'28,7"O,

1882 m s.n.m.; 24 jun 2011; N. Mancera. IUQ 3166, 2, 74,9-76,7 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, vereda Corrientes, quebrada La Magdalena, afluente río Nare, antes del embalse Peñol-Guatapé, 06°19'52,5"N 75°17'04,8"O, 2140 m s.n.m.; 17 nov 2011; N. Mancera. IUQ 3167, 1, 59,4 mm LE; colectado con el IUQ 3166. IUQ 3168, 1, 72,2 mm LE; misma localidad y colector del lote IUQ 3166; 24 jun 2011. IUQ 3171, 1, 55,2 mm LE; colectado con el lote IUQ 3168. IUQ 3173, 1, 73,1 mm LE; Colombia, Antioquia, San Vicente, vereda Corrientes, quebrada La Magdalena, afluente río Nare, 06°18'44,4"N 75°15'28,7"O, 1882 m s.n.m.; 25 sep 2011; N. Mancera. IUQ 3192, 2 CyT, 52,0-58,8 mm LE, colectados con el lote IUQ 3065. IUQ 3193, 1 CyT, 61,3 mm LE; misma localidad del lote IUQ 3164; 27 mar 2010, N. Mancera.

Comentarios: el Lote IUQ 3070 posee 26 ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2013) reportaron 24. El lote IUQ 3160 fue colectado el 31 de enero de 2010, mientras que Román-Valencia *et al.* (2013) reportaron 22 de junio de 2011. El lote IUQ 3173 posee las siguientes coordenadas 06°18'44,4"N 75°15'28,7"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2013) registraron 06°18'42,4"N 75°15'28,7"O.

35. *Hemibrycon microformaa* Román-Valencia y Ruiz-C. 2007



Figura 31. Holotipo de *Hemibrycon microformaa*, IUQ 510, hembra, 25,8 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 31): IUQ 510, hembra, 25,8 mm LE; Colombia, Chocó, Cértegui, cuenca alta río Atrato, río Chintadó, 100 m abajo del puente en la vía Yuto-Cértegui; 24 dic 1997.

Paratipos: IUQ 511, 2, 19,7-30,0 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 512, 1 CyT, 30,0 mm LE;

colectado con el holotipo. IUQ 513, 6, 26,0-27,5 mm LE; Colombia, Chocó, Tutunendo, cuenca alta río Atrato, quebrada Chaparraidó en la vía Tutunendo-San Francisco de Ichó; 20 dic 1997. IUQ 514, 4, 17,8-21,6 mm LE; Colombia, Chocó, Tutunendo, cuenca del alto Atrato, quebrada Chaparraidó en la vía Tutunendo-San Francisco de Ichó, 05°45'29"N 76°31'54"O, 41 m s.n.m.; 15 ago 2003.

Comentario: el lote IUQ 511 posee un ejemplar, mientras que Román-Valencia y Ruiz-C (2007) registraron siete. El lote IUQ 513 posee seis ejemplares, mientras que Román-Valencia y Ruiz-C (2007) registraron dos.

36. *Hemibrycon paez* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2010



Figura 32. Holotipo de *Hemibrycon paez*, IUQ 502, 61,1 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 32): IUQ 502, 61,1 mm LE; Colombia, Cauca, Inzá, vereda Puerto Valencia, quebrada La Topa, afluente río Páez, a 100 m del puente sobre la vía La Plata-Inzá, 02°30'01"N 75°58'06"O, 1175 m s.n.m.; 30 dic 2002.

Paratipos: IUQ 503, 4, 31,0-40,2 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 504, 3, 18,2-42,5 mm LE; Colombia, Huila, La Plata, vereda El Retiro Alto, quebrada Chontaduro, en el puente vía La Plata-La Argentina, 02°18'51"N 75°56'36"O, 1190 m s.n.m.; 20 mar 1982. IUQ 505, 15, 27,1-44,2 mm LE; Colombia, Huila, La Plata, vereda El Retiro, sistema Magdalena, 02°18'17"N 75°57'09"O, 1205 m s.n.m.; 28 dic 2002. IUQ 507, 19, 19,5-36,8mm LE; misma localidad del lote IUQ 505; 29 dic 2002.

Comentarios: el lote IUQ 505 posee 11 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009)

registraron ocho. El lote IUQ 507 posee 19 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) registraron uno.

37. *Hemibrycon palomae* Román-Valencia, García-Alzate, Ruiz-C y Taphorn 2010



Figura 33. Holotipo de *Hemibrycon palomae*, IUQ 2727, 65,9 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 33): IUQ 2727, hembra, 65,9 mm LE; Colombia, Quindío, Quimbaya, reserva “Montaña El Ocaso”, quebrada La Paloma, afluente río Roble, 04°03'08"N 75°51'06"O, 1103 m s.n.m.; 18 ago 2009; C. García-Alzate *et al.*

Paratipos: IUQ 2300, 6,46,4-65,4 mm LE; Colombia, Quindío, Quimbaya, reserva Montaña El Ocaso, quebrada La Paloma, afluente río Roble, 04°35'08"N 75°51'06"O, 1103 m s.n.m.; 18 ago 2008; C. Román-Valencia *et al.* IUQ 2301, 1, 72,1 mm LE; colectado en la localidad tipo; ene 1997; Román-Valencia y J. C. Correa. IUQ 2728, 6, 39,4-88,8 mm LE; misma localidad del lote IUQ 2300; 25 jun 2009; C. Román-Valencia *et al.* IUQ 2729, 19, 39,7-76,4 mm LE; misma localidad del lote IUQ 2300; 18 ago 2009; C. García-Alzate *et al.* IUQ 2802, 23, 23,3-80,2 mm LE; Colombia, Quindío, Circasia, vereda La Siria, cuenca del río Cauca-Magdalena, quebrada La Siria, 200 m de la vía Circasia-Montenegro, afluente del río Roble, 04°35'19"N 75°42'39"O, 1470 m s.n.m.; 23 ene 2006; Román-Valencia *et al.* IUQ 2846, 23, 39,9-76,5 mm LE; misma localidad del lote IUQ 2300; 25 jul 2009; Román-Valencia *et al.* IUQ 3826, 1 CyT, 62,1 mm LE; misma localidad del lote IUQ 2300; 18 ago 2008; Román-Valencia *et al.*

Comentarios: el lote IUQ 2727 posee las siguientes coordenadas 04°03'08"N 75°51'06"O, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron 04°35'08"N

75°51'06"O. El lote IUQ 2300 fue colectado el 18 de agosto de 2008, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron 15 de mayo de 2008. El lote IUQ 2728 posee seis ejemplares, mientras que Román-Valencia *et al.* (2010) registraron siete.

38. *Hemibrycon pautensis* Román-Valencia, Ruiz-C y Barriga 2006

Paratipos: IUQ 533, 2 CyT, 55,2-61,3 mm LE; Ecuador, Morona-Santiago, cuenca del Amazonas, río Paute en la desembocadura del río Namangoza ca. 78°25'N 02°32'S, 7 may 1991; R. Barriga.

39. *Hemibrycon quindos* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2010



Figura 34. Holotipo de *Hemibrycon quindos*, IUQ 485, 52,3 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 34): IUQ 485, macho, 52,3 mm LE; Colombia, Quindío, Salento, quebrada La Tinaja, ca. 200 m sobre la vía de la vereda Llano Grande-Boquia, 04°36'57"N 75°36'36"O, 1712 m s.n.m.; 4 dic 2002.

Paratipos: IUQ 486, 21, 26,8-51,9 mm LE, Colombia, Quindío, Salento, vereda Llano Grande, alto Cauca, cuenca río Quindío, estanque que se surte de quebrada Llano Grande, ca. 300 m de la vía Salento, finca El Edén, 04°36'57"N 75°36'36"O, 1712 m s. n. m; 4 dic 2002; Román-Valencia y A. Giraldo. IUQ 487, 30, 28,8-75,2 mm LE; misma localidad del lote IUQ 486; 29 ene 2002. IUQ 488, 2 CyT, 58,7-68,0 mm LE; colectado con el lote IUQ 487.

40. *Hemibrycon rafaelense* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2008

Paratipos (Figura 35): IUQ 499, 2 CyT, 44,6-44,7 mm LE; Colombia, Risaralda, Apia, sistema río Apia,



Figura 35. Paratipo de *Hemibrycon rafaelense*, IUQ 509, 81,9 mm LE (escala = 1 cm).

quebrada San Rafael, en la vía a Santuario; 12 abr 1991; Román-Valencia. IUQ 509, 34, 40,4-87,9 mm LE; Colombia, Risaralda, Apia, quebrada San Rafael, desembocadura Rio Apia, a 100 m de la vía Santuario-Apia, 05°04'54"N 75°56'36"O, 1253 m s.n.m.; 8 jul 2003; Román-Valencia.

41. *Hemibrycon raqueliae* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2010



Figura 36. Holotipo de *Hemibrycon raqueliae*, IUQ 495, 88,9 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 36): IUQ 495, 88,9 mm LE; Colombia, Caldas, Samaná, Magdalena medio, cuenca río La Miel, quebrada Tasajo, 05°23'55"N 74°59'05"O, 1482 m s.n.m.; 3 ene 2003.

Paratipos: IUQ 496, 2, 86,2-96,8 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 497, 109, 36,4-44,9 mm LE; Colombia, Caldas, Samaná, vereda La Vención, Magdalena medio, cuenca río La Miel, desembocadura de quebrada Santa Rita en río La Miel; 4 ene 2003. IUQ 498, 3, 47,1-59,6 mm LE; colectado con el lote IUQ 497.

Comentarios: el lote IUQ 496 fue colectado en el 2002, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) registraron 2003. El lote IUQ 497 posee 109 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-

Mesa (2009) registraron 99. El lote IUQ 498 posee tres ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2009) registraron dos.

42. *Hemibrycon sanjuanensis* Román-Valencia, Ruiz-C., Taphorn y García-Alzate 2014



Figura 37. Holotipo de *Hemibrycon sanjuanensis*, IUQ 3693, 53,5 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 37): IUQ 3693, 53,5 mm LE, Colombia, Risaralda, Pueblo Rico, El Recreo, alto río San Juan, río Aguas Claras, tributario río Tatamá sobre la vía Apia-Pueblo Rico, 05°13'04,9"N 76°01'50,1"O, 1519 m s.n.m.

Paratipos: IUQ 3039, 8, 47,0-58,4 mm LE, colectados con el holotipo. IUQ 3040, 8, 39,3-81,2 mm LE, Risaralda, Pueblo Rico, La Selva, alto río San Juan, quebrada La Selva, afluente del río Taiba, 05°14'29,1"N 76°04'42,1"O; 1359 m s.n.m. IUQ 3041, 2, 70,6-84,9 mm LE, Risaralda, Pueblo Rico, alto río San Juan, quebrada 1 km desde Pueblo Rico en la vía a Santa Cecilia, 05°14'06,1"N 76°02'20,1"O, 1357 m s.n.m. IUQ 3042, 17, 21,3-70,9 mm LE, Risaralda, Pueblo Rico, alto río San Juan, quebrada Agua Bonita, afluente del río Tatamá, sobre la vía Pueblo Rico a Santa Cecilia, 05°13'46"N 76°02'05,1"O; 1530 m s.n.m. IUQ 3694, 2 CyT, 66,0-69,3 mm LE, colectado con el lote IUQ 3040. IUQ 3695, 2 CyT, 55,0-66,7 mm LE, Risaralda, Pueblo Rico, alto río San Juan, quebrada Agua Bonita, afluente del río Tatamá, sobre la vía Pueblo Rico-Santa Cecilia. IUQ 3697, 19, 57,5-82,2 mm LE, Risaralda, Pueblo Rico, El Indio, alto río San Juan, río Tatamá, sobre la vía Pueblo Rico-Villa Claret, 200 m arriba del puente, 05°01'50,52"N 76°00'09,36"O, 1407 m s.n.m.

43. *Hemibrycon santamartae* Román-Valencia, Ruiz-C., García-Alzate y Taphorn 2009



Figura 38. Holotipo de *Hemibrycon santamartae*, IUQ 2306, hembra, 54,9 mm LE (escala = 1cm).

Holotipo (Figura 38): IUQ 2306, hembra, 54,9 mm LE; Colombia, Cesar, Atanquez, cuenca bajo río Magdalena, drenaje río Ranchería, Sierra Nevada de Santa Marta, río Santa Clara-Candela, Bongá-Bunkuangueka, ca. 11°00'N 72°46'O, 23 sep 1994.

Paratipos: IUQ 848, 1, 54,2 mm LE; Colombia, Cesar, Atanquez, Sierra Nevada de Santa Marta, cuenca del río Magdalena, drenaje río Ranchería, río Santa Clara-Candela, Bongá-Bunkuangueka; 27 mar 1995; C. Ardila. IUQ 924, 1, 63,2 mm LE; Colombia, Cesar, Atanquez, Sierra Nevada de Santa Marta, cuenca río Magdalena, río Candela, ca. 11°15'N 74°05'O, 23 sep 1994; C. Ardila. IUQ 929, 3, 37,2-48,5 mm LE; Colombia, Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, quebrada Honduras en la vía a Mutaiahí, ca. 11°15'N 74°10'O. IUQ 1443, 1 CyT, 62,8 mm LE; colectado en la localidad tipo, 23 sep 1988; C. Ardila. IUQ 3825, 1 CyT, 54,3 mm LE; Colombia, La Guajira, Marocaso, río Ranchería, ca. 11°15'N 74°05'O.

44. *Hemibrycon sierraensis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2015



Figura 39. Paratipo de *Hemibrycon sierraensis*, IUQ 3689, 88,3 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 39): IUQ 3629, 2 CyT, 58,9-76,3 mm LE; Colombia, Magdalena, Caribe, río Gaira debajo del puente, Minca, 11°08'37,8"N 74°07'05,1"O, 120 m s.n.m.; 25 ago 2013; C. García-Alzate *et al.* IUQ 3689, 4, 67,3-88,3 mm LE; colectados con el lote IUQ 3629.

Comentarios: el lote IUQ 3629 posee las siguientes coordenadas 11°08'37,8"N 74°07'05,1"O, mientras que García-Alzate *et al.* (2015) registraron 11°08'37,8"N 74°07'08,1"O.

45. *Hemibrycon virolinica* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2010



Figura 40. Paratipo de *Hemibrycon virolinica*, IUQ 521, 90,7 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 40): IUQ 501, 1 CyT, 62,7 mm LE; Colombia, Santander, Charala, quebrada Virolín, afluente río Cañaverales; 27 abr 1983; Román-Valencia. IUQ 521, 7, 73,5-91,2 mm LE; Colombia, Santander, Charala, río Virolín, río Cañaverales en la vía Virolín-Sogamoso, 06°05'40"N 73°11'58"O, 1744 m s.n.m.; 4 feb 2004; Román-Valencia. IUQ 522, 5, 83,2-96,9 mm LE; Colombia, Santander, Charala, río Virolina, afluente río Oibita, 200 m delante de Virolín, vía Virolín-Olival, 06°05'40"N 73°11'58"O, 1744 m s.n.m., 4 feb 2004; Román-Valencia.

Comentarios: El lote IUQ 521 posee 11 ejemplares, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2010) registraron nueve. La localidad de colecta del lote IUQ 522 es río Oibita, 200 m delante de Virolín, vía Virolín-Olival, 06°05'40"N 73°11'58"O, 1744 m s.n.m., mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2010) registraron quebrada Virolín, en la vía Virolín-Sogamoso, 06°06'02"N 73°11'35"O, 1790 m s.n.m.

46. *Hemibrycon yacopiae* Román-Valencia y Arcila-Mesa 2010



Figura 41. Paratipo de *Hemibrycon yacopiae*, IUQ 516, 65,9 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 41): IUQ 500, 2 CyT, 49,8-50,4 mm LE; colectados con el holotipo, Colombia, Cundinamarca, Yacopí, Hatico-Moral, cuenca media río Magdalena, río Hatico, afluente río Aldana; oct 1995; Román-Valencia. IUQ 515, 4, 21,6-63,1 mm LE; Colombia, Cundinamarca, Yacopí, sistema Magdalena, río Hatico, afluente río Aldana, en la vía Yacopí-Guadualito-La Victoria, 05°31'22"N 74°19'30"O, 761 m s.n.m.; 26 ago 2003; Román-Valencia. IUQ 516, 6, 42,5-90,3 mm LE; Colombia, Cundinamarca, Yacopí, cuenca río Magdalena, quebrada La Mina, en la vía Yacopí-La Mina, 05°25'51" N 74°19'59"O, 1014 m s.n.m.; 27 ago 2003; Román-Valencia.

Comentarios: la localidad de colecta del lote IUQ 500 es río Hatillo, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2010) registraron Hatico. La localidad de colecta del lote IUQ 515 es vía Yacopí-Guadualito-La Victoria, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2010) registraron Hatico-Moral. El lote IUQ 516 posee seis ejemplares y la elevación es 1014 m s. n. m, mientras que Román-Valencia y Arcila-Mesa (2010) registraron ocho ejemplares y 1094 m s. n. m.

47. *Hyphessobrycon acaciae* García-Alzate, Román-Valencia y Prada-Pedreros 2010

Paratipos (Figura 42): IUQ 2795, 2 CyT, 26,3-28,6 mm LE; Colombia, Meta, Puerto López, Morichal del Estero, ca. 04°04'N 72°57'O, 10 sep 1994; Borisow. IUQ 2433, 49, 18,2-22,1 mm LE; Colombia, Meta,

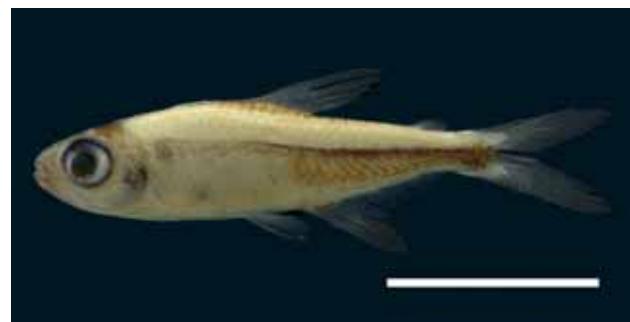


Figura 42. Paratipo de *Hyphessobrycon acaciae*, IUQ 2492, 21,5 mm LE (escala = 1 cm).

Laguna Hacienda La Cabaña, Inspección de Surinera, San Carlos, Acacias Meta (Coopesca-Acacias), ca. 03°55'N 73°50'O, 7 ene 2009; F. Virquez *et al.* IUQ 2492, 17, 18,2-25,1 mm LE; Colombia, Meta, caño Acacias en la vía Vista Hermosa-Puerto Lucas, 03°06'51"N 73°45'44"O, 259 m s.n.m.; 8 ene 2009; C. Román-Valencia *et al.* IUQ 2793, 4 CyT, 16,8-20,4 mm LE; colectados con el lote IUQ 2433.

48. *Hyphessobrycon amaronensis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2010



Figura 43. Holotipo de *Hyphessobrycon amaronensis*, IUQ 2286, 26,5 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 43): IUQ 2286, macho, 26,5 mm LE; Colombia, Putumayo, Puerto Leguizamo, cuenca del río Putumayo, caño Amaron, 00°11'02"S 74°53'14"O, 30 mar 2008.

Paratipos: IUQ 2166, 95, 22,7-27,4 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 2287, 5 CyT, 24,2-26,5 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 2162, 1, 25,1 mm LE; Colombia, Putumayo, Puerto Leguizamo, Caño Tucunare, afluente del río Putumayo, 00°09'42"S 74°52'40"O, 30 mar 2008; C. Román-Valencia *et al.*

Comentarios: el lote IUQ 2166 posee 102 ejemplares, mientras que García-Alzate *et al.* (2008) registraron 95.

49. *Hypseobrycon chocoensis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2013



Figura 44. Holotipo de *Hypseobrycon chocoensis*, IUQ 3035, 37,1 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 44): IUQ 3035, macho, 37,1 mm LE; Colombia, Nariño, Barbacoas, quebrada La Tundra, afluente del río Quigualpi, 01°39'39"N 78°09'04"O, 45 m s.n.m.; 16 jul 2008; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 2274, 39, 15,9-39,6 mm de LE, colectados con el holotipo. IUQ 2275, 9, 20,3-37,7mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 3036, 1 CyT, 36,7mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 3044, 3 CyT, 16,4-35,6 mm LE; colectados con el holotipo.

Comentarios: los lotes IUQ 2275 y 3035 poseen los siguientes datos de localidad 01°39'03"N 78°10'33"O y 41 m s.n.m., mientras que García-Alzate *et al.* (2012) registraron 01°39'39"N 78°09'04"O y 45 m s.n.m.

50. *Hypseobrycon eschwartzae* García-Alzate, Román-Valencia y Ortega 2013

Paratipos: IUQ 3033, 3 CyT, 24,1-30,1 mm LE; Perú, cuenca del río Manuripe Alegría, quebrada km 14 en la carretera a San Juan; 11 jul 2003; H. Ortega.

51. *Hypseobrycon mavro* García-Alzate, Román-Valencia y Prada-Pedreros 2010



Figura 45. Holotipo de *Hypseobrycon mavro*, IUQ 2791, 28,8 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 45): IUQ 2791, 28,8 mm LE; Colombia, Vichada, Puerto Carreño, caño Payara, afluente de Caño Negro, ca. 06°12'N 67°28'0, 27 abr 2005; Unda C. y Ortega-Lara A.

Paratipos: IUQ 1964, 2 CyT, 28,1-30,3 mm LE; colectados con el holotipo.

52. *Hypseobrycon natagaima* García-Alzate, Taphorn, Román-Valencia y Villa-Navarro 2015

Paratipos: IUQ 3730, 2 CyT, 31,2-34,0 mm LE, Colombia, Tolima, Natagaima, alto río Magdalena, Laguna Saldañita, 03°30'03"N 75°09'30"O, 390 m s.n.m.; 20 mar 2010.

53. *Hypseobrycon niger* García-Alzate, Román-Valencia y Prada-Pedreros 2010

Paratipos: IUQ 2794, 2 CyT, 21,7-22,8 mm LE; Colombia, Meta, Acacias, Caño Mojaculo, vereda Dinamarca, 03°53'20,6"N-93°28'30"O, 3 abr 2008; S. Prada-P.

54. *Hypseobrycon ocasoensis* García-Alzate y Román-Valencia 2008

Holotipo (Figura 46): IUQ 1635, macho, 44,0 mm LE; Colombia, Quindío, Quimbaya, Playa Azul, Reserva "La Montaña El Ocaso", río Roble, afluente río La Vieja, 100 m abajo del puente peatonal, 04°35'68"N 75°52'81"O, 1100 m s.n.m.; 2 ago 2007.



Figura 46. Holotipo de *Hyphessobrycon ocaseoensis*, IUQ 1635, 44,0 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos: IUQ 1414, 3, 16,0-19,1 mm LE; colectados en la localidad tipo; 23 sep 2001. IUQ 1634, 5, 36,4-41,7 mm LE; colectados con el holotipo.

Comentarios: el lote IUQ 1634 posee cinco ejemplares, mientras que García-Alzate y Román-Valencia (2008) registraron 11.

55. *Hyphessobrycon oritoensis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2008



Figura 47. Holotipo de *Hyphessobrycon oritoensis*, IUQ 1574, 24,6 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 47): IUQ 1574, 24,6 mm LE; Colombia, Putumayo, Orito, vereda Calimonte, quebrada La Palma, finca La Palma, ca. 00°41'N 75°52'O, 29 jun 1998; Román-Valencia *et al.*

Paratipos: IUQ 139, 6, 25,4-42,7 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 1575, 2 CyT; colectados con el holotipo.

56. *Hyphessobrycon paucilepis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2008



Figura 48. Holotipo de *Hyphessobrycon paucilepis*, IUQ 1897, 26,8 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 48): IUQ 1897, 26,8 mm LE; Venezuela, Lara, embalse los Quediches, canal del aliviadero; 3 sep 1987.

Paratipos: IUQ 1898, 1 CyT, 23,6 mm LE; colectado con el holotipo.

57. *Hyphessobrycon sebastiani* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2010



Figura 49. Holotipo de *Hyphessobrycon sebastiani*, IUQ 1942, 39,5 mm LE (escala = 1 cm).

Holotipo (Figura 49): IUQ 1942, macho, 39,5 mm LE; Colombia, Pacífico, Chocó, Istmina, cuenca del río San Juan, quebrada Patecucho, ca. 05°09'N 76°40'O, 7 ago 2002; T. Silirio.

Paratipos: IUQ 1943, 2 CyT, 41,1-46,0 mm LE; Colombia, Pacífico, Chocó, Istmina, cuenca del río San Juan; 12 jul 2003; T. Silirio.

58. *Hyphessobrycon taguae* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2008

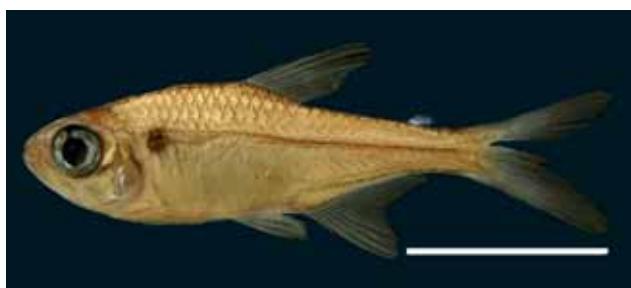


Figura 50. Holotipo de *Hyphessobrycon taguae*, IUQ 2288, 23,5 mm LE (escala = 1cm).

Holotipo (Figura 50): IUQ 2288, macho, 23,5 mm LE; Colombia, Putumayo, Puerto Leguizamo, quebrada km 2 cerca a Puerto Leguizamo en la vía a La Tagua, 00°10'15"S 74°46'23"O, 189 m s.n.m.; 28 mar 2008.

Paratipos: IUQ 2177, 399, 19,6-27,4 mm LE; Colombia, Puerto Leguizamo, Putumayo, cuenca del río Putumayo, caño Tucunare, 00°09'42"S 74°52'40"O, 122 m s.n.m.; 30 mar 2008. IUQ 2182, 7,24,0-29,7 mm LE; colectados con el holotipo. IUQ 2289, 5 CyT, 26,8-28,9 mm LE; Colombia, Puerto Leguizamo, Putumayo, cuenca del río Putumayo, caño Tucunare, 00°09'42"S 74°52'40"O, 122 m s.n.m.; 30 mar 2008. IUQ 2186, 12, 18,4-28,5 mm LE; Colombia, Puerto Leguizamo, Putumayo, cuenca del río Putumayo, Caño Amaron, 00°10'54"S 74°49'52"O, 189 m s.n.m.; 30 mar 2008. IUQ 2238, 1, 24,7 mm LE; Colombia, Puerto Leguizamo, Putumayo, cuenca del río Putumayo, caño Brazuelo, 00°10'54"S 74°49'52"O, 30 mar 2008; Román-Valencia *et al.*

Comentarios: el lote IUQ 2177 posee 404 ejemplares, mientras que García-Alzate *et al.* (2008) registró 399. El lote IUQ 2186 presenta las siguientes coordenadas 00°11'2"S 74°53'14"O, mientras que García-Alzate *et al.* (2008) reportaron 00°10'54"S 74°49'52"O.

59. *Hyphessobrycon taphorni* García-Alzate, Román-Valencia y Ortega 2013

Paratipos: IUQ 3032, 2 CyT, 18,5-20,3mm LE; aguajal Aguas Negras, Aguajal Satélite, cuenca del río Madre de Dios, río Tambopata, 12°39'22"S 69°26'28"O, 22 ene 2004, M. Hidalgo. IUQ 3034, 2 CyT, 19,3-20,4 mm LE; aguajal Este, cuenca del río Madre de Dios, río Tambopata; 20 feb 2004; M. Hidalgo.

60. *Hyphessobrycon tuyensis* García-Alzate, Román-Valencia y Taphorn 2008



Figura 51. Holotipo de *Hyphessobrycon tuyensis*, IUQ 1914, 30,4 mm LE (escala = 1cm).

Holotipo (Figura 51): IUQ 1914, 30,4 mm LE; Venezuela, Miranda, drenaje del río Tuy, río Capaya, 10°19'20"N-66°15'12"O, 12 sep 1991.

Comentarios: el lote IUQ 1914 fue colectado el 12 de septiembre de 1991, mientras que García-Alzate *et al.* (2008) registraron 17 de mayo de 1986.

61. *Tyttocharax metae* Román-Valencia, García-Alzate, Ruiz-C. y Taphorn 2012



Figura 52. Holotipo de *Tyttocharax metae*, IUQ 2581, 15,3 mm LE (escala = 1cm).

Holotipo (Figura 52): IUQ 2581, 15,3 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Palestina, cuenca

río Orinoco, sistema río Güejar, caño Pringamosal, tributario del caño Blanco, 500 m debajo de la escuela Palestina, 03°05'22"N 73°49'27"O, 240 m s.n.m.; 9 ene 2009; Román-Valencia, *et al.*

Paratipos: IUQ 2343, 3, 14,3-18,6 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 2344, 4, 13,3-14,0 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Palestina, cuenca río Orinoco, sistema río Güejar, caño Pringamosal, tributario del caño Blanco, 03°03'00"N 73°49'05"O, 282 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2345, 3, 13,2-14,5 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Palestina, cuenca río Orinoco, sistema río Güejar, caño Pringamosal, tributario del caño Blanco, quebrada 2 km N de Las Brisas, 03°03'00"N 73°49'05"O, 264 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2346, 1, 11,4 mm LE; Colombia, Meta, Granada, Orinoco, sistema del río Ariari, caño Macuyita, 03°27'05"N 73°47'49"O, 301 m s.n.m.; 7 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2347, 2, 12,9-14,1 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 2493, 1, 18,4 mm LE; colectado con el holotipo. IUQ 2494, 2, 13,2-14,3 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Puerto Lucas, caño Acacias en la vía a Vista Hermosa, 03°05'24"N 73°45'32"O, 240 m s.n.m.; 8 ene 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2495, 3 CyT, 12,4-13,6 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, La Palestina, caño 1 km N de Las Brisas, 03°02'55"N 73°49'10"O, 278 m s.n.m.; 10 jul 2008; Román-Valencia, *et al.* IUQ 2496, 1 CyT, 12,3 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, Orinoco, caño Luciana, afluente río Güejar, 100 m N del puente en Puerto Lucas, 03°06'22"N 73°46'44"O, 253 m s.n.m.; 8 jul 2008; Román-Valencia *et al.* IUQ 2755, 4, 15,4-17,1 mm LE; Colombia, Meta, Vista Hermosa, La Palestina, caño Pringamosal, 03°05'29"N 73°49'47"O, 273 m s. n. m; 9 nov 2009; M. I. González y A. M. Barrero.

Familia Parodontidae

62. *Parodon alfonsoi* Londoño-Burbano, Román-Valencia y Taphorn 2011

Paratipos (Figura 53): IUQ 2546, 2 CyT, 87,3-95,1 mm LE; Colombia, Cesar, Laguna de Ibiricó, bajo río Magdalena, río Tocuy, afluente río Calenturitas, ca.



Figura 53. Paratipo de *Parodon alfonsoi*, IUQ 2614, 94,2 mm LE (escala = 1 cm).

09°37'N 73°17'O, 117 m s.n.m.; 28 mar 2007. IUQ 2614, 2, 89,5-94,2 mm LE; colectados con el lote IUQ 2546.

63. *Parodon magdalenensis* Londoño-Burbano, Román-Valencia y Taphorn 2011



Figura 54. Paratipo de *Parodon magdalenensis*, IUQ 2367, 126,9 mm LE (escala = 1 cm).

Paratipos (Figura 54): IUQ 568, 2, 53,4-85,4 mm LE; Valle del Cauca, alto río Cauca, río La Paila, quebrada San Pablo, ca. 04°23'N 76°04'O, 13 sep 1996. IUQ 1238, 1, 109,6 mm LE; Colombia, Valle del Cauca, La Paila, alto Cauca, río La Paila 200 m abajo del puente en La Paila-Tuluá, ca. 04°19'N 76°03'O, 937 m s.n.m.; mar 2000. IUQ 1683, 1, 49,7 mm LE, Valle del Cauca, Zarzal, alto Cauca, quebrada Las Cañas, tributario del río Cauca, en la vía Uribe a Zarzal, ca. 04°21'N 76°04'O, 6 ago 2007. IUQ 2221, 7, 45,0-65,2 mm LE; Caldas, Samaná, medio río Magdalena, río La Miel en confluencia con río Tasajos, ca. 05°24'N 74°59'O, 1416 m s.n.m.; 4 sep 2006. IUQ 2385, 1 CyT, 60,4 mm LE; colectado con el IUQ 2221. IUQ 2367, 1, 126,9 mm LE, Valle del Cauca, alto río Cauca, río Frío, río Portugal de Piedras, parte baja, ca. 04°03'N 76°18'O, 2 oct 2008. IUQ 2376, 2, 108,4-114,0 mm LE; misma localidad

del lote IUQ 2367, 11 nov 2008. IUQ 2547, 2 CyT, 73,2-100,1 mm LE, Colombia, Caldas, Norcasia, medio río Magdalena, río La Miel, en escape del túnel, ca. 05°34'N 74°53'O, 720 s.n.m.; 26 mar 2006.

Agradecimientos

La Universidad del Quindío, Programa de Biología, suministró apoyo logístico y reconocimiento (CR-V, CG-A., R.R-C y S.V.-P). Cristian Román-P. y Aura María Bastidas (UV e IUQ, respectivamente) elaboraron algunas fotografías incluidas en este trabajo.

Bibliografía

- García-Alzate, C. A. y C. Román-Valencia. 2008. *Hyphessobrycon ocaseoensis* sp.n. (Teleostei, Characidae) una nueva especie para el alto Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation* 31: 11-23.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2008a. Revision of the *Hyphessobrycon heterorhabdus*-group (Teleostei: Characiformes: Characidae), with description of two new species from Venezuela. *Vertebrate Zoology* 58: 139-157.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2008b. *Hyphessobrycon oritoensis* (Characiformes: Characidae), a new species from the Putumayo River drainage, Colombian Amazon. *Zootaxa* 1813: 42-50.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2008c. Revision of the *Hyphessobrycon heterorhabdus*-group (Teleostei: Characiformes: Characidae), with description of two new species from Venezuela. *Vertebrate Zoology* 58: 139-157.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2008d. Two new species of *Hyphessobrycon* (Pisces: Characiformes: Characidae) from Putumayo River, with keys to the Colombian *Hyphessobrycon heterorhabdus*-group species. *Brenesia* 70: 33-46.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y S. Prada-Pedreros. 2010a. Tres nuevas especies de *Hyphessobrycon* grupo *heterorhabdus* (Teleostei: Characiformes: Characidae), y clave para especies de la cuenca del río Orinoco. *Caldasia* 32: 443-461.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2010b. A new species of *Hyphessobrycon* (Teleostei: Characiformes: Characidae) from the San Juan River drainage, Pacific versant of Colombia. *Zootaxa* 2349: 55-64.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y H. Ortega. 2013a. *Hyphessobrycon taphorni* y *H. eschwartzae* (Teleostei: Characidae) dos nuevas especies de peces de la cuenca del Río Madre de Dios, Perú. *Revista de Biología Tropical* 61: 859-873.
- García-Alzate, C. A., C. Román-Valencia y D. Taphorn. 2013b. Una nueva especie de *Hyphessobrycon* (Characiformes: Characidae) de la cuenca del río Telembí, vertiente sur del Pacífico, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 61: 181-192.
- García-Alzate, C. A., D. Taphorn, C. Román-Valencia y F. Villa-Navarro. 2015. *Hyphessobrycon natagaima* (Characiformes: Characidae), a new species from Colombia with a key to the Magdalena *Hyphessobrycon* species. *Caldasia* 37: 2121-232.
- International Comission on Zoological Nomenclature. 1999. International Code of Zoological Nomenclature. 4 ed. London, International Trust for Zoological Nomenclature. 306 p.
- Román-Valencia, C. 1998. Descripción de una nueva especie de *Bryconamericus* (Characiformes: Characidae), para la cuenca alta de los ríos Ariari y Meta, Colombia. *Actualidades Biológicas* 20: 109-114.
- Román-Valencia, C., P. Lehmann-A y A. Muñoz. 1999. Presencia del género *Callichthys* (Siluriformes: Callichthyidae) en Colombia y descripción de una nueva especie para el alto río Cauca. *Dahlia* 3: 53-62.
- Román-Valencia, C. 2001. Descripción de una nueva especie de *Bryconamericus* (Ostariophysi: Characidae) del alto río Suárez, cuenca del Magdalena, Colombia. *Museo Regionale di Scienze Naturali Bollettino (Torino)* 30: 469-476.
- Román-Valencia, C., H. J. Paepke y F. Pantoja. 2003. Una nueva especie de *Grundulus* (Teleostei: Ostariophysi: Characidae) para Colombia y redescrición de *Grundulus bogotensis* (Humboldt y Valenciennes, 1833). *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 155: 51-72.
- Román-Valencia, C. 2003a. Una nueva especie de *Bryconamericus* (Pisces: Ostariophysi: Characidae) para el nororiente de Venezuela. *Memoria de la fundación La Salle de Ciencias Naturales* 155: 21-30.
- Román-Valencia, C. 2003b. Descripción de tres nuevas especies de *Bryconamericus* (Pisces: Ostariophysi: Characidae) de Colombia. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 155: 31-49.
- Román-Valencia, C. 2003c. Description of a new species of *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) from the Amazon. *Museo Regionale di Scienze Naturali Bollettino (Torino)* 20: 477-486.
- Román-Valencia, C. 2005. Sinopsis comentada de las especies del género *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) de Venezuela y norte del Ecuador, con la descripción de una nueva especie para Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 163: 27-52.

- Román-Valencia, C. y D. K Arcila-Mesa. 2008. *Hemibrycon rafaelense* n. sp. (Characiformes, Characidae), a new species from the upper Cauca river, with keys to Colombian species. *Animal Biodiversity and Conservation* 31: 67-75.
- Román-Valencia, C. y D. K. Arcila-Mesa. 2009a. Five new species of *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) from the río Magdalena basin, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 58: 339-356.
- Román-Valencia, C. y D. K Arcila-Mesa. 2009b. Two new species of *Hemibrycon* (Characiformes, Characidae) from the Magdalena River, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation* 32: 77-87.
- Román-Valencia, C. y D. K. Arcila-Mesa. 2010. Five new species of *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) from the río Magdalena basin, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 58: 339-356.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C. y R. Barriga. 2005. Una nueva especie ecuatoriana del género de peces andinos *Grundulus* (Characiformes: Characidae). *Revista de Biología Tropical* 53: 537-544.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C. y R. Barriga. 2006. Una nueva especie de *Hemibrycon* (Teleostei: Characidae). *Revista de Biología Tropical* 54: 209-217
- Román-Valencia, C. y R. Ruiz-C. 2007. Una nueva especie de pez del género *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) del alto río Atrato, noroccidente de Colombia. *Caldasia* 29: 121-131.
- Román-Valencia, C., D. Taphorn y R. Ruiz-C. Two new *Bryconamericus*: *B. cinarucoense* n. sp. and *B. singularis* n. sp. (Characiformes, Characidae) from the Cinaruco river, Orinoco basin, with keys to all Venezuelan species. *Animal Biodiversity and Conservation* 31: 15-27.
- Román-Valencia, C., J. A. Vanegas-Ríos y M. D. García-G. 2009a. Análisis comparado de las especies del género *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) en la cuenca de los ríos Cauca-Magdalena y Ranchería, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 465-482.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., C. García-Alzate y D. Taphorn. 2009b. *Hemibrycon santamartae*: a new species from the Ranchería river of eastern caribbean Colombia (Characiformes: Characidae). *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío* 19: 144-150.
- Román-Valencia, C., C. García-Alzate, R. Ruiz C. y D. Taphorn. 2010a. *Bryconamericus macarenae* n. sp. (Characiformes, Characidae) from the Guejar River, Macarena mountain range, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation* 33: 195-203.
- Román-Valencia, C., C., García-Alzate, R., Ruiz C. y D. Taphorn. 2010b. A new species of *Creagrutus* from the Guejar River, Orinoco Basin, Colombia (Characiformes: Characidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 21: 87-95.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., C. García-Alzate y D. Taphorn. 2010c. Anew species of *Hemibrycon* (Teleostei: Characiformes: Characidae) from the Roble river, Alto Cauca, Colombia, with a key to species known from the Magdalena-Cauca river Basin. *Vertebrate Zoology* 60: 90-105.
- Román-Valencia, C., C. García-Alzate, R. Ruiz-C. y D. Taphorn. 2012. A new species of *Tyttocharax* (Characiformes: Characidae: Stevardiinae) from the Güejar River, Orinoco River Basin, Colombia. *Neotropical Ichthyology* 10: 519-525.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., D. Taphorn, N. Mancera-Rodríguez y C. García-Alzate. 2013. Three new species of *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) from the Magdalena river basin, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 61: 1365-1387.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., D. Taphorn y C. García-Alzate. 2013. Three new species of *Bryconamericus* (Characiformes, Characidae), with keys for species from Ecuador and a discussion on the validity of the genus *Knodus*. *Animal Biodiversity and Conservation* 36: 123-139.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., D. Taphorn y C. García-Alzate. 2014a. Anew endemic species of *Bryconamericus* (Characiformes, Characidae) from the Middle Cauca River Basin, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation* 37: 107-114.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., D. Taphorn y C. García-Alzate. 2014b. A new species of *Hemibrycon* (Characiformes, Characidae) from the upper San Juan River drainage, Pacific versant, Colombia. *ZooKeys* 454: 109-125.
- Román-Valencia, C., R. Ruiz-C., D. Taphorn, P. Jiménez-Prado y C. García-Alzate. 2015. A new species of *Bryconamericus* (Characiformes, Stevardiinae, Characidae) from the Pacific coast of northwestern Ecuador, South America. *Animal Biodiversity and Conservation* 38: 241-252.
- Taphorn, D. C., J.W. Armbruster, F. Villa-Navarro y C. Keith Ray. 2013. Trans-Andean *Ancistrus* (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa* 3641:343-370.

César Román-Valencia

Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío,
Armenia, Quindío, Colombia
ceroman@uniquindio.edu.co

Donald C. Taphorn

Investigador independiente
Illinois, Estados Unidos
taphorn@gmail.com

Carlos. A. García-Alzate

Laboratorio de Ictiología, Universidad del Atlántico,
Programa de Biología,
Barranquilla, Colombia
carlosgarcia@mail.uniatlantico.edu.co

Sebastián Vásquez-P.

Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío,
Programa de Biología,
Armenia, Quindío, Colombia
sevasquepal@gmail.com

Raquel I. Ruiz-C.

Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío,
Armenia, Quindío, Colombia
zutana_1@yahoo.com

Lista anotada de los tipos de peces en la colección del
Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío,
Armenia, Colombia (IUQ)

Citación del artículo: Román-Valencia, C., D. C. Taphorn, C. A. García-Alzate, S. Vásquez-P. y R. I. Ruiz-C. 2017. Lista anotada de los tipos de peces en la colección del Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). *Biota Colombiana* 18 (1): 217-242. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a14

Recibido: 23 de febrero de 2016

Aprobado: 8 de marzo de 2017

***Pterygoplichthys undecimalis* (Siluriformes: Loricariidae): una especie trasplantada en la cuenca del río Patía, vertiente Pacífico, Colombia**

Pterygoplichthys undecimalis (Siluriformes: Loricariidae): a species transplanted to the Basin of the Patía River, Colombia

Alberto Moncayo-Fernández, Ofelia Mejía-Egas y Héctor E. Ramírez-Chaves

Resumen

En Colombia se desconocen registros del trasplante de peces de la familia Loricariidae en los diferentes sistemas dulceacuícolas. El presente trabajo describe la historia del trasplante en la cuenca alta del río Patía que drena al Pacífico, del loricárido *Pterygoplichthys undecimalis* que se distribuye naturalmente en diferentes ríos que drenan a la vertiente del Caribe de Colombia. Las observaciones realizadas indican que la especie se ha establecido exitosamente en diferentes afluentes del río Patía, con los primeros registros en el año 2006 y los más recientes en el 2016.

Palabras clave. Distribución. Especies nativas. Introducción de especies. Peces. Trasplante de especies.

Abstract

In Colombia, records of fishes of the family Loricariidae transplanted in different freshwater systems are unknown. In this work, the history of the transplant of the loricariid *Pterygoplichthys undecimalis*, that is naturally distributed in several rivers different rivers that drain to the Caribbean of Colombia, into the upper Patía River Basin, that drains to the Pacific is described. Our observations show that the species has been successfully established in different tributaries of the Patía River, with the first records during 2006 and the most recent records in 2016.

Key words. Distribution. Fishes. Native species. Species introduction. Species transplant.

Introducción

Después de la pérdida de hábitats, la introducción de especies en áreas donde no son nativas representa la segunda amenaza más seria sobre la diversidad biológica, debido a la competencia por recursos con otras especies (Glonka *et al.* 1996). La introducción de especies alóctonas en muchos casos afecta los balances ecosistémicos al actuar como trasmisores de enfermedades y parásitos (IUCN *et al.* 1980), como depredadores de otras especies y destructores

o degradadores de los hábitats (Glonka *et al.* 1996). Igualmente, los trasplantes, entendidos como implantaciones de especies nativas en hábitats ajenos a su distribución natural entre cuencas hidrográficas de un país, pueden presentar a la fauna nativa el mismo problema potencial que las introducciones (Escobar-Ramírez 2004). En Colombia, se conocen 81 especies de peces dulceacuícolas introducidas provenientes de diferentes partes del mundo, y alrededor de 23

trasplantes realizados por particulares y entidades gubernamentales (Mojica *et al.* 2002, Gutiérrez *et al.* 2012, Restrepo-Santamaría y Álvarez-León 2013). Las familias introducidas y trasplantadas más representativas en Colombia son Cyprinidae, Cichlidae, Osphronemidae, Pimelodidae, Characidae, Salmonidae, Poeciliidae y Serrasalmidae (Gutiérrez *et al.* 2012). Para la familia Loricariidae únicamente se han registrado introducciones de dos especies del género *Hypostomus* en el departamento de Caldas (Restrepo-Santamaría y Álvarez-León 2013).

En México, los peces del género *Pterygoplichthys* (Loricariidae) constituyen una fuerte amenaza debido a que actúan como especies invasoras (Mendoza *et al.* 2007). Sin embargo, para Colombia no se han registrado a la fecha, casos de introducción o trasplantes de especies de este género (Gutiérrez *et al.* 2012), el cual cuenta a nivel nacional con siete especies nativas (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008). Entre estas, *P. undecimalis* (Steindachner, 1878) cuya localidad tipo es la Ciénaga Grande de Santa Marta, río Magdalena (Weber 2003), presenta amplia distribución natural que comprende principalmente las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, Lebrija, San Jorge, Bajo Cesar, Bajo Sinú y Catatumbo, en el norte de Colombia (Mesa-Salazar y Mojica 2016). A parte de dichas cuencas, se ha mencionado su presencia para afluentes del río Patía (suroccidente de Colombia), en el departamento del Cauca, vertiente Pacífica (Mejía-Egas *et al.* 2007), lo que constituiría un primer registro de trasplante que no ha sido discutido en detalle. Con este trabajo se presenta evidencia adicional del trasplante de *P. undecimalis* en la cuenca del río Patía, a partir de observaciones realizadas en campo entre los años 2006 y 2016, y la revisión de ejemplares depositados en la colección de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC-IC).

Material y métodos

Las observaciones fueron realizadas a partir de muestreos de campo en diferentes subcuencas de la cuenca Patía en el departamento del Cauca, entre los años 2006 y 2016. Las localidades visitadas hacen

parte de las cuencas de los ríos Sambingo, Hato Viejo (municipio de Mercaderes, Cauca) y las quebradas Cantarana y Palobobo (municipio de Patía, Cauca). Para la captura de los peces se realizaron muestreos con red de arrastre de 7,50 m de longitud, por 1,50 m de ancho y ojo de malla de 0,5 cm. Los ejemplares de esta especie fueron recolectados y fijados *in situ* con solución de formol al 10 %, luego conservados en alcohol al 70 %, e ingresados y registrados en la colección de referencia de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. De cada ejemplar recolectado se tomaron las medidas de longitud estándar (LE), la longitud de la cabeza (LC) y la proporción LE/LC. Para la identificación de los individuos se comparó con los caracteres diagnósticos disponibles en la literatura (Ortega-Lara *et al.* 2002, Armbruster y Page 2006), entre los que se encuentran: papila bucal simple; espinas pectorales largas que sobrepasan el inicio de la base de las aletas pélvicas (contra Ortega-Lara *et al.* 2002) quienes sugieren que “las espinas pectorales largas sobrepasan el inicio de la base de las aletas pectorales” y cubiertas de numerosas papilas en el extremo; y entre 10 y 12 radios dorsales.

Resultados

Los primeros registros del trasplante de *P. undecimalis* a la cuenca del río Patía fueron realizados en junio del 2006 (MHNUC-IC 1119: tres ejemplares; MHNUC-IC 1121: diez ejemplares), en lagos artificiales con actividad piscícola, localizados en la Hacienda Curacas ($01^{\circ}43'00''N$ - $77^{\circ}07'00''O$; 1050 m. s.n.m), municipio de Mercaderes, Cauca. Aunque estos ejemplares (adultos y juveniles) eran mantenidos bajo “condiciones controladas”, empezaron a ser registrados en capturas con atarraya, en ecosistemas ribereños al lago, debido al vaciado de uno de estos al río Hato Viejo. En noviembre del mismo año, ejemplares juveniles (MHNUC-IC 1080: dos ejemplares) fueron capturados en la quebrada Palobobo ($02^{\circ}05'41''N$ - $77^{\circ}00'40''O$; 678 m. s.n.m), vereda Chondural, municipio de Patía, Cauca, 95 km al norte de la localidad de los primeros registros por la posible ruta de dispersión. Posteriormente, en octubre de 2007 fueron capturados ejemplares de

diferentes edades que se puede corroborar por las diferencias en los tamaños corporales (MHNUNC-IC 1158: 14 ejemplares), en charcas temporales localizadas en cercanías de la estación de Upesca, en la vereda Angulo, Patía ($2^{\circ}2' N$ - $77^{\circ}7'O$, 600 m. s.n.m.). Diez años después de los primeros registros (mayo de 2016), un ejemplar juvenil (MHNUNC-IC 1157), fue registrado en la quebrada Cantarana ($02^{\circ}04'55''N$ - $77^{\circ}05'31''O$; 597 m s.n.m.), municipio de Patía, Cauca, 15 km al sur de la localidad del segundo registro (Figura 1).

En total durante estos diez años, fueron recolectados 30 individuos de *P. undecimalis* los cuales presentan las características diagnósticas de la especie (Ortega-Lara *et al.* 2002; Figura 2): espinas pectorales largas que sobrepasan el inicio de la base de las aletas pélvicas y cubiertas de numerosas papilas en el extremo, poseen 10–12 radios dorsales. Además, presentan papila bucal simple y estructura con forma de lengua (Armbruster y Page 2006). Las medidas obtenidas de estos ejemplares se resumen en la tabla 1.

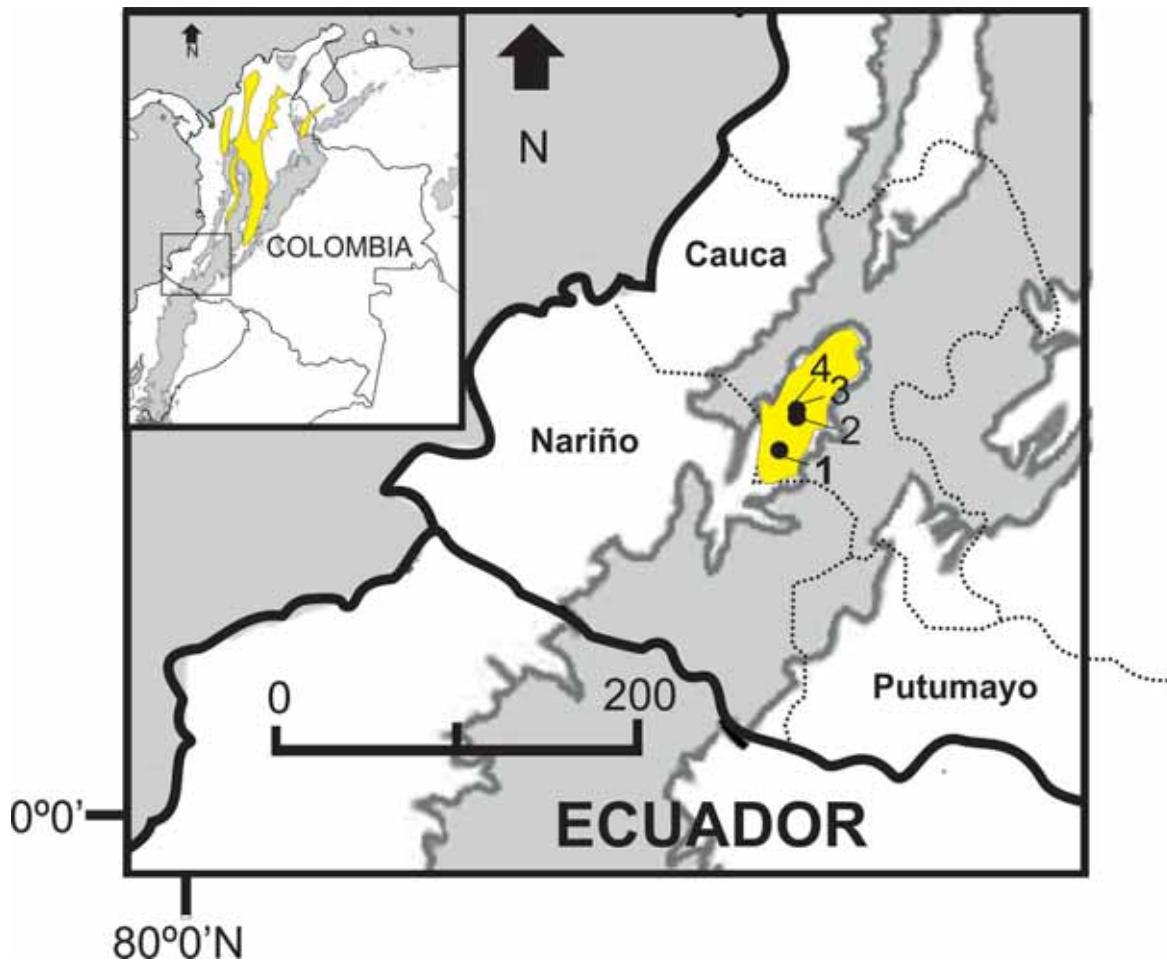


Figura 1. Distribución original de *Pterygoplichthys undecimalis* en Colombia (en amarillo; Mesa-Salazar y Mojica 2016) y localidades de trasplante (1-4) de *P. undecimalis* en la cuenca alta del río Patía, Cauca.

Tabla 1. Medidas (mm) de la longitud estándar (LE), longitud de la cabeza (LC), y la proporción LE/LC de los ejemplares recolectados de *Pterygoplichthys undecimalis* en la cuenca alta del río Patía, departamento del Cauca, depositados en la colección de referencia de Ictiología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca

Número de catálogo	Número de ejemplar	LE	LC	LE/LC
MHN-IC 1119	1	30,07	11,92	2,52
	2	37,72	14,16	2,66
	3	42,64	15,35	2,78
MHN-IC 1121	1	29,22	10,23	2,86
	2	38,89	14,27	2,73
	3	43,59	15,81	2,76
	4	54,06	19,18	2,82
	5	54,68	19,54	2,80
	6	73,15	23,8	3,07
	7	90,7	29,22	3,10
	8	100,05	31,28	3,20
	9	112,76	34,39	3,28
	10	127,05	39,13	3,25
MHN-IC 1080	1	98,94	32,31	3,06
	2	139,65	40,49	3,45
MHN-IC 1157	1	64,59	22,19	2,91
	1	46,09	16,35	2,82
	2	47,78	16,76	2,85
	3	51,31	18,04	2,84
	4	53,76	18,49	2,91
	5	55,1	19,09	2,89
	6	58,69	21,31	2,75
	7	61,47	21,5	2,86
	8	62,99	21,84	2,88
	9	64,02	21,87	2,93
	10	67,01	22,8	2,94
	11	72,36	24,17	2,99
	12	72,56	24,29	2,99
	13	158,44	49,26	3,22
	14	220,43	62,04	3,55

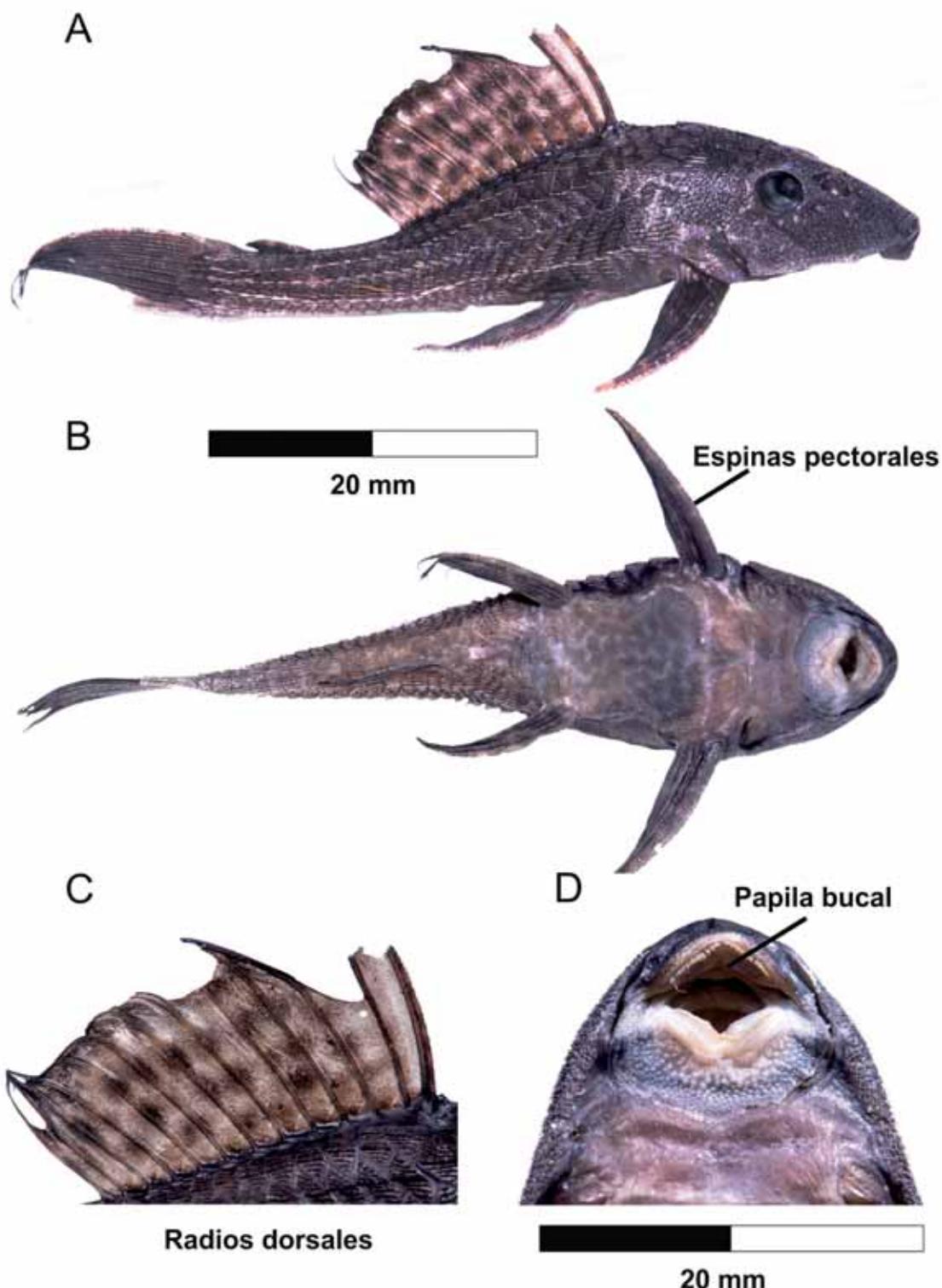


Figura 2. Caracteres diagnósticos de un ejemplar juvenil de *Pterygoplichthys undecimalis* (MHNUC-IC 1157), procedente de la cuenca alta del río Patía, Cauca. A) Vista lateral. B) Vista ventral. C) Aleta dorsal. D) Boca con papila bucal simple.

Discusión

En Colombia no existen reportes de trasplantes de loricáridos en sistemas dulceacuícolas (Gutiérrez *et al.* 2012, Restrepo-Santamaría y Álvarez-León 2013), por lo que *P. undecimalis* se constituye como una especie trasplantada en el país, en este caso para la cuenca del río Patía. Aparentemente, la especie se ha establecido exitosamente en la cuenca del río Patía debido al amplio intervalo de dispersión (95 km de acuerdo a los dos primeros registros en el año 2006; Figura 1). Se considera que la especie se introdujo hacia el año 2006, ya que muestreos de campo previos, realizados semestralmente en la cuenca alta del río Patía entre los años 2000 y 2004 (Lehmann *et al.* 2005) y registros históricos y revisiones taxonómicas de especímenes depositados en diferentes colecciones nacionales para la cuenca del río Patía (Ortega-Lara *et al.* 2006), no registraron presencia de *P. undecimalis* en la cuenca.

Aunque en el momento no existen estudios que determinen el nivel de riesgo que pueden correr las especies de peces nativas y endémicas de la cuenca alta del río Patía, se ha documentado que loricáridos introducidos a México pueden desplazar muchas especies de peces, debido a la competencia por zonas de anidación en épocas de reproducción, consumo incidental de sus huevos y competencia por algas y detritus (Mendoza *et al.* 2007). En dicho país existen registros de introducciones de *Pterygoplichthys* desde 1995 en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas y registros posteriores en Tecpatán, Chiapas, cuenca del río Grijalva, río Usumacinta y la presa Infierillo (Mendoza *et al.* 2007). Otras especies del género, como *P. disjunctivus* se han convertido en invasoras en la región del bajo Balsas, particularmente en la presa El Infierillo provocando problemas a las pesquerías de la región (Sandoval-Huerta *et al.* 2012). Ante la problemática causada por introducción de especies de *Pterygoplichthys* en otros países, el trasplante de *P. undecimalis* en la cuenca del río Patía obliga a diseñar investigaciones que conduzcan a determinar la probable vulnerabilidad a la que están expuestas las especies nativas de la cuenca. En particular, el impacto sobre *Chaetostoma patiae* (Loricariidae) la cual es

endémica de la cuenca del río Patía (Maldonado-Ocampo *et al.* 2008, Maldonado-Ocampo *et al.* 2012) y que puede estar sujeta a competencia espaciotemporal y trófica con *P. undecimalis* –debido a que aprovechan recursos similares. Igualmente, se requiere de campañas divulgativas sobre el impacto derivado de las acciones voluntarias (acuicultura) o involuntarias (escapes del área en donde están confinadas), para finalmente establecer medidas de ordenación, manejo y control de tales acciones. De esta manera se puede evitar la dispersión masiva y nuevos trasplantes o introducciones en los diferentes sistemas piscícolas con posibles vías de escape a tributarios de la cuenca.

Conclusiones

El presente trabajo reporta evidencias de trasplante de peces de la familia Loricariidae (*P. undecimalis*) para Colombia. Según las observaciones realizadas en campo, *P. undecimalis* fue trasplantada en el año 2006 en la cuenca alta del río Patía, departamento de Cauca. Aparentemente, el establecimiento de *P. undecimalis* fue exitoso debido al amplio intervalo de dispersión en la cuenca según registros recientes, y su permanencia en diferentes tributarios de la cuenca alta del río Patía. Sin embargo, se desconoce el nivel de riesgo al que están expuestas las especies nativas y endémicas de la cuenca, por lo cual, se recomienda realizar estudios de caso que determinen el estado actual de las poblaciones de peces en este sector del país.

Agradecimientos

Agradecemos a Hernando Vergara Varela, director del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca por el permiso para la revisión de los ejemplares depositados en la colección de referencia de Ictiología; a Carlos Andrés Velasco estudiante de Biología de la Universidad del Cauca por el último registro de la especie y datos de campo; a Juan Sebastián Moreno, investigador de la fundación Ecotonos por el registro fotográfico; a Fernando

Ayerbe por el apoyo en los registros procedentes de Mercaderes que fueron recolectados durante el Plan de Manejo de las cuencas hidrográficas de los ríos Sambingo y Hato Viejo. A IDEA Wild por suministrar equipos para las salidas de campo de los años 2006 y 2007.

Bibliografía

- Armbruster, J. W. y L. Page. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology* 4 (4): 401-409.
- Escobar-Ramírez, J. J. 2004. Síndromes de sostenibilidad ambiental del desarrollo en Colombia. Proyecto evaluación de la sostenibilidad en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. CEPAL. Santiago de Chile, 120 pp.
- Glonka, L., F. Burhenne-Guilmin y H. Synge. 1996. Guía del Convenio sobre Diversidad Biológica. UICN, Gland y Cambridge. Reino Unido, 179 pp.
- Gutiérrez, F. P., C. A. Lasso, M. P. Baptiste, P. Sánchez-Duarte y A. M. Díaz. (Eds). 2012. VI. Catálogo de la biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 335 pp.
- Lehmann, P., M. A. Vega y H. Mueses. 2005. Listado de las especies de peces de la cuenca alta y media del río Patía, Colombia. *Novedades Colombianas* 8 (1): 27-39.
- Maldonado-Ocampo, J. A., R. Vari y J. S. Usma. 2008. Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2): 143-237.
- Maldonado-Ocampo, J. A., J. S. Usma., F. A. Villa-Navarro., A. Ortega-Lara., S. Prada-Pedreros., L. F. Jiménez., U. Jaramillo-Villa., A. Arango., T. Rivas y G. C. Sánchez. 2012. Peces dulceacuícolas del Chocó Biogeográfico de Colombia. WWF Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C., 400 pp.
- Mejía-Egas, O., F. Ayerbe y H. Ramírez. 2007. Contribución al conocimiento de la fauna íctica de la subcuenca Sambingo y Hato Viejo en el Departamento del Cauca. Pp. 176. En: Memorias IX Simposio Colombiano de Ictiología - I Encuentro Colombo-Venezolano de Ictiólogos. Santa Marta, Colombia.
- Mendoza, R., C. Contreras., C. Ramírez., P. Koleff., P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces Diablo: Especies invasoras de alto impacto. *Biodiversitas* 70: 1-5.
- Mesa-Salazar, L. y J. Mojica. 2016. *Pterygoplichthys undecimalis*. En: The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T49830619A61474088. Consultado: 01 agosto 2016.
- Mojica, J. I., C. Castellanos., S. Usma y R. Álvarez. (Eds). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, D. C., 288 pp.
- Ortega-Lara, A., A. Aguiño y G. C. Sánchez. 2002. Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. Informe Técnico. Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible (Funindes). Popayán, Colombia, 139 pp.
- Ortega-Lara, A., J. S. Usma., P. A. Bonilla y N. L. Santos. 2006. Peces de la Cuenca del río Patía, Vertiente de Pacífico colombiano. *Biota Colombiana* 7 (2): 179-190.
- Restrepo-Santamaría, D. y R. Álvarez-León. 2013. Algunos aspectos sobre la introducción de especies, y estado del conocimiento sobre los peces introducidos en el departamento de Caldas, Colombia. *Revista Luna Azul* 37: 268-281.
- Sandoval-Huerta, E. R., X. Madrigal-Guridi., A. García-Meraz., N. I. Dimas-Mora y O. Domínguez-Domínguez. 2012. Nuevo registro de *Pterygoplichthys disjunctivus* (Actinopterygii: Loricariidae) en la desembocadura del río Coahuayana, Coahuayana, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 294-297.
- Unión Internación para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y World Wildlife Fund (WWF). 1980. Estrategia Mundial para la Conservación. Gland. 71 pp.
- Weber, C. 2003. Subfamily Hypostominae (Armored catfishes). Pp: 351-372. En: Reis, R. E., S. O. Kullander y C. J. Ferraris. (Eds). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil.

Alberto Moncayo-Fernández

Universidad del Cauca;
Fundación Endémica,
Popayán, Colombia

almo_1095@hotmail.com

Ofelia Mejía-Egas

Universidad del Cauca,
Popayán, Colombia

omejiaegas@gmail.com

Héctor E. Ramírez-Chaves

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Departamento de Ciencias Biológicas,
Universidad de Caldas,
Manizales, Colombia
hector.ramirez@ucaldas.edu.co

Pterygoplichthys undecimalis (Siluriformes:
Loricariidae): una especie trasplantada en la cuenca del
río Patía, vertiente Pacífico, Colombia

Citación del artículo: Moncayo-Fernández, A., O. Mejía-Egas y H. E. Ramírez-Chaves. 2017. *Pterygoplichthys undecimalis* (Siluriformes: Loricariidae): una especie trasplantada en la cuenca del río Patía, vertiente Pacífico, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 243-250. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a15.

Recibido: 11 de agosto de 2016

Aprobado: 16 de marzo de 2017

Lista anotada de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia

Checklist of the herpetofauna of the department of Quindío, Colombia

Cristian Román-Palacios, Sara Fernández-Garzón, Alejandro Valencia-Zuleta, Andrés F. Jaramillo-Martínez y Ronald A. Viáfara-Vega

Resumen

La creciente incertidumbre sobre el estado de conservación de los diferentes grupos biológicos resalta la importancia de trabajos enfocados en la recopilación de registros de diversidad. Para Colombia, la exploración biológica ha implicado el descubrimiento de zonas prioritarias de conservación, pero la falta de información sobre aspectos como la distribución de las especies, limita tanto el énfasis como la efectividad en los esfuerzos de conservación. En particular, el departamento del Quindío representa un área de interés faunístico importante por su posición geográfica y características climáticas. Sin embargo, carece de información base para una discusión inclusiva de la diversidad local. El presente trabajo recopila información bibliográfica sobre la riqueza, distribución y diversidad de anfibios en el departamento. La información publicada en diferentes fuentes bibliográficas indica que cerca de 105 especies de anfibios y reptiles (48 y 57 respectivamente) coexisten dentro de los límites políticos del departamento. Entre estas, los géneros *Anolis* y *Pristimantis* representan la mayor diversidad de especies. A pesar de su extensión política, las especies que allí han sido registradas presentan una importancia ecológica y actúan, además, como un reservorio de diversidad en relación a otras zonas.

Palabras clave. Anfibios. Cordillera Central. Conservación. Reptiles. Riqueza.

Abstract

The increasing uncertainty about the conservation status of the different biological groups emphasizes the importance of concentrating efforts on gathering diversity records. In Colombia, biological explorations have revealed priority areas for conservation, but the lack of information about topics as species distribution, restricts both the emphasis and efficiency of conservation efforts. In particular, Quindío department represents an important area of faunal interest due to its geographical position and climatic conditions. However, still lacks of basic information for an comprehensive discussion of local diversity. This works aims to summarize the information on richness, geographic distribution and diversity of the herpetofauna in the department. Published information from different bibliographic resources indicates that about 108 species of amphibians and reptiles (48 and 57 spp. respectively) coexist within the political boundaries. Among these, the genus *Anolis* and *Pristimantis* recorded the highest species diversity. Despite the reduced department's size, the species that have been recorded exhibit remarkable ecological importance and also act as a reservoir of diversity regarding surrounding areas.

Key words. Amphibians. Cordillera Central. Conservation. Reptiles. Richness.

Introducción

Se ha identificado a la cordillera de los Andes como el principal factor de diversificación en la región Neotropical (Antonelli *et al.* 2009, Rull 2011, Mendoza *et al.* 2015), pues al fragmentar poblaciones de tierras bajas y altas por medio de levantamientos asincrónicos, ha generado barreras al flujo génico que han promovido los eventos de especiación principalmente por alopatría (Lynch *et al.* 1997, Cadena *et al.* 2012, Madriñan *et al.* 2013). Además de las variaciones geológicas, la incapacidad inherente de los organismos (e.g. conservatismo de nicho) para adaptarse a condiciones ecológicas nuevas, acoplada a los cambios ambientales entre cordilleras (Antonelli *et al.* 2009, Hoorn *et al.* 2010), incrementan la verosimilitud y la preponderancia de este modo de especiación en los vertebrados neotropicales (e.g. especiación alopátrica; Wiens 2004, Wiens y Graham 2005). Entre las consecuencias más evidentes de la alopatría a nivel ecológico están la baja diversidad local y el alto recambio de especies (Cadena *et al.* 2012), siendo ambos descriptores típicos de las zonas altas andinas (Lynch 1999, Cadena *et al.* 2012, Muñoz-Ortiz *et al.* 2014). Por otro lado, esta región alberga más de la mitad de especies de reptiles (Sánchez-C. *et al.* 1995) y de anfibios (Ruiz-Carranza *et al.* 1996, Bernal y Lynch 2008), pero además presenta la riqueza y diversidad que hace distintiva al país (e.g. endemismos; Lynch *et al.* 1997, Sánchez-C. *et al.* 1995).

A pesar de la notable diversidad biológica que sustentan los Andes colombianos, esta área ha sido gravemente afectada por la intervención antrópica. En la actualidad, esta región sustenta cerca del 85 % de las actividades socioeconómicas y alberga más del 77 % de la población del país, convirtiéndose en el núcleo socio-económico más importante del país (Corrales 2002, Rincón y Bernal 2007). La actual tendencia al incremento en la explotación pecuaria y la expansión acelerada de la frontera agrícola han hecho de la región Andina, el área con mayor índice de transformación ecológica mediada por efectos antrópicos (Etter y van Wyngaarden 2000, Murgueitio

2002, Etter *et al.* 2008). En general, esto ha implicado la disminución en extensión para bosques primarios en por lo menos 63 % (Corrales 2002, Etter *et al.* 2016), con notables implicaciones sobre diversidad biológica (Myers *et al.* 2000, Corrales 2002, Herzog *et al.* 2012).

Tanto anfibios como reptiles son considerados grupos sensibles ante la degradación ambiental. En general y como consecuencia de su fisiología, ambos grupos presentan diferentes respuestas en el contexto espacial de su riqueza, su comunidad y/o poblaciones al ser sometidos a estrés ambiental (Duellman y Trueb 1994, Di Tada *et al.* 1996, Driscoll 2004, Sanabria *et al.* 2007, Bionda *et al.* 2012, Hernández-Córdoba *et al.* 2013, Theisinger y Ratianarivo 2015). Un patrón recurrente en la región Andina relaciona una alta diversidad de anfibios en altitudes elevadas en comparación con reptiles (Navas 2002). Mientras que la relación funcional entre el número de especies y la elevación en reptiles está dada por la temperatura, el patrón es variable y dependiente principalmente de la localidad analizada (McCain 2010). En síntesis, la alta capacidad explicativa de los componentes microambientales soportan la estrecha dependencia de ambos linajes a las condiciones del entorno y ofrecen una explicación a la variación altitudinal de la riqueza específica (Lomolino 2001, Cortés-Gomez *et al.* 2013). Aunque esta relación puede ser generalizada, el patrón altitudinal de diversidad puede variar de acuerdo con la región biogeográfica, grupo taxonómico, interacción trófica, producción, estabilidad o antigüedad de los ecosistemas (Patterson *et al.* 1989). Por lo que limita las conclusiones a espacios y tiempos particulares (Rickart *et al.* 1991). A grandes rasgos, esto puede reflejar la falta de comprensión sobre la generalidad del patrón o la realidad sobre la relación funcional entre elevación y riqueza (Kattan *et al.* 2004). Sin embargo, ha sido ampliamente soportada la mayor riqueza específica en regiones con elevaciones intermedias (Graham *et al.* 2004, La Sorte y Jetz 2010, Santos *et al.* 2011).

Aunque se reconoce que la respuesta es diferencial entre anfibios y reptiles, los procesos de transformaciones globales como la pérdida de hábitat, el cambio climático, enfermedades, minería, uso de pesticidas y tráfico ilegal han ocasionado que muchas poblaciones de ambos grupos se encuentren en un estado de declive (Mendelson *et al.* 2006, Böhm *et al.* 2013, Valencia-Zuleta *et al.* 2014). Una de las principales problemáticas es el desconocimiento de la diversidad biológica, pero en particular en grupos focales. Hasta la fecha, únicamente el 25 % de anfibios y 18 % de reptiles evaluados se encuentran en Datos Insuficientes (DD *sensu* IUCN 2016). Si se reconoce que las regiones montañosas tropicales son “hotspots” de riqueza y endemismo para múltiples linajes de anfibios y reptiles (Myers *et al.* 2000, Orme *et al.* 2005), estas áreas deberían ser consideradas como prioridad en la evaluación, ejecución de criterios y planes de manejo que aporten en la conservación de la herpetofauna.

En el departamento del Quindío, pocos estudios han sido enfocados en describir la diversidad de herpetofauna. Hasta la fecha de redacción de este documento, Cadavid *et al.* (2005) es el único trabajo que recopila de manera sistemática información sobre la diversidad de anfibios y reptiles en el departamento, lo cual contrasta con otros trabajos enfocados en registrar observaciones de una o pocas especies (e.g. Vanegas-Guerrero *et al.* 2014, 2016a). La falta de una síntesis sobre la riqueza de estos grupos, genera la imposibilidad de discusiones subsecuentes en aspectos como delimitación de regiones con prioridades de conservación. El propósito del presente trabajo es recopilar la información contenida en diferentes fuentes bibliográficas (i.e revisiones taxonómicas, registros geográficos, inventarios taxonómicos reducidos), sobre la riqueza de herpetofauna en el departamento del Quindío. En el presente documento se analiza también su diversidad y distribución altitudinal.

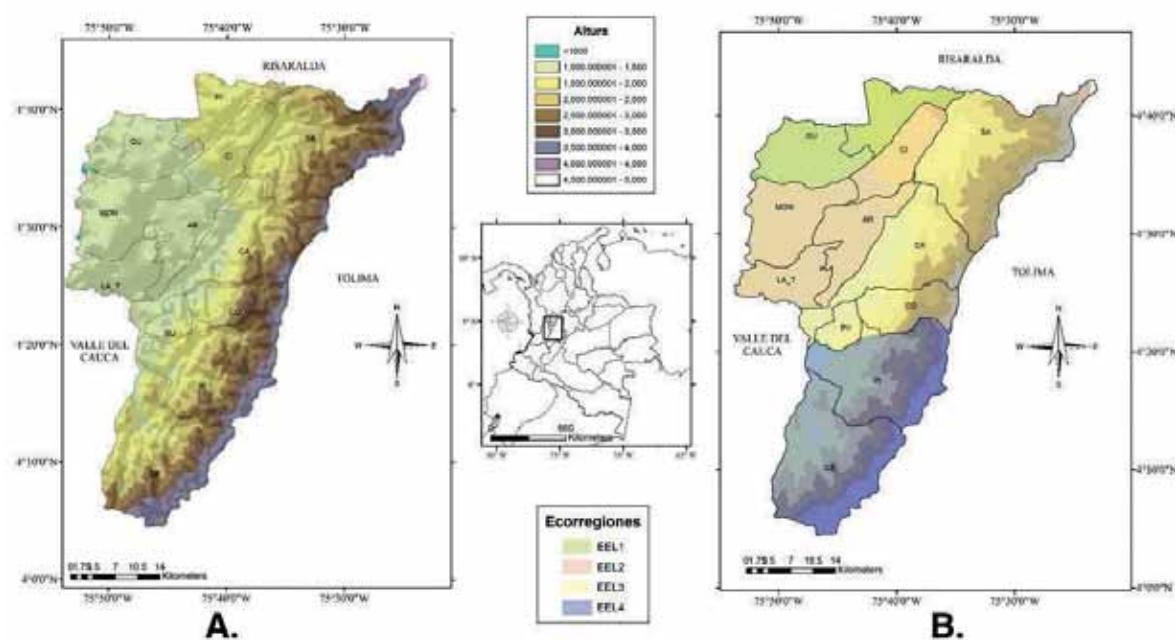


Figura 1. Departamento del Quindío, Colombia. A) Mapa político del departamento, con rangos altitudinales; B) segmentación por ecorregiones según la propuesta de Orozco-Serna (2012). Acrónimos de municipios: (Ar) Armenia, (SA) Salento, (LA_T) La Tebaida, (Fi) Filandia, (Qu) Quimbaya, (Mon) Montenegro, (Ci) Circasia, (Ca) Calarcá, (Bu) Buenavista, (Co) Córdoba, (Pi) Pijao y (Ge) Génova.

Material y métodos

Área de estudio

El departamento del Quindío se ubica en la zona centro-occidental de Colombia, entre los $4^{\circ}04'41''$ N y $4^{\circ}43'18''$ N y entre los $75^{\circ}23'41''$ W y $75^{\circ}53'56''$ W, con una superficie aproximada de 1.845 km² (Figura 1). El área consiste en un intrincado mosaico de ecosistemas y pisos térmicos dispuestos en un gradiente altitudinal ascendente desde el extremo occidental del departamento (800 m s.n.m.) hacia la zona oriental (>3500 m s.n.m.), donde aparecen las laderas propias de la vertiente occidental de la cordillera Central (Cadavid *et al.* 2005).

Obtención de datos

La información fue obtenida a partir de fuentes de bibliografía y registros disponibles en las bases de datos en línea del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Museo herpetología de la Universidad de Antioquia (MHUA-A), Colección de anfibios y reptiles de la Universidad del Valle (UVC), Fundación Miguel Lillo (FML), Museo de La Salle – Universidad de La Salle (MLS), American Museum of Natural History, New York, USA (ANSP), Museo de Historia Natural, Colegio San José, Medellín, Colombia (CSJ), Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA, (MCZ), United States National Museum, Smithsonian Institution, Washington, D.C., USA (USNM). La nomenclatura usada en este listado sigue las propuestas taxonómicas de Pyron y Wiens (2011) para anfibios y Uetz y Hošek (<http://www.reptile-database.org>, acceso: 24/07/2016) para reptiles.

Una vez generada la matriz con las especies y sus localidades se realizaron dos tipos de análisis: 1) Distribución altitudinal de las especies: se consideran siete rangos altitudinales de aproximadamente 500 m s.n.m.: R1: <1000 m s.n.m., R2: 1000 - 1500 m s.n.m., R3: 1501 - 2000 m s.n.m., R4: 2001 - 2500 m s.n.m., R5:

2501 - 3000 m s.n.m., R6: 3001 - 3500 m s.n.m. y R7: > 3501 m s.n.m. Este tipo de análisis por rangos de 500 m ha sido realizado previamente en diferentes localidades, aportando suficiente resolución para la descripción de la distribución altitudinal en diferentes grupos (e.g. Wathen *et al.* 2014). 2) Segmentación por ecorregiones: siguiendo la propuesta de Orozco-Serna (2012), se tomaron cuatro zonas delimitadas por corrientes hídricas y apoyada en las características biológicas de cada municipio denominadas de la siguiente manera: ecorregión I (EEL I): Filandia y Quimbaya; ecorregión II (EEL II): Circasia, Armenia, Montenegro y La Tebaida; ecorregión III (EEL III): Salento, Calarcá, Córdoba y Buena Vista y ecorregión IV (EEL IV): Pijao y Génova (Figura 1B).

Análisis de datos

Se interpretó la diversidad alfa tanto en el departamento, municipios y ecorregión, como el número de especies reportadas en cada uno de esos sitios. Se calculó además el índice de Whittaker entre pares de ecorregiones y global, tanto para anfibios como reptiles. Se evaluaron por lo tanto los patrones espaciales tanto políticos (e.g. municipios) como altitudinales. La diversidad altitudinal (beta diversidad) fue evaluada de acuerdo a las matrices de riqueza entre rangos altitudinales a partir de un análisis de agrupamiento basado en el índice de Jaccard. Este análisis complementó funcionalmente con los valores de diversidad del índice de Whittaker. Por último, para encontrar las especies responsables de las diferencias entre rangos altitudinales se realizó un análisis de SIMPER que indica el aporte en la disimilitud de cada taxón sobre la totalidad de grupos (e. g. rangos altitudinales) en la matriz de riqueza. No se incluyeron en los análisis algunas especies consideradas como introducidas en el departamento por no presentar en algunos casos poblaciones naturales dentro de la zona de estudio. Los análisis fueron realizados en usando la librería Vegan (Oksanen *et al.* 2007) en R (R Core Team 2016, <http://www.R-project.org>).

Resultados

La herpetofauna del Quindío se compone de 105 especies: 48 anfibios y 57 reptiles (Anexo 1, Tabla 1). Entre estas, los anuros representan el 41 % de las especies, seguido de serpientes con 32 % (30 sp.) y saurios con un 20 % (22 sp.). Otros grupos como Caudata (1 %), Gymnophiona (3 %) y Testudinata (4 %) fueron los menos representativos de la riqueza del departamento. Se registró un total de 12 familias de los tres órdenes de anfibios. Ocho familias de anuros, tres de gimnofiones y una de caudados (Figura 2A). Craugastoridae fue la familia más diversa (19 sp.; 39,58 %), seguida por Centrolenidae (8 sp., 16,66 %) y Bufonidae (3 sp., 6,25 %). En contraste, las familias con menor diversidad fueron Hemiphractidae y Leptodactylidae (2 sp., 4,16 % cada una) y Ranidae, Caeciliidae, Siphonopidae, Plethodontidae y Typhlonectidae (1 sp. cada una).

Los reptiles reportados en el departamento se distribuyen en 16 familias representando los órdenes Squamata (13 familias), con los subórdenes Sauria (8 familias) y Serpentes (5 familias), y el orden Testudinata (3 familias) (Figura 2B). Dipsadidae fue la familia con mayor número de especies registradas (19 sp.; 33,33 %), seguido de Dactyloidae (7 sp.; 12,28 %), Gekkonidae y Gymnophthalmidae (4 sp.;

7 % cada una). Iguanidae, Chelydridae, Scincidae, Corytophanidae, Tropiduridae, Geoemydidae, Emydidae, Kinosternidae y Viperidae se encontraron representadas por una sola especie.

La mayor parte de los registros estuvieron localizados sobre la zona norte del departamento (Figura 3), en los municipios de Filandia (44 sp.), Calarcá (33 sp.), Armenia (29 sp.) y Salento (27 sp.). Mientras que La Tebaida (7 sp.), Montenegro (7 sp.), Pijao (5 sp.), Quimbaya (4 sp.), Circasia (2 sp.) y Génova (1 sp.), presentaron los registros más bajos. En contrastante la relación entre riqueza anfibios/reptiles en diferentes municipios como Salento que presenta registros de 34 especies de anfibios y solo dos registros de reptiles.

Diversidad por ecorregiones

El mayor número de especies tanto de anfibios como reptiles se encontró en la ecorregión I, seguida de la II y III (52, 47 y 46 sp. respectivamente; Figura 4). La EEL IV, que incluye los municipios Pijao y Génova, presentó solamente 12 registros (11,11 %). Para anfibios, el número de especies fue contrastante entre la EEL III (32 sp.) y EEL IV (9 sp.), resaltando esta última por la presencia de especies únicas para

Tabla 1. Resumen de la composición de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia.

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies
AMPHIBIA	Anura	8	18	44
	Caudata	1	1	1
	Gymnophiona	3	3	3
	Testudinata	3	3	3
REPTILIA	Sauria	8	12	22
	Serpentes	5	19	32
Total		27	57	105

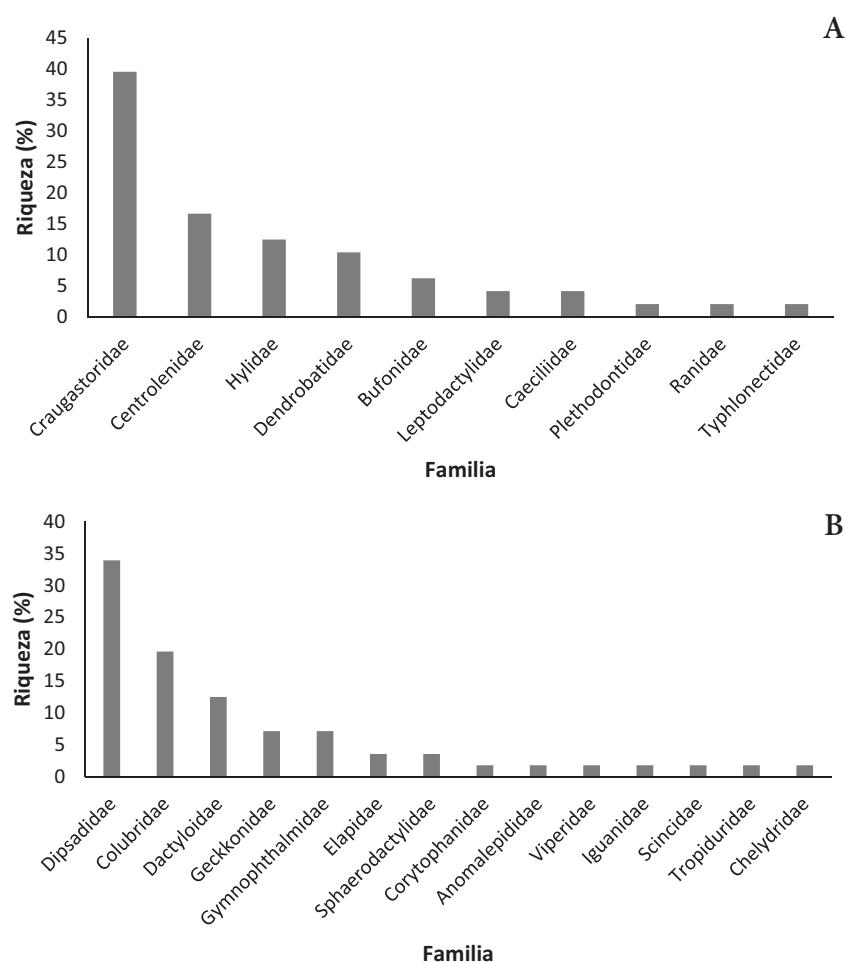


Figura 2. Riqueza (%) de las familias en el departamento del Quindío, Colombia. A) Anfibios, B) Reptiles.

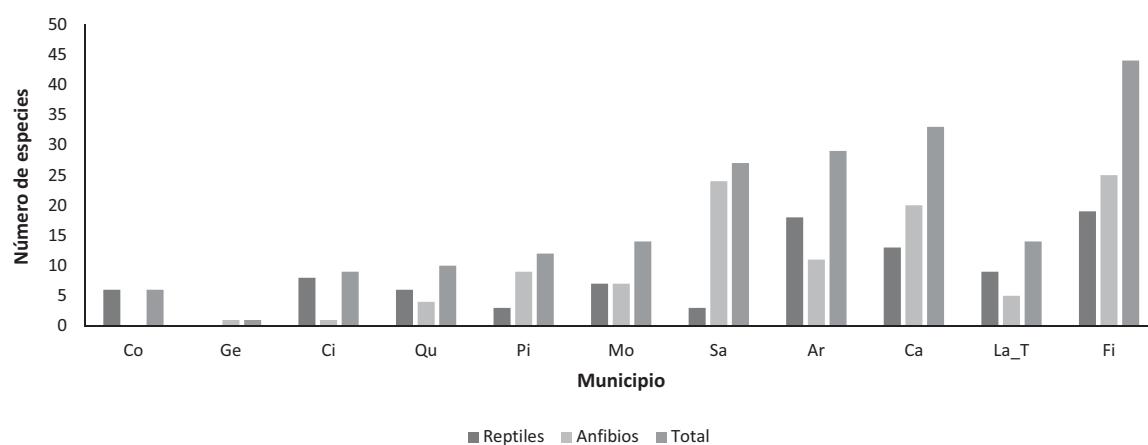


Figura 3. Distribución de la riqueza en los municipios con registros de herpetofauna en el departamento del Quindío. Fi: Filandia, Sa: Salento, Ca: Calarcá, Ar: Armenia, La_T: La Tebaida, Mo: Montenegro, Ge: Génova, Qu: Quimbaya, Pi: Pijao, Ci: Circasia, Co: Córdoba.

el departamento como: *Bolitoglossa vallecula*, *Nymphargus ruizi*, *N. grandisonae* y *Parvicaecilia pricei*. Las ecorregiones ubicadas al noroccidente del departamento (EEL I y EEL II) presentaron un número de especies intermedio con relación a las demás (25 y 15 sp., respectivamente). Por otro lado, *Pristimantis achatinus*, *Rhinella horribilis*, *Dendropsophus columbianus* y *Colostethus fraterdanieli* presentaron registros en las cuatro ecorregiones, mientras que *Centrolene savagei*, *Pristimantis erythroleura*, *P. palmeri*, *P. thectopternus*, *B. vallecula* y *Nymphargus griffithsi* estuvieron presentes en el 75 % de las ecorregiones.

Los reptiles presentaron la mayor diversidad en la EEL II (31 sp., 29,48 %) zona enmarcada en los municipios de La Tebaida, Montenegro y Armenia. En esta ecorregión se destacan los únicos registros de *Chelydra acutirostris*, *Leptodeira septentrionalis*, *Tantilla melanocephala*, *Mastigodryas danieli* y *Basiliscus galeritus*. La EEL IV presentó el menor número de especies para reptiles (3 sp.), correspondientes a *Chironius monticola*, *Bothriechis schlegelii* y *Micrurus mipartitus*. Las EEL I y EEL III recogen cerca del 63 % de riqueza (40 sp.) de reptiles en el departamento.

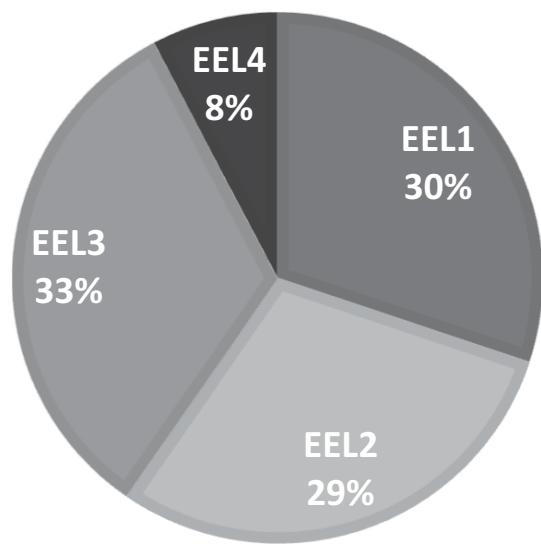


Figura 4. Riqueza porcentual de la herpetofauna por ecorregión en el departamento del Quindío, Colombia.

Análisis altitudinal

La riqueza de anfibios presentó una distribución gaussiana de acuerdo al gradiente altitudinal, con un pico máximo de riqueza en altitudes intermedias en el rango comprendido entre los 2000-2500 m s.n.m. (R4; 32 sp.) y disminuyendo gradualmente hacia los extremos (Figura 5). Con respecto a R1 disminuye un 75 % y 81 % cuando se compara con R7. El 71 % de las especies de anfibios en el departamento se encontraron distribuidas entre los 1500-2500 m s.n.m. (R3-R4; 34 sp.). Los reptiles presentan una tendencia inversa entre la riqueza y altitud, con un valor máximo entre los 1500-2000 m s.n.m. (R2; 47 sp.), es decir un mayor número de registros (68 %) a alturas menores de 1500 m s.n.m. (R1-R2; 40 sp.).

Amplitud altitudinal de los anfibios dentro de la gradiente

Se encontraron registros de 12 familias en el rango de los 500 – 3501 m. R1 se caracterizó por presentar el único reporte de *Typhlonectes natans* (Typhlonectidae) para el departamento. Tanto R1 como R2 tuvieron mayor dominancia de hylidos (3 sp.) y leptodactylidos (2 sp.). En R3 y R4 se evidenció alta dominancia de craugastoridos (9 y 12 sp., respectivamente), centrolénidos (6 y 7 sp., respectivamente) y dendrobátidos (4 y 5 sp., respectivamente). R5 y R6 presentaron un patrón similar en riqueza de Craugastoridae (9 sp. cada una). Sin embargo, en R5 se presentó un número mayor de especies de las familias Bufonidae y Centrolenidae (2 sp. cada uno), en comparación con R6 en el cual solo se registró una especie para ambas familias. En R7 se encontraron únicamente registros de Craugastoridae (5 sp.) y Bufonidae (1sp.). Craugastoridae estuvo presente en todos los rangos, excepto en R1, dominando en el número de especies desde los 1.500 m s.n.m.

Amplitud altitudinal de las especies de reptiles

Se encontraron registros de 16 familias para el departamento, registrando para Dipsadidae la mayor riqueza en alturas menores de 3000 m s.n.m. (R1-R5). R1 y R2 estuvieron más representados por especies de

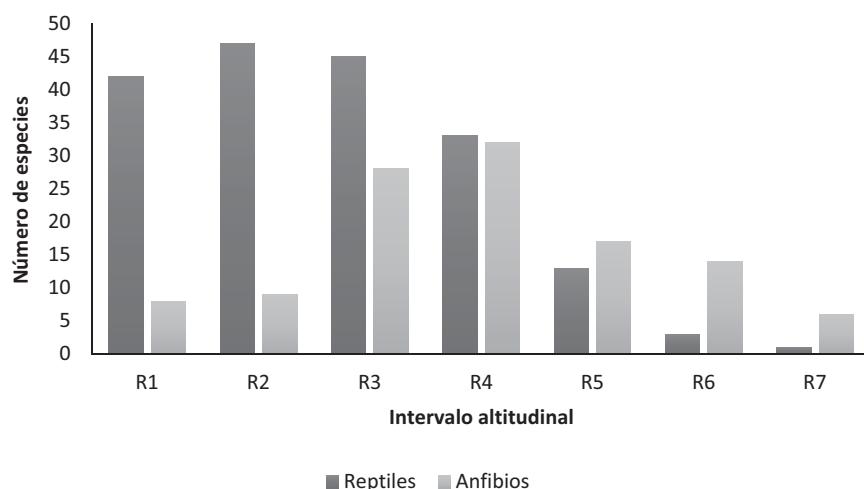


Figura 5. Distribución altitudinal de la herpetofauna en el departamento del Quindío.

Dipsadidae (13 y 14 sp., respectivamente), Colubridae (10 y 9 sp., respectivamente), Gekkonidae (4 sp. en cada una) y Dactyloidae (2 y 6 sp., respectivamente). *Chelydra acutirostris* (Chelydridae) solo se registró en R1. Para R3, las familias mejor representadas fueron Dipsadidae (18 sp.), Dactyloidae (7 sp.) y Gymnophthalmidae (5 sp.). A partir de los 2.000 m s.n.m., la riqueza de estos grupos disminuye, pero aún es notoria la dominancia en R4 y R5 por las familias: Dipsadidae (15 y 13 sp., respectivamente), Dactyloidae (5 sp. y 2 sp., respectivamente), Colubridae (5 sp. y 3 sp., respectivamente) y Gymnophthalmidae (4 sp. en R4). En R6, solo se encontraron registros de *Atractus crassicaudatus* (Dipsadidae), *Riama striata* (Gymnophthalmidae) y *Anolis heterodermus* (Dactyloidae), siendo ésta última la única representante a 3.500 m de altura (R7).

Patrones de Beta diversidad en anfibios

Se encontró una similitud del 76 % (Bootstrap = 100 %) entre la composición de los rangos altitudinales R3 y R4, que sugiere la continuidad en el gradiente altitudinal de la fauna anfibia entre los 1500 y 2500 m s.n.m. (Figura 6A). Dos grupos son discriminados en el análisis de agrupamiento compuesto por R3 a R7 y R1 con R2. El grupo que presentó la composición más

disímil con respecto a los demás rangos altitudinales fue R7 (Bootstrap = 87 %), este rango comparte solo entre 15 a 30 % de similaridad con R5 y R6. R1 con R2 evidencia la similaridad de las zonas bajas (55 %, Bootstrap = 100), compartiendo un porcentaje de la fauna anfibia que genera una tendencia continua en la identidad del ensamble.

El índice de disimilitud de Whittaker indicó una notable identidad de los rangos extremos en cuanto a sus características composicionales (Whittaker= 1,00, Tabla 2). Los rangos extremos forman por lo tanto estructuras independientes respecto a los rangos altitudinales intermedios. Por último, los rangos R3 y R4 presentan el mayor número de especies y por lo tanto la mayor similaridad entre todos los 1500–2500 m s.n.m. (Whittaker= 0,15). En general, el patrón de agrupamiento entre rangos altitudinales responde a la presencia de especies como *Pristimantis alalocophus* (2,84 %), *Osornophryne percrassa* (2,84 %), *Dendropsophus columbianus* (2,84 %), *Pristimantis permixtus* (2,83 %) y *Rhinella horribilis* (2,83 %). Las especies *Colostethus ucumari* (0,84 %) y *Centrolene geckoideum* (0,84 %) implican la mayor disimilitud entre rangos y por lo tanto son exclusivas de determinadas alturas.

Patrones de Beta diversidad en reptiles

La mayor similitud entre rangos altitudinales se encontró en el clúster formado por R1 y R2 (80 %, Bootstrap= 99 %; Figura 6B). Al igual que este, los rangos R3 y R4 fueron identificados como con una estructura similar. Estos últimos fueron anidados con R5 entre un 30-40 % de similaridad (Bootstrap=41 %), donde comienza a cambiar la identidad del gradiente. La formación de estos grupos implica que para reptiles se encuentran tendencias a ensambles de

tierras bajas-medias y altas separados por los 3000 m s.n.m. Esto fue indicado en el Cluster de R6-R7 (45 %, Bootstrap=65 %). El índice de Whittaker que presentó un recambio general de 1.18 que soporta los Clusters formados a partir del índice de Jaccard (Tabla 2). El análisis de SIMPER indicó que la diferencia entre alturas fue impuesta principalmente por *A. crassicaudatus* (4,328 %).

Tabla 2. Recambio de especies de anfibios (sobre la diagonal) y reptiles (bajo la diagonal) entre rangos altitudinales según el índice de Whittaker. Entre paréntesis se encuentra el número de especies compartidas entre rangos altitudinales.

Rango	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
R1	–	0,29 (6)	0,88 (2)	0,95 (1)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,00 (0)
R2	0,09 (41)	–	0,77 (4)	0,90 (2)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,00 (0)
R3	0,30 (28)	0,19 (35)	–	0,15 (25)	0,59 (9)	0,75 (5)	1,00 (0)
R4	0,46 (19)	0,35 (25)	0,18 (30)	–	0,42 (14)	0,65 (8)	0,94 (1)
R5	0,70 (8)	0,66 (10)	0,54 (13)	0,36 (15)	–	0,29 (11)	0,73 (3)
R6	1,00 (0)	1,00 (0)	0,95 (1)	0,88 (2)	0,76 (2)	–	0,50 (5)
R7	1,00 (0)	1,00 (0)	0,95 (1)	0,93 (1)	0,87 (1)	0,33 (1)	–

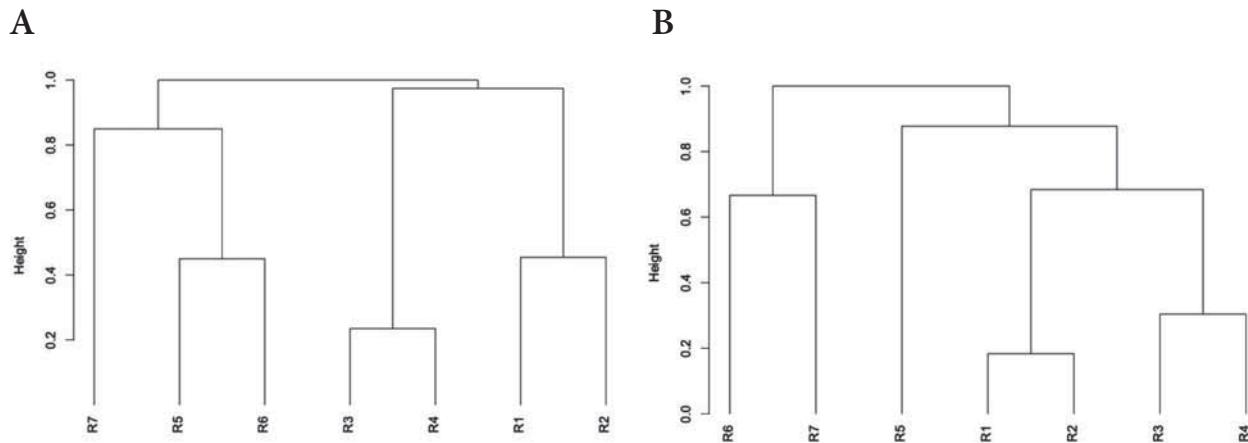


Figura 6. Análisis de agrupamiento basado en distancias de Jaccard para los intervalos altitudinales en el departamento del Quindío, Colombia. A) Anfibios; B) Reptiles.

Discusión

Generalidades de la herpetofauna en el departamento

Se ha determinado que la región Andina de Colombia alberga cerca de 396 especies de anuros (Bernal y Lynch 2008) y 277 de reptiles (Romero *et al.* 2008). Entre los departamentos del área, el Quindío recoge un 6 % de la riqueza anfibia (Acosta y Cuentas 2016, <http://www.batrachia.com>) y 10,2 % de los reptiles conocidos para el país (<http://www.reptile-database.org>, acceso: 24/07/2016). Además, aunque la región presenta especies típicas de zonas bajas (cerca de 1500 m s.n.m. en el departamento), es un área con principal representación por parte de la fauna Andina, respondiendo a la extensión de la cordillera Central en sus límites políticos (73 %).

Este documento es el primer listado de herpetofauna que se realiza para el departamento. Estudios previos realizados por Cadavid *et al.* (2005) únicamente registran las especies en una serie de transectos, sin recopilar información exhaustiva sobre la riqueza en el departamento (Vanegas-Guerrero *et al.* 2014, 2016a). El número de especies de anfibios y reptiles registrados en el Quindío (105 sp.) es congruente con el patrón de riqueza de la vertiente Oriental en la cordillera Central, donde han sido reportadas hasta 145 especies (Llano-M. *et al.* 2010). A pesar de esto, es evidente una baja riqueza de herpetofauna en comparación con otros departamentos cercanos (e.g. Valle del Cauca, Tolima). Sin embargo, si se considera la relación riqueza/área en las comparaciones con otras entidades administrativas cercanas, se encuentra una mayor riqueza específica para el Quindío. Tolima presenta cerca de siete veces más extensión de la cordillera Central que el Quindío y flanco occidental de la cordillera Central en el Valle del Cauca acoge únicamente 62 sp. (Cardona-B. *et al.* 2013). En este sentido, la relación riqueza/área resalta la elevada densidad de especies de anfibios y reptiles en el departamento. Sin embargo, factores socioeconómicos (e.g. siembra por monocultivos, aplicación de agentes químicos, Guo *et al.* 1999) o relacionados con la heterogeneidad espacial (e.g.

número de biomas presentes en el área), podrían ser explicaciones plausibles a la baja diversidad alfa.

Distribución altitudinal de la herpetofauna

El patrón general de la diversidad con relación al gradiente altitudinal del Quindío se observa como una disminución del número de especies con respecto al incremento en la altura. Esta tendencia ha sido ampliamente registrada en múltiples ensambles y es explicada a través de las respuestas eco-fisiológicas de ambos grupos ante las variaciones ambientales en los gradientes altitudinales (Kattan 1987, Duellman 1988, Fauth *et al.* 1989, Navas 1999, Cadavid *et al.* 2005, Bernal y Lynch 2008, García y Cárdenas 2010). Entre los factores que determinan la abundancia y riqueza de especies han sido propuesta (*i*) la estrategia reproductiva en anfibios (Kattan 1987, Peñuela *et al.* 2011), (*ii*) la capacidad de regulación térmica por efectos comportamentales en reptiles (Watling *et al.* 2011) además de (*iii*) la especialización motora, neural y metabólica en ambos grupos (Navas 1999).

Particularmente en anfibios se observa una separación altitudinal por tres zonas. El intervalo bajo (800–1500 m s.n.m., R1–R2) contiene una baja riqueza influenciada por las características bioecológicas del bosque seco tropical, donde la marcada estacionalidad entre períodos de altas y bajas lluvias limita el número de especies que pueden habitar este ecosistema (Holdridge 1967, Murphy y Lugo 1986, Nadkarni y Wheelwright 2000, Bustos-Gómez y Lopera 2003). La zona media (1500–3000 m s.n.m., R3–R5) cuenta con bosques húmedos Premontanos y Montanos caracterizados por la alta riqueza de *Pristimantis* (Duellman 1979, Lynch 1986, Kattan 1987), y miembros de las familias Bufonidae, Centrolenidae, Dendrobatidae e Hylidae (Bernal y Lynch 2008). La zona alta (> 3000 m s.n.m., R6–R7) presenta también una baja riqueza típica de la fauna paramuna por los requerimientos fisiológicos que imponen los regímenes de regulación hídrica y limitan el número de especies en la zona (Navas 1999, Lynch y Suárez-Mayorga 2002, Navas *et al.* 2013).

Los reptiles estuvieron representados en todos los rangos altitudinales por dipsadidos, gimnophthalmidos y especialmente dactyloides. Contrario a los anfibios, este grupo presenta un patrón continuo de pérdida de riqueza con el incremento de la altura. Es decir, una tendencia de zona baja-media y otra de zona alta. La zona baja-media, acotada entre los 800 y 3000 m s.n.m. (R1-R5), presenta el 98 % de las especies de este grupo. Las serpientes presentan riqueza similar en estos intervalos contrario a los saurios que incrementan con respecto altitud (Cardona-B. *et al.* 2013). La zona alta (superior a 3000 m s.n.m., R6-R7) presenta pocos representantes (tres especies en tres familias), consecuencia de las limitaciones térmicas para el mantenimiento de las temperaturas corporales para sus actividades (Navas 1999). Algunas especies de lagartos han podido establecerse en estas alturas debido a su capacidad de termorregulación y la relación superficie/volumen (Navas 1999, Zug *et al.* 2001). Las formas fosoriales de serpientes, como *Atractus crassicaudatus*, y algunos gimnophthalmidos pueden encontrarse en estas alturas, facultados por las condiciones climáticas (Wiens y Slingluff 2001). Además, la tolerancia térmica y la tendencia euritermica de especies como *A. heterodermus* pueden influenciar la presencia en estas zonas (presentando al menos un rango de 12°C, Miyata 1983), lo que podría ser una adaptación a estos ambientes junto con la termorregulación comportamental.

Conservación de la herpetofauna

El 40 % de la herpetofauna (29 especies de anfibios y 12 reptiles) del departamento del Quindío se encuentra en la categoría de Preocupación Menor (Least Concern (LC); IUCN 2016). El 37 % aún no ha sido evaluada (39 reptiles) y el 13 % están amenazadas (13 anfibios y un reptil). Las especies amenazadas se encuentran en las categorías: En Peligro Crítico (una especie), En Peligro (5 especies) y Vulnerable (9 especies). En particular estas especies se concentran en la EEL III (11 especies) y I (7 especies). Cabe resaltar que, dentro de los límites políticos del departamento no se registró ninguna especie endémica.

En el listado se incluyen registros de especies introducidas como *Hemidactylus* sp. y *Lepidodactylus lugubris*, dado a su amplia distribución y adaptabilidad a sitios urbanos (Urbina y Castro 2010, Caicedo-Portilla y Dulcey-Cala 2011, Daza *et al.* 2012). Existen también algunas especies que, a pesar de ser nativas para Colombia, no presentan una distribución natural en el Quindío (e.g. *Kinosternon leucostomum* y *Trachemys callirostris*; Páez *et al.* 2012) y son por lo tanto consideradas como introducidas (Arroyave-Bermudez *et al.* 2014).

Conclusiones

Es claro que, aunque la extensión del departamento no es comparable con otras entidades administrativas cercanas, la riqueza de especies e identidad ecológica de los taxones encontrados en el Quindío resalta la importancia de este departamento como reservorio de diversidad. Además se resalta la importancia de las ecorregiones EEL III y I para la inclusión de planes de manejo que ayuden a conservar las especies con algún grado de amenaza. Entre estas, una buena cantidad de registros se encuentran en la EEL I, un área que según Orozco-Serna, corresponde a zonas de cultivos de café. Aunque este artículo pretende solo servir como recopilación de la información publicada, futuros trabajos podrían ser dirigidos a discutir las características de los ecosistemas presentes en éstas ecorregiones que pueden estar determinando la presencia o abundancia de registros en algunas zonas. La información del estado de conservación en el departamento para estos grupos vertebrados aún no es bien conocida, lo que recalca la importancia de promover la publicación y recopilación de conocimiento para su posterior evaluación, y así abordar aspectos relevantes para su conservación. Por último, se espera que este trabajo sea base para futuros estudios que enriquezcan la información de las especies presentes en esta área y funcione además como guía para la demarcación de áreas con importancia crítica de conservación para el Quindío.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las iniciativas de acceso libre a las diferentes fuentes de consulta sobre biodiversidad por permitir la recopilación de registros. Agradecen también la lectura crítica de tres revisores anónimos.

Referencias

- Acosta-Galvis, A. R. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1 (3): 289-319.
- Acosta-Galvis, A. R. 2007. Taxonomía y evaluación de la homología de los caracteres para las salamandras del género *Bolitoglossa* (Caudata: Plethodontidae) de Colombia (Msc Dissertation). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 334 pp.
- Amézquita, A., R. Márquez, R. Medina, D. Mejía-Vargas, T. R. Kahn, G. Suarez y L. Mazariegos. 2013. A New species of andean poison frog, *Andinobates* (Anura: Dendrobatidae) from the Northwestern Andes of Colombia. *Zootaxa* 1620: 163-178.
- Antonelli, A., J. A. Nylander, C. Persson e I. Sanmartín. 2009. Tracing the impact of the Andean uplift on Neotropical plant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (24): 9749-9754.
- Ardila, M. C. y A. R. Acosta. 2000. Anfibios. Pp: 617-628. En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.). La Región de vida paramuna. Colombia diversidad biótica III. Universidad Nacional De Colombia, Instituto De Ciencias Naturales, Bogotá.
- Arias-Monsalve, H. F. y J. A. Rojas-Morales. 2013. Short communication *Urotheca decipiens* (Serpentes: Colubridae): First Record for the department of Risaralda, Colombia. *Boletín Científico, Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 17(1): 144 -146.
- Arroyave-Bermúdez, F. J., O. Y. Romero-Goyeneche, M. A. Bonilla-Gómez y R. G. Hurtado-Heredia. 2014. Tráfico ilegal de tortugas continentales (Testudinata) en Colombia: una aproximación desde el análisis de redes. *Acta Biológica Colombiana* 19 (3): 381-392.
- Ayala, S. 1986. Saurios de Colombia: lista actualizada y distribución de ejemplares colombianos en los museos. *Caldasia* 15 (71-75): 555-576.
- Bernal, M. H. y J. D. Lynch. 2008. Review and analysis of altitudinal distribution of the andean anurans in Colombia. *Zootaxa* 1826: 1-25.
- Bionda, C., N. Gari, E. Luque, N. Salas, R. Lajmanovich y A. Martino. 2012. Ecología Trófica en larvas de *Rhinella Arenarum* (Anura: Bufonidae) en agroecosistemas y sus posibles implicaciones para la conservación. *Revista de biología tropical* 60 (2): 771-779.
- Böhm M, B. Collen, J. E. M. Baillie, P. Bowles, J. Chanson, N. Cox, G. Hammerson, M. Hoffmann, *et al.* 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological conservation* 157: 372-385. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320712003357>
- Bolívar-García, W., A. Giraldo y J. Méndez-Narváez. 2011. Amphibia, Anura, Strabomantidae, *Pristimantis Palmeri* Boulenger 1912: Distribution extension for the Central Cordillera, Colombia. *Check List: Journal of Species Lists and Distribution* 7: 9-10.
- Brame, A. H. y D. B. Wake. 1963. The salamanders of South America. *Los Angeles County Museum Contributions in Science* 69: 1-73.
- Brown, J. L., E. Twomey, A. Amézquita, M. B. D. Souza, J. P. Caldwell, S. Lötters, R. Von May, P. R. Melo-Sampaio, D. Mejía-Vargas, P. E. Perez-Peña, M. Pepper, E. H. Poelman, M. Sanchez-Rodriguez y K. Summers. 2011. A taxonomic revision of the neotropical poison frog genus *Ranitomeya* (Amphibia: Dendrobatidae). *Zootaxa* 3083: 1-120.
- Bustos-Gómez, F. y A. Lopera 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia). Pp: 59-65. En: Onore, G., P. Reyes-Castillo y M. Zunino (Eds). Escarabeidos de Latinoamérica: estado del conocimiento. Monografías Tercer Milenio Zaragoza, España.
- Cadavid, J., C. Román-Valencia y A. Gómez. 2005. Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los andes centrales de Colombia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 7 (2): 103-118.
- Cadena, C. D., K. H. Kozak, J. P. Gómez, J. L. Parra, C. M. McCain, R. C. Bowie, A. C. Carnaval, C. Moritz, C. Rahbek, T. E. Roberts, N. J. Sanders, C. J. Schneider, J. VanDerWal, K. Zamudio y C. H. Graham. 2012. Latitude, elevational climatic zonation and speciation in New World vertebrates. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 279 (1726): 194-201.
- Caicedo-Portilla, R. y C. L. Dulcey-Cala. 2011. Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Brion 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota Colombiana* 12 (2): 45-56.
- Calderón-Espinosa, M. L., A. M. Ortega-León y J. G. Zamora-Abrego. 2013. Intraspecific variation in body size and shape in an andean highland anole species, *Anolis ventrimaculatus* (Squamata: Dactyloidae). *Revista de Biología Tropical* 61 (1): 255-262.
- Cardona-B., V. E., R. A. Viáfara-Vega, A. Valencia-Zuleta, A. Echeverry-Bocanegra, O. D. Hernández-Córdoba, A. F. Jaramillo-Martínez, R. Galvis-Cruz, J. A. Gutiérrez y

- F. Castro-Herrera. 2013. Diversidad de la herpetofauna en el valle del cauca (Colombia): un enfoque basado en la distribución por ecorregiones, altura y zonas de vida. *Biota Colombiana* 14 (2): 156-233.
- Cisneros-Heredia, D. F. y R. W. Mcdiarmid. 2007. Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura), with comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrogs. *Zootaxa* 1572: 1 – 82.
- Corrales, E. 2002. Transformaciones socioeconómicas y situación de la biodiversidad en los andes colombianos desde el periodo prehispánico. *Cuaderno de desarrollo rural* 49: 85–163.
- Cortés-Gómez, A. M., F. Castro-Herrera y N. J. Urbina-Cardona. 2013. Small changes in vegetation structure create great changes in amphibian ensembles in the Colombian Pacific rainforest. *Tropical Conservation Science* 6 (6): 749-769.
- Daza, J. D., S. L. Travers y A.M. Bauer. 2012. New records of the mourning gecko *Lepidodactylus lugubris* (Duméril y Bibron 1836) (Squamata: Gekkonidae) from Colombia. *Check List* 8 (1): 164-167
- Di Tada, I. E., M. V. Zabattieri, M. E. Bridarolli, N. E. Salas y A. L. Martino. 1996. Anfibios anuros de la provincia de Córdoba. Pp: 191-215. En: Di Tada, I. E. y E. H. Bucher (Eds). *Biodiversidad de la provincia de Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina.
- Driscoll, D. A. 2004. Extinction and outbreaks accompany fragmentation of a reptile community. *Ecological Applications* 14 (1): 220-240.
- Duellman, W. E. 1979. The herpetofauna of the Andes: Patterns of distribution, origin, differentiation and present communities. Pp: 371-459. En: Duellman, W. E. (Ed.). *The South American herpetofauna: its origin, evolution and dispersal*. Museum of natural history monograph 7. The University Of Kansas.
- Duellman, W. E. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the american tropics. *Annual of Missouri Botanical Garden* 75: 79-104.
- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The John Hopkins University Press Ltd. London. 670 pp.
- Etter, A. y W. van Wyngaarden. 2000. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 29 (7): 432-439.
- Etter, A., C. McAlpine y H. Possingham. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers* 98 (1): 2-23.
- Etter, A., P. Amaya y P. A. Arévalo. 2016. Bosques, sabanas y páramos. Pp: 27. En: Gómez, M. F., L. A. Moreno, G. Andrade y C. Rueda (Eds). *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.
- Fauth, J. E., B. I. Crother y J. B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican leaf litter herpetofauna. *Biotropica* 21 (2): 178-185.
- García, J. C. y H. Cárdenas. 2010. Efecto de Rapoport en las ranas Terrarana de América continental: gradientes de riqueza latitudinal y altitudinal. *Revista Novedades Colombianas* 10 (1): 1-16.
- Gómez-Hoyos, D. A., O. H. Marin-Gomez y J. Vanegas-Guerrero. 2012. Unusual amplexus in *Dendropsophus columbianus* (Anura: Hylidae). *Herpetology notes* 5: 497-498
- Graham, C. H., S. R. Ron, J. C. Santos, C. J. Schneider y C. Moritz. 2004. Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatids frogs. *Evolution* 58 (8): 1781-1793.
- Grant, T. 2007. A new, toxic species of *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae: Colostethinae) from the cordillera Central of Colombia. *Zootaxa* 1555: 39-51.
- Guo, H., H. Li y Z. Dao. 1999. Dynamism of socio-economy and biodiversity interaction-a case from gaoligong mountains. *Acta Botanica Yunnanica* 22 (S1): 42-51.
- Hernández-Córdoba, O. D., F. Castro-Herrera y M. Paez-Melo. 2013. Bioacumulación de mercurio en larvas de anuros en la zona afectada por la minería de oro en el río Dagua, Buenaventura, Valle Del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18 (2): 341-348.
- Herzog, S. K., R. Martínez, P. M. Jorgensen y H. Tiessen. 2012. Cambio climático y biodiversidad en los andes tropicales. Instituto interamericano para la investigación del cambio global (Iai), Sao José Dos Campos y comité científico sobre problemas del medio ambiente (Scope), Paris. 426 pp.
- Heyer, W. R. 1994. Variation within the *Leptodactylus Podicipinus-Wagneri* Complex of Frogs (Amphibia: Leptodactylidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*: 1-124.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica. 206 pp.
- Hoorn, C., F. P. Wesselingh, H. Ter Steege, M. A. Bermudez, A. Mora, J. Sevink, I. Sanmartín, A. Sanchez-Meseguer, C- L. Anderson, J. P. Figueiredo, C. Jaramillo, D. Riff, F. R. Negri, H. Hooghiemstra, J. Lundberg, T. Stadler, T. Särkinen y A. Antonelli. 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science* 330 (6006): 927-931.

- IUCN. 2016. The IUCN red list of threatened species. Version 2015.2. <Www.lucnredlist.Org>. Downloaded On 27 July 2016.
- Kattan, G. H. 1987. Patrones de composición taxonómica y de modos reproductivos en comunidades de ranas en el Valle Del Cauca. *Cespedesia* 15-16 (53, 54, 55, 56): 75-83.
- Kattan, G. 2005. Arlequín quimbaya, *Atelopus Quimbaya*. Pp: 105. En: Rueda Almonacid J.V., J.V. Rodríguez Mahecha, E. La Marca, S.Lötters, T. Kahn y A. Angulo (Eds.) Ranas arlequines. Conservación internacional series libretas de campo. Conservación Internacional Colombia, Bogotá, Colombia.
- Kattan, G. H., P. Franco, V. Rojas y G. Morales. 2004. Biological Diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31: 1829-1839.
- La Sorte, F. A. y W. Jetz. 2010. Avian distributions under climate change: Towards improved projections. *Journal of Experimental Biology* 213: 862-869.
- Llano-M., J., A. M. Cortés-G y F. Castro-H. 2010. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima. *Biota Colombiana* 11 (1-2): 89-106.
- Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density: Historical and prospective views. *Global ecology and biogeography* 10 (1): 3-13.
- Lynch, J. D. 1986, New species of *Eleutherodactylus* of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae) II: four species from the cloud forest of the western cordilleras. *Caldasia* 15: 629 – 647.
- Lynch, J. D. 1997. Intrageneric relationships of mainland *Eleutherodactylus* II. Review of the *Eleutherodactylus sulcatus* group. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 2: 353-372.
- Lynch, J. D. 1991. New diminutive *Eleutherodactylus* from the cordillera central of Colombia (Amphibia: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 25 (3): 344-352.
- Lynch, J. D. 1992. Distribution and variation in a colombian frog *Eleutherodactylus erythropleura* (Amphibia: Leptodactylidae). *Studies on neotropical fauna and environment* 27 (4): 211-226.
- Lynch, J. D. 1999. Ranas pequeñas, la geometría de evolución y la especiación en los andes colombianos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (86): 143-159.
- Lynch, J. D. 2000 “1999”. Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23: 331.
- Lynch, J. D. 2009. Snakes of the genus *Oxyrhopus* (Colubridae: Squamata) in Colombia: taxonomy and geographic variation. *Papeis Avulsos de Zoologia* 49 (25): 319-337.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza y J. V. Rueda-Almonacid. 1983. Notes on the distribution and reproductive biology of *Centrolene geckoideum* Jimenez de la Espada In Colombia And Ecuador (Amphibia: Centrolenidae). *Studies on neotropical fauna and environment* 18: 239-243.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza y M. C. Ardila-Robayo. 1994. The identities of the Colombian frogs confused with *Eleutherodactylus latidiscus* (Boulenger) (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Occasional papers of the Museum of Natural History, University of Kansas* 170: 1-42.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz-Carranza y M. C. Ardila-Robayo. 1996. Three new species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from high elevations of the Cordillera Central of Colombia. *Caldasia* 18: 329-342.
- Lynch, J. D. y P. M. Ruiz-Carranza y M. C. Ardila-Robayo. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 21 (80): 237-248.
- Lynch, J. D. y A. M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. *Caldasia* 24(2): 471-480.
- Madriñán, S., A. J. Cortés y J. E. Richardson. 2013. Páramo is the world’s fastest evolving and coolest biodiversity hotspot. *Frontiers in genetics* 4: 192.
- Marin, O. H y D. G. Hoyos. 2011. Estado actual de *Ranitomeya bombetes* (Anura: Dendrobatidae): plan de manejo y conservación para las poblaciones de *Ranitomeya bombetes* (Myers y Daly 1980) en Quindío, Colombia. Editorial Académica Española. 108 pp.
- McCain, C. M. 2010. Global analysis of reptile elevational diversity. *Global Ecology and Biogeography* 19 (4): 541-553.
- Medem, F. 1977. Contribución al conocimiento sobre la taxonomía, distribución geográfica y ecología de la tortuga “bache” (*Chelydra serpentina acutirostris*). *Caldasia* 12 (56): 41-101.
- Mendelson J. R, K. R. Lips, R. W. Gagliardo, G. B. Rabb, J. P. Collins, J. E. Diffendorfer, P. Daszak, R. Ibáñez, K. C. Zippel, D. P. Lawson, K. M. Wright, S. N. Stuart, C. Gascon, H. R. da Silva, P. A. Burrowes, R. L. Joglar, E. La Marca, S. Lötters, L. H. du Preez, C. Weldon, A. Hyatt, J. V. Rodriguez-Mahecha, S. Hunt, H. Robertson, B. Lock, C. J. Raxworthy, D. R. Frost, R. C. Lacy, R. A. Alford, J. A. Campbell, G. Parra-Olea, F. Bolaños, J. J. Calvo-Domingo, T. Halliday, J. B. Murphy, M. H. Wake, L. A. Coloma, S. L. Kuzmin, M. S. Price, K. M. Howell, M. Lau, R. Pethiyagoda, M. Boone, M. J. Lannoo, A. R.

- Blaustein, A., Dobson, R. A., Griffiths, M. L., Crump, D. B., Wake y E. D. Brodie Jr. 2006. Confronting amphibian declines and extinctions. *Science* 313: 48.
- Mendoza, Á. M., O. E. Ospina, H. Cárdenas-Henao y J. C. García-R. 2015. A likelihood inference of historical biogeography in the world's most diverse terrestrial vertebrate genus: Diversification of direct-developing frogs (Craugastoridae: *Pristimantis*) across the Neotropics. *Molecular phylogenetics and evolution* 85: 50-58.
- Miyata, K. 1983. Notes on *Phenacosaurus heterodermus* in the sabana de Bogotá, Colombia. *Journal of Herpetology* 17 (1): 102-105.
- Mueses-Cisneros, J. J. y M. A. Anganoy-Criollo. 2008. Una nueva especie del grupo *Hyloscirtus larinopygion* (Amphibia: Anura, Hylidae) del suroccidente de Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48: 129-138.
- Murgueitio, E. 2002. Sistemas de producción ganadera y sus impactos en la transformación de los ecosistemas andinos de Colombia. Pp: 124. En: Memorias del seminario internacional sobre transformación de ecosistemas. Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Muñoz-Ortiz, A., Á. A. Velásquez-Álvarez, C. E. Guarnizo y A. J. Crawford. 2014. Of peaks and valleys: testing the roles of orogeny and habitat heterogeneity in driving allopatry in mid-elevation frogs (Aromobatidae: *Rheobates*) of the northern Andes. *Journal of Biogeography* 42 (1): 193-205.
- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual review of ecology and systematics* 17: 67-88.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nadkarni, N. M. y N. T. Wheelwright. 2000. Monteverde: Ecology and conservation of a tropical cloud forest. Oxford University Press. 608 pp.
- Navas, C. A. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: una visión eco-fisiológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento Especial): 465-474.
- Navas, C. A. 2002. Herpetological diversity along Andean elevational gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. *Comparative biochemistry and physiology Part A: Molecular y Integrative Physiology* 133 (3): 469-485.
- Navas, C. A., J. M. Carvajalino-Fernández, L. P. Saboya-Acosta, L. A. Rueda-Solano y M. A. Carvajalino-Fernández. 2013. The body temperature of active amphibians along tropical elevation gradient: patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Funcional Ecology* 2013: 1-7.
- Oksanen, J., R. Kindt, P. Legendre, B. O'Hara, M. H. H. Stevens, M. J. Oksanen y M. A. S. S. Suggests. 2007. The vegan package. Vegan: Community Ecology Package. R package version 1.18-4/r1180. <http://RForge.R-project.org/projects/vegan/>.
- Orme, C. D. L., R. Davies, M. Burgess, F. Eigenbrod, N. Pickup, V. A. Olson, A. J. Webster, T. Ding, P. Rasmussen, R. Eidgley, A. Stattersfield, P. Bennett, T. Blackburn, K. Gaston y I. Owens. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436: 1016-1019.
- Orozco-Serna, J. C. 2012. Zonificación territorial por ecorregiones estratégicas locales en el departamento del Quindío. *Scientia Et Technica* 1 (52): 219-224.
- Osorio, D. y A. Quintero. 2012. *Espadaran prosoblepon* Boettger 1892 (Amphibia: Anura): Distribution extension on the western slopes of the Cordillera Central, Colombia. *Check List* 8 (5): 898-899.
- Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock. 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie editorial recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (Iavh). Bogotá, D. C., Colombia, 528 pp.
- Passos, P. y J. C. Arredondo. 2009. Rediscovery and redescription of the andean earth-snake *Atractus Wagleri* (Reptilia: Serpentes: Colubridae). *Zootaxa* 1969: 59-68.
- Passos, P. y J. D. Lynch. 2011. Revision of *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from middle and upper magdalena drainage of Colombia. *Herpetological Monographs* 24: 149-173.
- Passos, P., J. C. Arredondo, R. Fernandes y J. D. Lynch. 2009. Three new *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from the andes of Colombia. *Copeia* 2009 (3): 425-436.
- Patterson, B. D., P. L. Meserve y B. K. Lang. 1989. Distribution and abundance of small mammals along an elevational transect in temperate rainforests of Chile. *Journal Of Mammalogy* 70: 67-78.
- Peñuela, M., Hernández, O. y F. Castro. 2011. Modos reproductivos de la anurofauna Vallecaucana. *Momentos De Ciencia* 8 (1): 55-63.
- Peters, J. A. y B. Orejas-Miranda. 1970. Catalogue of the neotropical squamata: Part I. Snakes. *United States National Museum Bulletin* 297: 1 -347.
- Pyron, R. A. y J. J. Wiens. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 61 (2): 543-583.
- Quintero-Ángel, A., D. Osorio-Domínguez, F. Vargas-Salinas y C. A. Saavedra-Rodríguez. 2012. Roadkill rate

- of snakes in a disturbed landscape of central andes of Colombia. *Herpetology Notes* 5: 99-105.
- Restrepo, C. A. y A. Botero-Botero. 2012. Ecología trófica de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (carnívora, mustelidae) en el río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 16 (1): 207-214.
- Rickart, E. A., L. R. Héaney y C. B. Utzurum. 1991. Distribution and ecology of small mammals along an elevational transect in southeastern Luzun, Philippines. *Journal of Mammalogy* 72: 458-469.
- Rincón, A. y N. R. Bernal. 2007. Factores antrópicos asociados e interrelaciones con el estado de los ecosistemas andinos. Pp: 174-179. En: Armenteras, D. y N. Rodríguez (Eds.). 2007. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis y perspectivas. Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
- Roa-Trujillo, S. H. y P. M. Ruíz-Carranza. 1991. Una nueva especie de *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) de la cordillera central de Colombia. *Caldasia* 16 (78): 343-348.
- Rojas-Morales, J. A. y S. Escobar-Lasso. 2010. Defensive behavior of *Dipsas sanctijoannis* (Serpentes: Dipsadidae). *Phyllomedusa* 9(2): 147-150.
- Rojas-Morales, J. A., S. Escobar-Lasso y P. D. A. Gutiérrez-Cárdenas. 2011. Contribución al conocimiento de los anfibios de la región centro-sur de caldas: primeros registros de ranas de cristal (Anura: Centrolenidae) para el municipio de Manizales, Colombia. *Boletín Científico Museo De Historia Natural Universidad De Caldas* 15: 75-83.
- Romero, J. H., C. C. Vidal y J. D. Lynch. 2008. Estudio preliminar de la fauna amphibia en el cerro murrucucú, parque natural nacional paramillo y zona amortiguadora, Tierralta, Córdoba, Colombia. *Caldasia* 30 (1): 209-229.
- Ruiz-C, P. M. y M. Osorno-M. 1994. Tres nuevas especies de *Atelopus* Dumeril y Bibron 1841 (Amphibia: Bufonidae) de la cordillera central de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19 (72): 165-179.
- Ruiz-Carranza, P. M. y J. D. Lynch. 1995. Ranas centrolenidae de Colombia VIII. Cuatro nuevas especies de *Centrolene* de la cordillera central. *Lozania* 65: 1-16.
- Ruiz-Carranza, P. M., J. I. Hernández-Camacho y M. C. Ardila-Robayo. 1986. Una nueva especie colombiana del género *Centrolene* Jimenez de la Espada 1872 (Amphibia: Anura) y redefinición del género. *Caldasia* 15: 431-444.
- Ruiz-Carranza, P. M. y J. D. Lynch. 1991. Ranas centrolenidae de Colombia III Nuevas Especies de *Cochranella* del grupo granulosa. *Lozania* 59: 1-18.
- Ruiz-Carranza, P. M., M. C. Ardila-Robayo y J. D. Lynch. 1986. Lista actualizada de la fauna de amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales* 20 (77): 365-415.
- Rull, V. 2011. Neotropical biodiversity: timing and potential drivers. *Trends in ecology & evolution* 26 (10): 508-513.
- Sanabria, E., L. Quiroga y J. C. Acosta. 2007. Hábitos alimentarios de infantiles de *Pleurodema nebulosum* (Anura: Leptodactylidae), en Matagusanos, San Juan, Argentina. *Revista Peruana de Biología* 14 (2): 295-296.
- Sánchez-C, H., O. Castaño-M y G. Cárdenas-A. 1995. Diversidad de los reptiles en Colombia. P. 277-326. En: Rangel-Ch, J. O. (Ed.), Colombia Diversidad Biótica I. Instituto De Ciencias Naturales–Universidad Nacional De Colombia–Inderena, Bogotá.
- Sanchez-Pacheco, S. J. 2010. Lectotype designation and redescription of the gymnophthalmid lizard *Riama Columbiana* (Andersson 1914) with notes on the type locality. *Papéis Avulsos De Zoologia* 50(2): 31-41.
- Sánchez-Pacheco, S. J., D. A. Kizirian y P. M. Sales-Nunes. 2011. A new species of *Riama* from Ecuador previously referred to as *Riama hyposticta* (Boulenger 1902) (Squamata: Gymnophthalmidae). *American Museum Novitates* 3719: 1-15.
- Santos, N. D., D. P. Costa, L. S. Kinoshita y G. L. Shepherd. 2011. Aspectos brioflorísticos e fitogeográficos de duas formações costeiras de floresta atlântica Da Serra do Mar, Ubatuba/Sp, Brasil. *Biota Neotropica* 11 (2): 425-438.
- Stuart, S. N., M. Hoffmann, J. Chanson, N. Cox, R. Berridge, P. Ramani y B. Young. 2008. Threatened amphibians of the world [Barcelona, Spain; International Union for the Conservation Of Nature, Gland. Switzerland. Conservation International, Arlington, Virginia, U.S.A.]: Lynx Editions. 758 pp.
- Theisinger, O. y M. C. Ratianarivo. 2015. Patterns of reptile diversity loss in response to degradation in the spiny forest of southern Madagascar. *Herpetological Conservation and Biology* 10 (1): 273-283.
- Urbina-Cardona, J. N. y F. Castro. 2010. Distribución actual y futura de anfibios y reptiles con potencial invasor en Colombia: Una aproximación usando modelos de nicho ecológico. Pp: 65-71. En: Varela-Ramírez, A. (Ed.) Biodiversidad y Cambio Climático. Ideam-Proyecto inap componente b alta montaña. Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia.
- Valencia-Zuleta, A., A. F. Jaramillo-Martinez, A. Echeverry-Bocanegra, R. Viáfara-Vega, O. Hernández-Córdoba, V. E. Cardona-Botero, J. Gutiérrez-Zúñiga y F. Castro-Herrera. 2014. Conservation Status of the

- herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphibian & Reptile Conservation* 8 (2) [Special Section]: 1-18.
- Vanegas-Guerrero, J. 2015. Reptilia, Sauria, Gymnophthalmidae, *Anadia rhombifera* (Günther 1859): Distribution extension and first records from Quindío department, Colombia. *Check List* 11 (1): 1512.
- Vanegas-Guerrero, J., J. C. Mantilla-Castaño y P. Passos. 2014. *Atractus Titanicus* Passos, Arredondo, Fernandes y Lynch, 2009 (Serpentes: Dipsadidae): Filling Gaps in Its geographical distribution. *Check List* 10 (3): 672-673.
- Vanegas-Guerrero, J., G. A. Gonzales-Durán y S. Escobar-Lasso. 2016a. Distribution, diet, and vocalizations of the endangered colombian toad *Osornophryne percrassa* (Anura, Bufonidae). *Herpetological Conservation and Biology* 11 (1): 90-100.
- Vanegas-Guerrero, J., C. Fernández, W. Buitrago-González y F. Vargas-Salinas. 2016b. Urban Remnant Forests: Are They Important for Herpetofaunal Conservation in the Central Andes of Colombia?. *Herpetological Review* 47 (2): 180-185.
- Velasco, J. A., P. D. Gutiérrez-Cárdenas y A. Quintero-Ángel. 2010. A New Species of *Anolis* of the *Aequatorialis* Group (Squamata: Iguania) from the Central Andes of Colombia. *Herpetological Journal* 20: 231-236
- Wathen, S., J. H. Thorne, A. Holguin y M. W. Schwartz. 2014. Estimating the Spatial and temporal distribution of species richness within Sequoia and Kings Canyon National Parks. *PloS one* 9 (12): e112465.
- Watling, J. I., C. R. Hickman y J. L. Orrock. 2011. Invasive shrub alters native forest amphibian communities. *Biological Conservation* 144 (11): 2597-2601.
- Wiens, J. J. 2004. Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species. *Evolution* 58 (1): 193-197.
- Wiens, J. J. y C. H. Graham. 2005. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*: 519-539.
- Wiens, J. y L. Slingluff. 2001. How Lizards Turn Into Snake: A phylogenetic analysis of body-form Evolution in anguid lizards. *Evolution* 55 (11): 2303-2318.
- Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. *Herpetology*. Second Edition. Academic Press. 630 pp.

Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAvH-Am, IAvH-R, MHUA-A, UVVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducida para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Anfibia					
Orden Anura					
Familia Bufonidae					
<i>Atelopus quimbaya</i> Ruiz-Carranza and Osorno-Muñoz 1994	1700 - 2920	Sa, Ca	EEL3	ICN, IAvH-AM	Ruiz-C y Osorno-M. 1994, Kattan 2005
<i>Osornophryne percrassa</i> Ruiz-Carranza and Hernández-Camacho, 1976	2700 - 3700	Sa, Ca, Co	EEL3	ICN, UVVC	Ardila y Acosta 2000, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016a
<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	800 - 2000	La, T, Ar, Ca, Fi, Mo, Qu, Pi	EEL1, EEL2, EEL3, EEL4	RP	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Familia Centrolenidae					
<i>Centrolene buckleyi</i> (Boulenger 1882)	2020 - 3100	Sa	EEL3	ICN, UVVC, IAvH-Am	
<i>Centrolene geckoideum</i> Jiménez de la Espada, 1872	2000 - 2450	Ca, Fi	EEL1, EEL3	ICN	Lynch <i>et al.</i> 1983, Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1986, Acosta-Galvis 2000, Cisneros-Heredia y McDermid 2007
“Centrolene” quindianum Ruiz-Carranza and Lynch, 1995					
“Centrolene” quindianum Ruiz-Carranza and Lynch, 1995	1840 - 2050	Fi, Sa	EEL1, EEL3	ICN	Ruiz-Carranza, y Lynch, 1995, Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Acosta-Galvis 2000, Cisneros-Heredia y McDermid 2007, Rojas-Morales <i>et al.</i> 2011

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Amphibia					
Orden Anura					
Familia Centrolenidae					
<i>Centrolene savagei</i> (Ruiz-Carranza and Lynch, 1991)	1690 - 2410	Sa, Fi, Ar	EEL1, EEL2, EEL3	UVC, ICN,	Acosta-Galvis 2000, Cisneros-Heredia y McDiarmid 2007, Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Ruiz-Carranza y Lynch, 1991, Rojas-Morales <i>et al.</i> 2011, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Espadaranana prosoblepon</i> (Boettger, 1892)	1240 - 1935	Fi, Ar, Mo	EEL1, EEL2	UVC,	Osorio y Quintero 2012, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Nymphargus grandisonae</i> (Cochran and Goin, 1970)	1900 - 2020	Fi, Pi	EEL1, EEL4	ICN	Rojas-Morales <i>et al.</i> 2011
<i>Nymphargus griffithsi</i> (Goin, 1961)	1930 - 2450	Ca, Fi, Sa	EEL3, EEL1, EEL3	ICN, FMLH	Cadavid <i>et al.</i> 2005
<i>Nymphargus ruizi</i> (Lynch, 1993)	2100 - 2700	Ge, Pi	EEL4		Stuart <i>et al.</i> 2008
Familia Craugastoridae					
<i>Hypodactylus mantipus</i> (Boulenger, 1908)	1840 - 2090	Sa, Fi	EEL3, EEL1	ICN	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Acosta-Galvis 2000
<i>Pristimantis alacophus</i> (Roa-Trujillo and Ruiz-Carranza, 1991)	2650 - 3800	Sa	EEL3	ICN	Roa-Trujillo y Ruiz-Carranza 1991, Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAvH-Am, MHUA-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soporan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especies introducidas para el departamento y el (††) denota introducción y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Amphibia					
Orden Anura					
Familia Craugastoridae					
<i>Pristimantis boulengeri</i> (Lynch, 1981)	1750 - 3200	Sa, Ca	EEL3	ICN, IAvH-Am	Acosta-Galvis 2000
<i>Pristimantis brevifrons</i> (Lynch, 1981)	1750 - 3200	Sa, Qu	EEL3, EEL1	IAvH-Am	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Acosta-Galvis 2000
<i>Pristimantis achatinus</i> (Boulenger, 1898)	1020 - 1400	Fi, Ca, Ar, Sa, Pi	EEL1, EEL3, EEL2, EEL4	MHUA-A, IAvH-Am, UVC,	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Pristimantis dorsopictus</i> (Rivero and Serna, 1988)	2000 - 2780	Ca	EEL3	MHUA-A	
<i>Pristimantis erythroleura</i> (Boulenger, 1896)	1600 - 3000	Fi, Ca, Sa, Ar, Qu	EEL1, EEL3, EEL2	ICN, MHUA-A, IAvH-Am, UVC	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Lynch 1992, Acosta-Galvis 2000
<i>Pristimantis gracilis</i> (Lynch, 1986)	1840 - 2300	Fi, Ca	EEL1, EEL3	ICN	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Lynch 1992
<i>Pristimantis palmeri</i> (Boulenger, 1912)	1900 - 2050	Fi, Ca, Ar, Sa	EEL1, EEL3, EEL2	ICN	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Bolívar-G. <i>et al.</i> 2011, Acosta-Galvis 2000
<i>Pristimantis pernixius</i> (Lynch, Ruiz-Carranza, and Ardila-Robayo, 1994)	2000 - 3700	Ca, Sa, Fi	EEL3, EEL1	ICN, IAvH-Am	Lynch <i>et al.</i> 1994, Ardila y Acosta 2000, Acosta-Galvis 2000.

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducida para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Anfibia					
Orden Anura					
Familia Craugastoridae					
<i>Pristimantis piceus</i> (Lynch, Ruiz-Carranza, and Ardila-Robayo, 1996)	2600 - 3200	Sa	EEL3	ICN, IAVH-Am	Lynch <i>et al.</i> 1996, Ardila y Acosta 2000, Acosta-Galvis 2000.
<i>Pristimantis racemosus</i> (Lynch, 1980)	3030 - 3560	Ca	EEL3	ICN	Lynch <i>et al.</i> 1996, Ardila y Acosta 2000, Acosta-Galvis 2000.
<i>Pristimantis scopaeus</i> (Lynch, Ruiz-Carranza, and Ardila-Robayo, 1996)	3580 - 3600				Acosta-Galvis 2000.
<i>Pristimantis simotericus</i> (Lynch, Ruiz-Carranza, and Ardila-Robayo, 1997)	3350 - 3800	Sa	EEL3	ICN	Acosta-Galvis 2000.
<i>Pristimantis thectopterus</i> (Lynch, 1975)	1780 - 2300	Ci, Fi, Ca, Ar, Sa	EEL2, EEL1, EEL3	ICN, IAVH-Am	Acosta-Galvis 2000.
<i>Pristimantis uranobates</i> (Lynch, 1991)	2000 - 3240	Sa, Ca	EEL3	ICN, IAVH-Am, MHUA-A	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996, Acosta-Galvis 2000, Lynch 1991.
<i>Pristimantis w-nigrum</i> (Boettger, 1892)	1710 - 2900	Fi, Ca, Sa, Mo	EEL1, EEL3, EEL2	ICN, IAVH-Am	Acosta-Galvis 2000.
<i>Strabomantis necopinus</i> (Lynch, 1997)	1800 - 2150	Fi	EEL1	ICN	Acosta-Galvis 2000, Lynch 1997.

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAvH-Am, IAvH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Amphibia					
Orden Anura					
Familia Dendrobatidae					
<i>Andinobates bombetes</i> (Myers and Daly, 1980)	1800 - 2050	Fi, Ar	EEL1, EEL2	ICN, IAvH-Am	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Acosta-Galvis 2000; Marín y Hoyos 2011; Amézquita <i>et al.</i> 2013; Brown <i>et al.</i> 2011; Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b.
<i>Colostethus fraterdanieli</i> Silverstone, 1971	1800 - 2600	Fi, Sa, Ca, Ar, Mo, Pi	EEL1, EEL3, EEL2, EEL4	ICN, IAvH-Am,	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Acosta-Galvis 2000; Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b.
<i>Colostethus ucumari</i> Grant 2007	2100 - 2500	Sa	EEL3	Grant, 2007	
<i>Hyloxalus abditaurantius</i> (Silverstone, 1975)	1900 - 2010	Fi, Ca	EEL1, EEL3	ICN	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Acosta-Galvis, 2000
<i>Hyloxalus lehmanni</i> (Silverstone, 1971)	1900 - 2090	Fi, Ca	EEL1, EEL3	ICN	
Familia Hylidae					
<i>Dendropsophus columbianus</i> (Boettger, 1892)	800 - 2100	Sa, La_T, Ar, Fi, Ca, Mo, Pi, Qu	EEL2, EEL1, EEL3, EEL2, EEL4	MHUA-A, ICN, MLS, IAvH-Am,	Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Gómez-Hoyos <i>et al.</i> 2012; Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Colomacirtus larinopygion</i> (Duellman, 1973)	1950 - 3100	Sa, Mo	EEL3, EEL2	ICN, IAvH-Am	Muses-Cisneros y Anganoy-Criollo 2008
<i>Hypsiboas crepitans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	800 - 1500				Acosta-Galvis, 2000
<i>Hypsiboas pugnax</i> (Schmidt, 1857)	800 - 1500				OP

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Orden Anura					
Familia Dendrobatidae					
Familia Hemiphractidae					
<i>Gastrotheca argenteovirens</i> (Boettger, 1892)	1650 - 3050	Fi	EEL1	ICN	
<i>Gastrotheca nicefori</i> Gaige, 1933	1950 - 2500	Fi	EEL1		Ruiz-Carranza <i>et al.</i> 1996; Acosta-Galvis 2000
Familia Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus colombiensis</i> Heyer, 1994	800 - 1200	La_T, Pi	EEL2, EEL4		Heyer, 1994
<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	800 - 1200			OP	
Familia Ranidae					
<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802) †	900 - 1000	Mo, La_T	EEL2	RP	
Orden Caudata					
Familia Plethodontidae					
<i>Bolitoglossa vallecula</i> Brame and Wake, 1963	1840 - 3100	Fi, Pi, Ca	EEL1, EEL4, EEL3	ICN, MCZ	Acosta-Galvis 2007; Brame y Wake, 1963
Orden Gymnophiona					
Familia Caeciliidae					
<i>Cacilia subdermalis</i> Taylor, 1968	1200 - 2300	Fi	EEL1		Acosta-Galvis 2000

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soporan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especies introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Clase Amphibia					
Orden Gymnophiona					
Familia Siphonopidae					
<i>Microcaecilia pricei</i> (Dunn, 1944)	1700 - 2100	Pi	EEL4	UVC	Acosta-Galvis 2000; Lynch 2000 "1999"
Familia Typhlonectidae					
<i>Typhlonectes natans</i> (Fischer, 1880)	800 - 1000	Ar, Ia_T	EEL2	OP	
Clase Reptilia					
Orden Squamata					
Infraorden Iguania					
<i>Basiliscus galeritus</i> Duméril, 1851	800 - 1200	La_T	EEL2		Restrepo y Botero-Botero 2012
Familia Dactyloidae					
<i>Anolis antonii</i> Boulenger, 1908	800 - 2000	Fi, Ar, Ca	EEL1, EEL2, EEL3	UVC	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Anolis auratus</i> Daudin, 1802	800 - 1400	Mo, Fi	EEL2, EEL1	UVC, MLS	Ayala, 1986
<i>Anolis eulaemus</i> Boulenger, 1908	1300 - 2400	Fi	EEL1	MHUA	Velasco <i>et al.</i> 2010
<i>Anolis heterodermus</i> Duméril, 1851	1800 - 3750	Sa	EEL3	UVC, ANSP	Ayala, 1986; Sánchez-C. <i>et al.</i> 1995

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Orden Squamata					
Infraorden Iguania					
Familia Dactyloidae					
<i>Anolis mariarum</i> Barbour, 1932	1300 - 2800	Ci	EEL2	OP	
<i>Anolis tolimensis</i> Werner, 1916	1000 - 2300			MCZ	
<i>Anolis ventrimaculatus</i> Boulenger, 1911	1300 - 2500	Fi	EEL1	ICN	Calderón-Espinoza <i>et al.</i> 2013
Familia Iguanidae					
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 1100	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Familia Tropiduridae					
<i>Stenocercus bolivarensis</i> Castro y Ayala, 1982	1650 - 1750	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Infraorden Gekkota					
Familia Geckkonidae					
<i>Hemidactylus brookii</i> Gray, 1845 †	800 - 1100	Ar, Mo, La_T	EEL2	OP	
<i>Hemidactylus angulatus</i> Hallowell, 1854 †	800 - 1100	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Hemidactylus frenatus</i> Schlegel, 1836 †	800 - 1100	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Lepidodactylus lugubris</i> (Duméril y Bibron, 1836) †	800 - 1100	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soporan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especies introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

	Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Orden Squamata						
Infraorden Gekkota						
Familia Sphaerodactylidae						
<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril y Bibron, 1836)	800 - 1500	Ar		EEL2		Sánchez-C. <i>et al.</i> 1995; Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Lepidoblepharis duolepis</i> Ayala y Castro, 1983	1200 - 2000	Ar, Ca		EEL2, EEL3		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Infraorden Scincomorpha						
Familia Gymnophthalmidae						
<i>Anadia rhombifera</i> (Günther, 1859)	1900-1950	Sa, Ca		EEL3	UQ	Vanegas-Guerrero 2015
<i>Cercosaura vertebralis</i> O'shaughnessy, 1879	800 - 2400	Fi, Sa, Ca		EEL1, EEL3	CSJ, MCZ, USNM	Ayala, 1986; Sánchez-C. <i>et al.</i> 1995
<i>Ptychoglossus stenolepis</i> (Boulenger, 1908)	1000 - 2200				UVC	
<i>Riama columbiana</i> (Andersson, 1914)	800 - 2900	Ca		EEL3	ICN,	Ayala, 1986; Sánchez-Pacheco 2010; Sánchez-Pacheco <i>et al.</i> 2011; Sánchez-C., <i>et al.</i> 1995
<i>Riama striata</i> (Peters, 1863)	1800 - 3200	Ca		EEL3	MCZ	
Familia Scincidae						
<i>Mabuya</i> sp. (Linnaeus 1758) (<i>sensu lato</i>)	800 - 1600				MCZ	

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducida para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Orden Sepentes	Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Familia Anomalepididae						
	<i>Anomalepis</i> sp.	1700	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Familia Colubridae						
	<i>Chironius carinatus</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2630	Fi, Ci, Ar, Co	EEL1, EEL2, EEL3	MLS	Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012
	<i>Chironius monticola</i> Roze, 1952	1500 - 2800	Ar, Fi, Pi	EEL2, EEL1, EEL4	IAvH	
	<i>Dendrophidion bivittatum</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	800 - 1650	Co, La_T	EEL3, EEL2	OP	
	<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacépède, 1789)	800 - 2200	Fi, Ci, Qu, Mo, Co	EEL1, EEL2, EEL3		Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012
	<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2750			OP	
	<i>Mastigodryas danieli</i> Amaral, 1935	900 - 2200	Ar	EEL2	IAvH-R	
	<i>Mastigodryas boddaerti</i> (Sentzen, 1796)	800 - 1300	Ar, Qu, Mo, Fi, Ci	EEL1, EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
	<i>Mastigodryas pleei</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	800 - 1500	La_T	EEL2	OP	

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAvH-Am, IAvH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soporan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especies introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Orden Sepentes	Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Familia Colubridae						
	<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2630	Ar, La_T, Ci	EEL2	UVC	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
	<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2000	Ar	EEL2	MLS, UVC	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Familia Dipsadidae						
	<i>Attractus crassicaudatus</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	2000 - 3200	Fi	EEL1		Peters y Orejas-Miranda, 1970; Passos y Lynch 2011
	<i>Attractus lehmanni</i> Boettger, 1898	800 - 2200	Ar	EEL2	IAvH-R, UVC	
	<i>Attractus manizalesensis</i> Prado, 1940	800 - 2300	Fi	EEL1	AMNH	Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012;
	<i>Attractus cf. melanogaster</i> Werner, 1916	800 - 2500	Qu	EEL1	MLS	
	<i>Attractus obesus</i> Marx, 1960	1300 - 2800	Ar	EEL2		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
	<i>Attractus titanicus</i> Passos, Fernandes y Lynch, 2009	1800 - 2656	Fi, Sa	EEL1, EEL3		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2014
	<i>Clelia clelia</i> (Daudin, 1803)	800 - 2500	Qu	EEL1	MLS	
	<i>Clelia equatoriana</i> (Amaral, 1924)	800 - 2150	Ar, Ca	EEL2, EEL3	MCZ	Passos y Arredondo 2009; Passos <i>et al.</i> 2009, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b.
	<i>Dipsas sanctijoannis</i> (Boulenger, 1911)	800 - 2000	Fi, Ba	EEL1, EEL2	IAvH-R	Rojas-Morales y Escobar-Lasso 2010.
	<i>Dipsas pratti</i> (Boulenger, 1897)	800 - 1700				Sánchez-C <i>et al.</i> 1995

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAVH-Am, IAVH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soportan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especie introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Orden Sepentes					
Familia Dipsadidae					
<i>Erythrolamprus bizona</i> Jan, 1863	800 - 2750	Ar, Fi, Mo, Qu, La_T	EEL2, EEL1	IAVH	Lynch 2009
<i>Erythrolamprus epinephelus</i> (Cope, 1862)	1600 - 2300	Ar, Fi, Ca	EEL1, EEL2, EEL3	IAVH	Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2250	Ar, Ca	EEL2, EEL3		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2000	Ar, Fi, Ca	EEL1, EEL2, EEL3		Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012, Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Leptodeira septentrionalis</i> Kennicott, 1859	800 - 2000	Mo	EEL2	OP	
<i>Oxyrhopus petolarius</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2750	Ar, Fi, Mo, Ba	EEL1, EEL2	IAVH	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Sibon nebulata</i> (Linnaeus, 1758)	800 - 2300	Co	EEL3	OP	
<i>Urotheca decipiens</i> (Günther, 1893)	1600 - 2500	Fi	EEL1		Arias-Monsalve y Rojas-Morales 2013; Quintero-Angel <i>et al.</i> 2012
Familia Elapidae					
<i>Micrurus mipartitus</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1854)	800 - 2750	Ar, La_T, Ca, Ci, Co, Ba, Pi	EEL2, EEL3, EEL4	UVC	Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
<i>Micrurus dumerilii</i> (Jan, 1858)	800 - 2133	Co	EEL3		

Cont. Anexo 1. Listado taxonómico de la herpetofauna del departamento del Quindío (Colombia). Lista de las especies reportadas con base en los museos (ICN, IAvH-Am, IAvH-R, MHUA-A, UVC, FML, ANSP, CSJ, MCZ, USNM) y referencias bibliográficas que soporan su presencia en área. RP indica registros propios. Las especies con posibles registros se indican como OP. La distribución por áreas naturales fue establecida según Orozco-Serna (2012) separado en cuatro zonas estratégicas a partir de características socio-culturales y biológicas (EEL I - IV). El símbolo (†) denota la especies introducidas para el departamento y el (††) denota introducida y no incluida en los análisis por carencia de información sobre establecimiento de poblaciones.

	Taxón	Altura	Municipios	Ecorregiones	Colección	Referencias
Orden Sepentes						
Familia Viperidae						
	<i>Bothriechis schlegelii</i> (Berthold, 1846)	800 - 2750	Fi, La_T, Ci, Pi	EEL1, EEL2, EEL4	AMNH	
Orden Testidines						
Familia Chelydridae						
	<i>Chelydra acutirostris</i> Peters, 1862	800 - 1000	La_T	EEL2		Medem, 1977; Sánchez-C. <i>et al.</i> 1995
Familia Emydidae						
	<i>Trachemys callirostris</i> (Gray, 1855) ††	800 - 1300	Ar, Ca	EEL2, EEL3		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b
Familia Kinosternidae						
	<i>Kinosternon leucostomum</i> (Duméril, Bibron y Duméril, 1851) ††	800 - 1300	Ar, Ca	EEL2, EEL3		Vanegas-Guerrero <i>et al.</i> 2016b

Considerando que en la actualidad son constantes las revisiones que resuelven problemas taxonómicos, se considera aquellas especies o grupos de especies con categoría *sensu latu* o *cf.* que podrían cambiar arrojando nueva información para el departamento. La nomenclatura usada en este listado, está ligada a las propuestas taxonómicas de Poyron y Wiens (2011) para anfibios y Uetz y Hošek (<http://www.reptile-database.org>, acceso: 24/07/2016) para reptiles.

Cristian Román-Palacios

Grupo de estudio en reptiles y anfibios (GECKOS),
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia
Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of
Arizona,
Tucson, Arizona
cromanpa94@gmail.com

Sara Fernández-Garzón

Grupo de estudio en reptiles y anfibios (GECKOS),
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia
Facultat de Biologia. Departament de Biologia Animal,
Universitat de Barcelona
Barcelona, España
sarachan801@email.arizona.edu

Alejandro Valencia-Zuleta

Grupo de estudio en reptiles y anfibios (GECKOS),
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad del Valle
Cali, Valle del Cauca, Colombia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Instituto de
Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás,
Goiânia, Brasil
alejandrovalencia08@gmail.com

Andrés Felipe Jaramillo-Martínez

Grupo de estudio en reptiles y anfibios (GECKOS),
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia
Laboratório de Sistemática de Vertebrados,
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS),
Porto Alegre, Brasil.
pipejaramillo01@gmail.com

Ronald Andrés Viáfara-Vega

Grupo de estudio en reptiles y anfibios (GECKOS),
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad del Valle, Cali, Valle del Cauca, Colombia
ronaldv2507@hotmail.com

Lista anotada de la herpetofauna del departamento del
Quindío, Colombia

Citación del artículo: Román-Palacios, C., S. Fernández-Garzón, A. Valencia-Zuleta, A. F. Jaramillo-Martínez y R. A. Viáfara-Vega. 2017. Lista anotada de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 251-281. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a16

Recibido: 8 de octubre de 2015

Aprobado: 12 de mayo de 2017

Batracofauna de los bosques de niebla y estribaciones del piedemonte en el municipio de Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana

Frogs and toads of cloud forests and foothills in the Yopal municipality (Casanare), Colombia

Andrés R. Acosta-Galvis

Resumen

Se realiza una descripción regional de la batracofauna asociada a las áreas montañosas del municipio de Yopal en el departamento de Casanare, cuenca del Orinoco, Colombia. Se reseñan aspectos relativos a la distribución e historia natural de las especies registradas. El número de especies obtenidas en cada localidad es relativamente bajo entre 4-17; pero los valores consolidados en las áreas montañosas del Municipio, incluyen 26 especies distribuidas en ocho familias y 15 géneros. Estos valores permiten evaluar los umbrales de riqueza obtenidos en previos estudios de este grupo en las estribaciones andino-orinoquenses. Los ensamblajes encontrados son un mosaico de especies provenientes de las planicies llaneras que ha ocupado los ambientes intervenidos, junto con especies endémicas propias de los bosques húmedos del piedemonte del Orinoco colombiano.

Palabras clave. Anuros. Estacionalidad. Localidad. Montañas. Riqueza.

Abstract

A regional inventory of the anuran fauna of the mountainous areas of the municipality of Yopal (Casanare-Colombia) is presented. Aspects of their regional distribution and natural history of the species are reported. Individually in each locality studied, inventories showed that the number of species is relatively low, between 4-17, but the accumulative values for the piedmont region of the Orinoco totals 26 species in eight families and 15 genera. These values permit the evaluation of species richness thresholds obtained in previous studies of this group in the Andean foothills of the Orinoco River Basin. Assemblages found, are a mosaic of species from the eastern savannas that have occupied intervened environments in mountainous areas, together with a set of endemic species of the humid forests of the piedmont of the Colombian Orinoco.

Key words. Frogs. Locality. Mountains. Richness. Seasonality.

Introducción

A partir de la aproximación preliminar de la fauna anfibia en el departamento del Casanare, se señala que la riqueza de este grupo todavía es incierta, donde se reportan entre 46 a 49 especies (Acosta-Galvis *et al.* 2010, Acosta-Galvis y Alfaro-Bejarano 2011, Pedroza-Banda *et al.* 2014). En un contexto

estrictamente eco-regional y político administrativo, el departamento del Casanare con 44.649 km² se distribuye en 19 municipios, de los cuales 11 ocupan sus territorios de forma parcial en la región del piedemonte, siendo clasificada por *World Wildlife Fund* (WWF) como “bosques secos de la región Apure

Villavicencio”, con un gradiente de precipitación anual que decrece de norte a sur entre 2000 a 5600 mm respectivamente, en áreas notablemente más húmedas hacia el sur en la región de Villavicencio.

Entre las áreas político administrativas en el departamento, que poseen mayor actividad antrópica y a su vez abarcan gran heterogeneidad de ambientes naturales en razón a su localización estratégica en las estribaciones del piedemonte llanero, se localiza el municipio de Yopal, donde son reportadas únicamente 14 especies de anfibios (Pedroza-Banda *et al.* 2014). No obstante a estos valores, estudios previos regionales a lo largo de esta franja geográfica del piedemonte, que incluyen entre otras la región de Villavicencio, han registrado hasta 45 especies (Lynch 2006); donde los umbrales de diversidad en las estribaciones andinas en la cuenca del Orinoco colombiano son los más altos a nivel regional, con una riqueza potencial de entre 16-34 especies (Acosta Galvis y Alfaro-Bejarano 2011).

Durante el desarrollo de prospecciones sistemáticas que incluyen estudios espacio-temporales realizados entre el 2011-2014 en cinco localidades restrictas a las áreas montañosas del municipio de Yopal, se realizaron una serie de inventarios que permite corroborar la hipótesis sobre la riqueza propuesta esperada (Lynch 2006) en los umbrales para esta subregión, y se reportan el doble de la riqueza de especies previamente publicada para el Municipio de Yopal.

Material y métodos

Área de estudio

Una serie de expediciones científicas sistemáticas, abarcaron una importante porción del gradiente altitudinal de la región montañosa del municipio de Yopal que incluye desde las estribaciones del piedemonte entre los 600 m s.n.m., hasta el bosque relictual montano bajo sobre los 1700 m s.n.m. en límites con el departamento de Boyacá (Figura 1). El área está enmarcada dentro de la cuenca del río Meta en la subcuenca media y alta del río Cravo Sur

en la vertiente Oriental de la cordillera Oriental de Colombia.

Trabajo de campo

Cada evento de colecta involucró una serie de muestreos temporales (Figura 2) desde febrero de 2011 hasta abril de 2014, en el cual se estudiaron cinco localidades (Anexo 1) que abarcan dos corregimientos constituyéndose una cuarta parte del territorio político administrativo del municipio de Yopal; donde se excluyen las planicies llaneras (Figura 3).

Las localidades estudiadas fueron: Localidad 1, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado (Figura 4). Localidad 2, corregimiento El Morro, vereda El Morro, casco urbano. Localidad 3, corregimiento El Morro, vereda Marroquí (Figura 5). Localidad 4, corregimiento El Morro, vereda Aracal. Localidad 5, corregimiento El Morro, vereda El Progreso, Finca La Montañita (Figura 6).

Los ejemplares de referencia y su información asociada fueron obtenidos mediante tres aproximaciones metodológicas que incluyen: 1) métodos de encuentro visual (VES) (Heyer *et al.* 1994); 2) registros auditivos de las vocalizaciones (Angulo 2006); 3) muestreo por remoción (Heyer *et al.* 1994), en el que se realizó una búsqueda activa en troncos y rocas. El esfuerzo de muestreo incluyó jornadas entre las 6:00-11:00 horas, 14:00-16:00 horas y 18:30-23:00 horas. Todos los ejemplares de referencia registrados se georreferenciaron mediante un Geoposicionador Satelital Garmin GPS 60CSx. A cada espécimen estudiado, se le midió la longitud rostro cloacal (LRC) que involucra la distancia desde el extremo del rostro hasta la abertura cloacal, empleando un calibrador digital (Mitutoyo 0,1 mm). De esta manera se estudiaron 277 especímenes depositados en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-Am) y en la colección de Anfibios del Instituto de Ciencias Naturales (ICN-MNH), que incluyen ejemplares sin catalogar con el acrónimo de campo de colector Andrés Acosta (ARA).

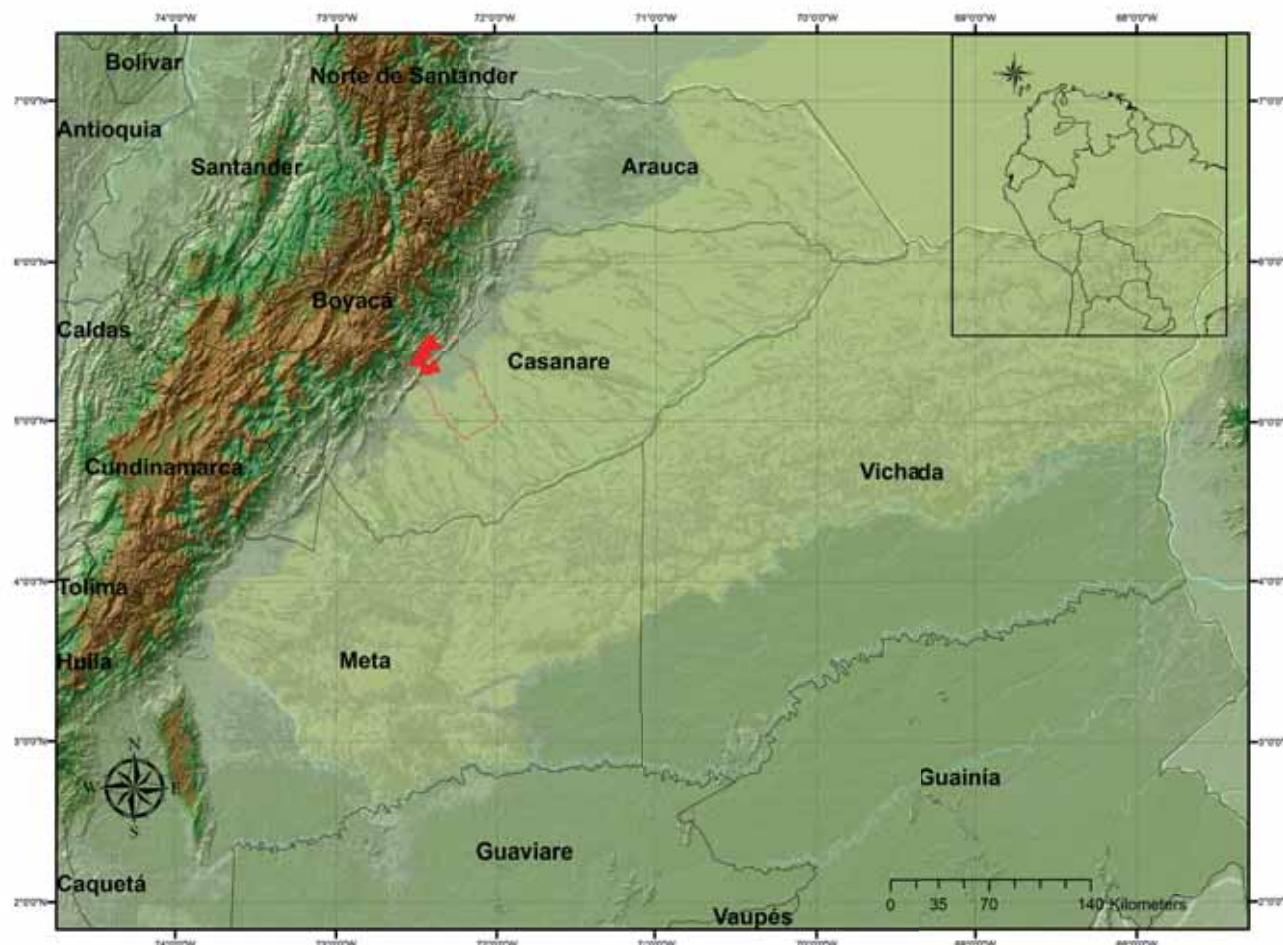


Figura 1. Localización general del área de estudio en el departamento de Casanare; línea roja municipio de Yopal; localidades estudiadas (triángulos).

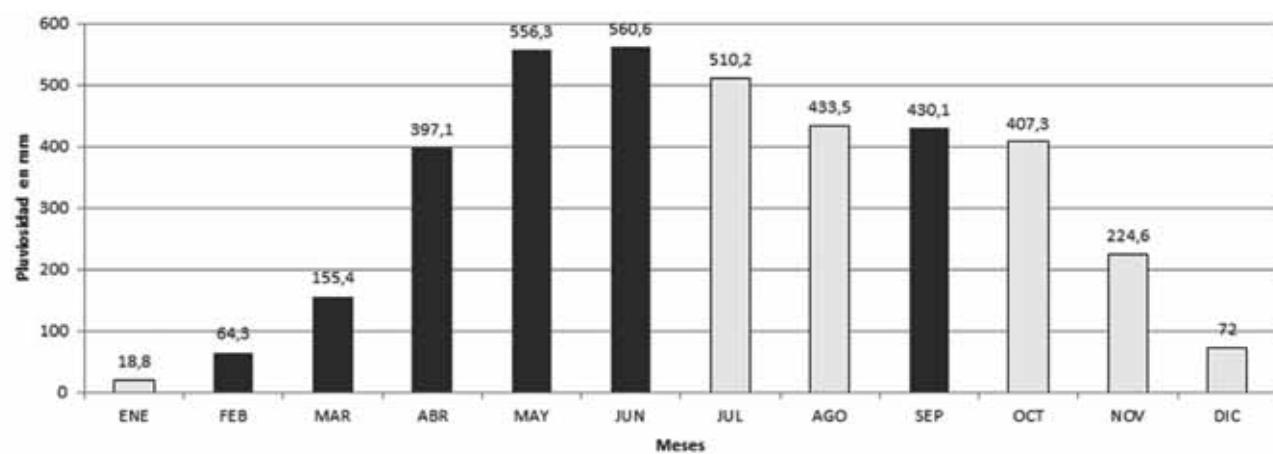


Figura 2. Pluviosidad media anual del área estudiada, basado en la estación de El Morro, Fuente Igac (2008). En negro los meses del año donde se realizaron los diferentes estudios.

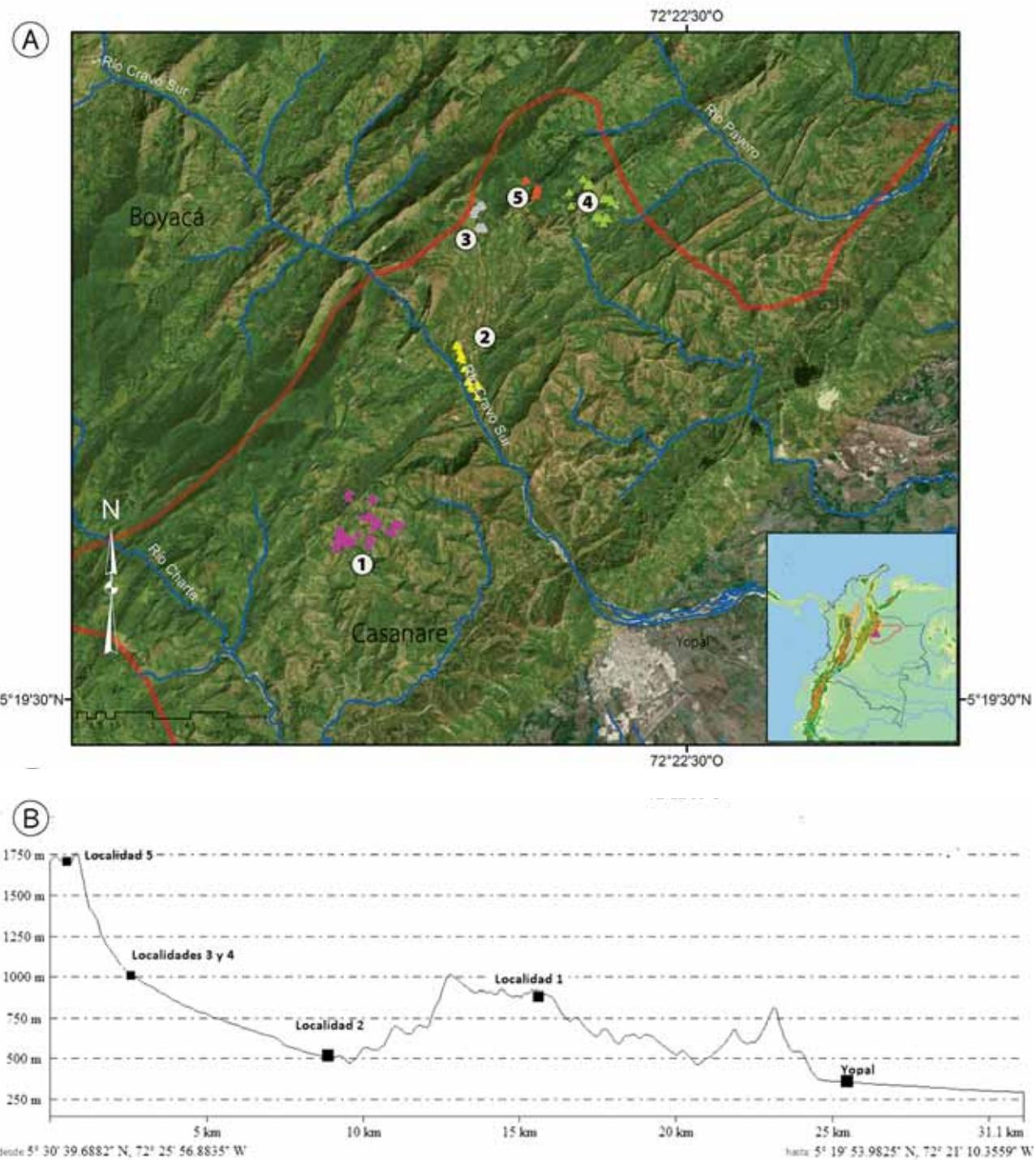


Figura 3. Localidades estudiadas en las montañas del municipio de Yopal (Anexo 1): A) Localización geopolítica; B) Localización en el gradiente altitudinal. Localidad 1, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado. Localidad 2, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado. Localidad 3, corregimiento El Morro, vereda Marroquí. Localidad 4, corregimiento El Morro, vereda Aracal. Localidad 5, corregimiento El Morro, vereda El Progreso, Finca La Montañita.



Figura 4. A) Panorámica de la vereda Rincón del Soldado en la Localidad 1, correspondiente al paisaje asociado a la quebrada El Infierno durante la estación seca; B) Micro hábitat en la quebrada El Infierno, acueducto veredal ($05^{\circ}23'17,7''N-72^{\circ}29'8,9''O$, 877 m s.n.m.), durante la estación seca; C) Micro hábitat en la quebrada Aguazula ($05^{\circ}23'48,8''N-72^{\circ}29'14,6''O$, 865 m s.n.m.), durante la estación de lluvias; D) Micro hábitat en la quebrada NN ($05^{\circ}23'15,4''N-72^{\circ}28'42,4''O$, 860 m s.n.m.), durante la estación seca.

Análisis de la información

Para medir la diversidad alfa (diversidad local), se elaboró una matriz con los datos de presencia y ausencia de las especies discriminando los diferentes días de muestreo estudiados; con estos datos se empleó el software EstimateS; versión 8.0.0, con el cual se construyó la curva de acumulación de especies y se estimó la representatividad del muestreo, por medio de cinco estimadores no paramétricos que incluyen Singlentons, Doubletons, Bootstrap, Jackknife1 y Jackknife2, y que permite evaluar cuantitativamente el esfuerzo de captura (Moreno 2001, Villarreal *et al.* 2006). La delimitación cartográfica del área y la incorporación de los registros se visualizaron mediante el programa Arc Map-Arc info v.10.3. La determinación taxonómica se realizó hasta el nivel de especie con base en la bibliografía científica especializada (Cochran y Goin 1970, Duellman

1971, Lynch y Duellman 1973, Heyer 1978, Kluge 1979, Pyburn y Lynch 1981, Ruiz-Carranza y Lynch 1982, Heyer 1994, Kaplan 1994, Lynch 1994, Ruiz-Carranza y Lynch 1998, Acosta-Galvis 1999, Morales 2002, Lynch 2006, Narvaez y Trefaut 2009, Angarita *et al.* 2013, Lavilla *et al.* 2013, Dos Santos *et al.* 2015, Orrico *et al.* 2017)..

Vocalizaciones

Las grabaciones fueron realizadas con una grabadora MARANTZ modelo PMD671 y un micrófono unidireccional SENNHEISER modelo MKH/P48. El micrófono fue posicionado entre uno y dos metros de los ejemplares *voucher*; variables de temperatura ambiental y humedad relativa fueron registradas en cada evento de grabación empleando un Datalogger

EXTECH. Las vocalizaciones fueron registradas a una frecuencia de muestreo de 44.1 kHz y 16 bit de resolución y su análisis fue realizado empleando el software Raven 1.3 for Windows (Cornell Lab of Ornithology) empleando FFT (Fast Fourier

Transformation) = 256 y Overlap = 50. Las variables registradas fueron: 1) número de notas por vocalización, 2) duración de la nota, 3) intervalo entre notas, 4) frecuencia dominante (= fundamental), 5)

frecuencias máximas y 6) frecuencias mínimas. La definición de la terminología empleada para la descripción de las vocalizaciones sigue varias propuestas (Heyer 1978, Pyburn y Lynch 1981, Duellman y Pyles 1983, Crocroft y Ryan 1995, Gerhardt 1998, Martins y Jim 2003, Díaz y Cádiz 2006, Brito *et al.* 2014). Las grabaciones fueron depositadas en el Banco de Sonidos Ambientales (BSA), del IAvH.



Figura 5. A) Micro hábitat de charcas estacionales en la Localidad 2. Casco urbano corregimiento El Morro ($05^{\circ}26'50,1''N$ - $72^{\circ}27'22,5''O$), 507 y 628 m s.n.m; B) Localidad 2. Panorámica de la margen izquierda del río Cravo Sur, corregimiento El Morro, alrededores del casco urbano, 507 m s.n.m; C) Sitio 3. Panorámica del área de los bosques asociados a la microcuenca Agua Blanca; D) Micro hábitat en la quebrada Agua Blanca ($05^{\circ}29'36,9''N$ - $72^{\circ}26'54,9''O$, 1026 m s.n.m.).



Figura 6. A) Localidad 4. Panorámica del área de los bosques a la microcuenca de la quebrada La Cauteña en el bosque Aracal; B) Panorámica en la vereda El Progreso, Localidad 5, finca La Montañita ($5^{\circ}30'20,2-41,6''N$ - $72^{\circ}24'01,3-58,5''O$, 1248-1814 m s.n.m.); C) Micro hábitat cabeceras de la quebrada Jaramá ($5^{\circ}30'28,8N$ - $72^{\circ}25'42,5''O$, 1814 m s.n.m.); D) Micro hábitat lagunar, vereda El Progreso, finca La Montañita ($5^{\circ}30'39,7N$ - $72^{\circ}25'56,9''O$, 1714 m s.n.m.).

Resultados

Se registran 26 especies de anuros en las áreas montañosas y estribaciones andinas en el municipio de Yopal distribuidas en ocho familias y 15 géneros (Tabla 1, Anexo 2, Figura 7).

Entre los patrones de distribución en los ensamblajes reportados se tiene que la riqueza hallada presenta un mosaico de especies de amplia distribución geográfica en las tierras bajas que han invadido estas áreas gracias a los procesos antrópicos (formación de

nuevas áreas agropecuarias) y fauna local propia de los bosques del piedemonte. Un importante número de las especies aquí reportadas que se extienden a lo largo de las estribaciones orientales de la cordillera Oriental en los departamentos del Meta y Caquetá. La familia de mayor dominancia corresponde a Hylidae (Figura 7) con 10 especies. El número de especies en cada localidad individual (Anexo 1) decrece en la medida en que aumenta la altitud y las coberturas vegetales se homogenizan (Tabla 1).

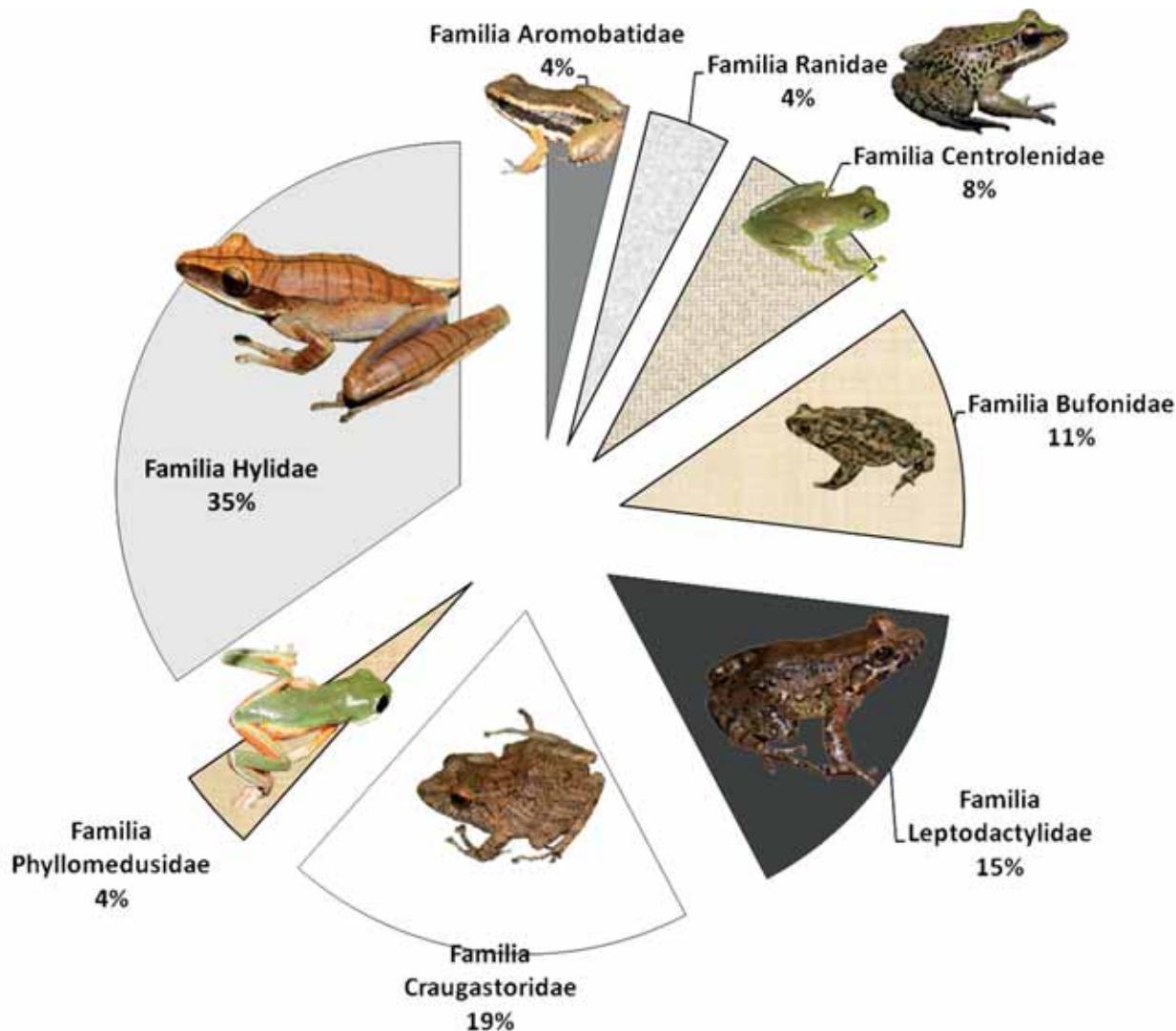


Figura 7. Distribución porcentual de las familias de anfibios anuros en las montañas en el municipio de Yopal.

Tabla 1. Comparación de eventos de colecta individuales de la fauna Amphibia en las localidades evaluadas.
 1) Casco urbano El Morro – junio de 2011; 2) Rincón del Soldado - febrero de 2013; 3) El Morro, Marroquí - mayo de 2013; 4) El Morro, Aracal - septiembre de 2013; 5) Rincón del soldado, abril de 2014. 6) Bosque El Aracal - septiembre de 2012.

Taxón	1	2	3	4	5	6
Orden Anura						
Familia Aromobatidae						
<i>Allobates cepedai</i> (Morales, 2002 “2000”)	1		1		1	
Familia Bufonidae						
<i>Rhinella humboldti</i> (Gallardo, 1965)	1					
<i>Rhinella</i> sp. 1 gr. <i>margaritifera</i> (Laurenti, 1768)	1	1	1	1	1	1
<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1		1	
Familia Craugastoridae						
<i>Pristimantis carranguerorum</i> (Lynch, 1994)			1			
<i>Pristimantis frater</i> (Werner, 1899)		1			1	
<i>Pristimantis medemi</i> (Lynch, 1994)	1	1	1	1	1	1
<i>Pristimantis savagei</i> (Pyburn y Lynch, 1981)				1	1	1
<i>Pristimantis</i> sp.1				1		
Familia Centrolenidae						
<i>Hyalinobatrachium esmeralda</i> Ruiz y Lynch, 1998			1			
<i>Rulyrana flavopunctata</i> (Lynch y Duellman, 1973)	1	1				
Familia Hylidae						
<i>Boana lanciformis</i> (Cope, 1870)	1	1	1	1	1	
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	1				1	
<i>Boana xerophylla</i> (Duméril & Bibron, 1841)	1	1	1	1	1	1
<i>Dendropsophus mathiassoni</i> (Cochran y Goin, 1970)	1				1	
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	1				1	
<i>Dendropsophus stingi</i> Kaplan, 1994				1		
<i>Hyloscirtus phyllognathus</i> (Melin, 1941)			1			
<i>Osteocephalus carri</i> (Cochran y Goin, 1970)	1				1	
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)					1	

Tabla 1. Comparación de eventos de colecta individuales de la fauna Amphibia en las localidades evaluadas.
 1) Casco urbano El Morro – junio de 2011; 2) Rincón del Soldado - febrero de 2013; 3) El Morro, Marroquí - mayo de 2013; 4) El Morro, Aracal - septiembre de 2013; 5) Rincón del soldado, abril de 2014. 6) Bosque El Aracal - septiembre de 2012.

Taxón	1	2	3	4	5	6
Familia Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus colombiensis</i> Heyer, 1994	1	1	1		1	
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	1		1	1	1	
<i>Lithodytes lineatus</i> (Schneider, 1799)			1		1	
<i>Physalaemus fischeri</i> (Boulenger, 1890)	1					
Familia Phyllomedusidae						
<i>Pithecopus hypochondrialis</i> (Daudin, 1802 “1803”)	1			1	1	
Familia Ranidae						
<i>Lithobates palmipes</i> (Spix, 1824)	1					
	15	9	13	9	17	4

Orden Anura

Familia Aromobatidae

Allobates cepedai (Morales, 2002 “2000”)

La información previa de esta especie se restringe únicamente a sus aspectos taxonómicos (Morales 2002), siendo registrada en la hojarasca de áreas boscosas (Angarita-Sierra *et al.* 2013). De actividad diurna, ha sido registrada en el municipio de Yopal principalmente durante el desarrollo la estación de lluvias (abril-junio, noviembre) donde es más conspicua y abundante; siendo muy activa entre las 6:00-10:00 y las 14:00-17:00 horas.

Ha sido registrada en diversos microhabitats que involucran desde la base de arbustos que conforman cercas vivas, arbustales-pastizales (Figura 5C), hojarasca del sotobosque al interior de bosques secundarios, áreas de escorrentía siempre asociadas a las áreas circundantes a corrientes de agua permanentes.

Durante el periodo de lluvias (junio de 2011), seis especímenes fueron observados vocalizando, entre los que se cuentan un macho con seis renacuajos sobre el dorso al borde de áreas ecotonales de pastizal y bosque secundario bajo. Otras observaciones en las localidades de mayor altitud (bosques de la quebrada Agua Blanca, vereda Marroquí, sobre los 1123 m s.n.m.; sitio 3) se registraron varios machos vocalizando ocultos en cercas vivas asociadas con áreas abiertas ($n = 4$), también, en áreas de escorrentía asociadas a pequeños cursos de agua a una temperatura del aire entre 22,5-24 °C y una humedad relativa entre los 89-90 %.

Durante la estación seca un macho adulto (con el tercer dedo manual expandido- IAvH-Am 10713, LRC = 16,2 mm - Figura 8A) fue registrado bajo troncos cubiertos en la hojarasca al interior del cauce de quebradas secas del sector del bosque del Secreto II.

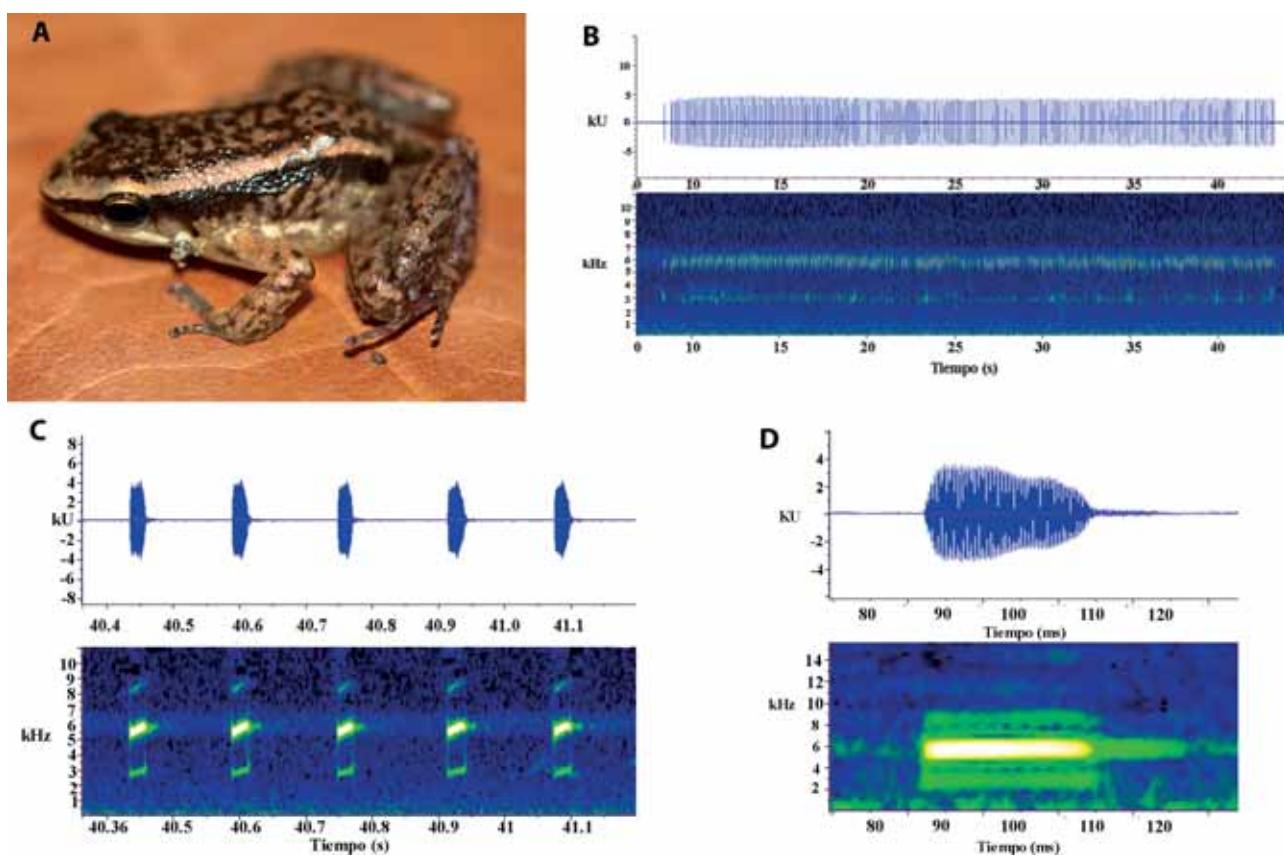


Figura 8. A) *Allobates cepedai* macho adulto IAvH-Am 10713, LRC = 16,2 mm; B) Oscilograma (arriba) y espectrograma (abajo) de una vocalización completa de *Allobates cepedai* con 222 notas, macho adulto IAvH Am 10713 (BSA-15981); C) Oscilograma (arriba) y espectrograma (abajo) de cinco notas de *Allobates cepedai* macho adulto IAvH-Am 10713; D) Oscilograma (arriba) y espectrograma (abajo) de individual de una nota, macho adulto *Allobates cepedai*.

Descripción de la vocalización: vocalizaciones de dos ejemplares fueron grabadas en sitio 3 (Anexo 1). La primera, corresponde a un macho adulto sin colectar grabado el 13 de mayo de 2013 a las 15:16 horas a una temperatura de ambiente de 24,6 °C y una humedad relativa del 67 %; el segundo ejemplar fue grabado oculto en un rastrojo el 13 de mayo a las 06:49 horas (BSA-15981). La vocalización de *Allobates cepedai* consiste en un conjunto de notas (Figura 8B) que pueden variar de manera individual en tiempo entre 1,94-191,20 s. ($\bar{X} = 42,03 \pm 62,75$ n = 9), registrándose entre 5-7 notas por segundo ($\bar{X} = 5,92 \pm 0,49$, n = 58) (Figura 8C). La duración de la nota es de 0,029-0,048 s ($\bar{X} = 0,035 \pm 0,0032$, n = 100); el intervalo entre notas es de 0,094-0,133s (\bar{X}

= 0,124 ± 0,033, n = 97) (Figura 8D). La frecuencia dominante es entre 4928,2-6216,1 Hz.

Bufoidae

Rhinella humboldti (Gallardo, 1965)

Esta especie de amplia distribución en las planicies a lo largo de la Orinoquia es conspicua y muy abundante en los ecosistemas de sabana durante la estación de lluvias. En las áreas montañosas de Yopal, se obtuvo un limitado número de especímenes. Un ejemplar (IAvH-Am 10701) con una LRC = 45,4 mm (Figura 9A), proveniente de los alrededores del casco urbano del corregimiento de El Morro, en áreas intervenidas que incluyen pastizales para ganadería

fue localizado en el mes de junio vocalizando en solitario a las 20:43 horas, a una temperatura de 23 °C y 87 % de humedad relativa (Figura 2). Por otra parte, una pareja amplexante fue observada en una charca temporal en la noche junto con un segundo ejemplar oculto bajo un tronco en el día.

***Rhinella* sp. 1 (grupo *margaritifera*)**

Considerada como un complejo de especies con diversas aproximaciones taxonómicas: para la región del Casanare ha sido tratada de forma previa con incertidumbre, bajo el nombre de “*Rhinella cf. acuminata*” (Angarita-Sierra *et al.* 2013, Pedroza-Banda *et al.* 2014). El estatus taxonómico de estas poblaciones a nivel regional “*Bufo typhonius*” = *Rhinella margaritifera* (Lynch 2006) aún es incierto y confuso debido a que la designación nomenclatural del lectotipo es invalidada y el Neotipo es designado a partir de una hembra adulta (depositada en el Museu Nacional do Rio de Janeiro, MNRJ 71538) del estado de Amazonas, en Brasil (Lavilla *et al.* 2013). Hay que mencionar, que la evaluación morfológica y molecular de las poblaciones de “*Rhinella margaritifera*” en Ecuador y Perú corresponden a una especie no descrita (Dos Santos *et al.* 2015). La comparación de las poblaciones del área de Yopal, difieren frente a “*Rhinella gr. margaritifera*” de Ecuador por la ausencia de apófisis vertebrales en las hembras adultas, las hileras de espinas oblicuas menos prominentes y las crestas craneanas más bajas y aplanadas. En comparación con la descripción asociada con el Neotipo de *Rhinella margaritifera* (Lavilla *et al.* 2013, p. 260) de Brasil, donde la cresta supratímpanica es notablemente más aplanada, el rostro es más redondeado, las crestas craneanas son marcadamente visibles y en vista dorsal, las glándulas parótidas son más reducidas (Figura 9B).

Las poblaciones de Casanare incluyen machos adultos con una longitud rostro cloacal (LRC) entre 38,3-54,5 mm ($n = 12$) y en hembras adultas 57,8-68,1 mm ($n = 8$). De actividad nocturna, los ejemplares fueron registrados durante el inicio y el desarrollo la estación de lluvias (febrero-septiembre, Figura 2). Se puede

considerar un sapo común en los bosques protectores de cauce, con significativas abundancias relativas y presente en las diferentes localidades estudiadas del municipio de Yopal.

Durante la estación seca en el mes de febrero (Figura 2) se colectaron una serie de ejemplares en diversos estados de madurez sexual: un ejemplar juvenil (IAvH-Am 10741, LRC = 22,9 mm), fue colectado de la hojarasca al interior de la quebrada NN en la vereda Rincón del Soldado (Figura 4D), mientras que un macho inmaduro (IAvH-Am 10745), junto con dos machos adultos (IAvH-Am 10742-3) identificados por su callo palmar evidente, fueron registrados activos en la noche al borde de pozos al interior de la quebrada El Infierno (Figura 4 A y B).

Durante la transición a la estación lluviosa en el mes de abril (Figura 2); otra serie de ejemplares fueron registrados al interior de las cabeceras de las microcuencas ocultos en la hojarasca de los cauces secos. Esto incluye un macho adulto (IAvH-Am 10751) obtenido en los bosques circundante a la quebrada Aguazula, dos machos adultos con callos palmares desarrollados (IAvH-Am 10752-6) junto con dos hembras grávidas (IAvH-Am 10757-8) activas en el sustrato del bosque, cerca de las áreas ecotonales a los pastizales y lejos a los cuerpos de agua.

En contraste con lo anterior, durante la estación lluviosa en el mes de mayo (Figura 2), una hembra grávida (IAvH-Am 10744), fue registrada activa en el piso del bosque, aledaño a la quebrada Agua Blanca (Figura 6D, Anexo 1). Otra serie de ejemplares fueron hallados en áreas abiertas y rastrojos bajos pastizales asociadas a pequeñas lagunas en áreas de escorrentía, en áreas ecotonales donde se observaron congregaciones de ejemplares que incluyen machos adultos vocalizando con callo palmar visible (IAvH-Am 10746, IAvH-Am 10755, IAvH-Am 10759-60), junto con un limitado número de hembras adultas (IAvH-Am 10747, IAvH-Am 10761) y una pareja amplexante (IAvH-Am 10762-3) (Figura 9C), inmersa en el agua al borde de la laguna.



Figura 9. A) *Rhinella humboldti* macho adulto IAvH-Am 10701, LRC = 45,4 mm.; B) vista de la región cefálica lateral y dorsal de *Rhinella* sp. 1 gr. *margaritifera* (arriba) hembra adulta IAvH-Am 10747 y (abajo) macho adulto IAvH-Am 10754; C) *Rhinella* sp. 1 gr. *margaritifera* pareja amplexante IAvH-Am 10762-63; D) *Rhinella* gr. *margaritifera* macho adulto IAvH-Am 10759. E) Ejemplar juvenil, *Rhinella marina* IAvH-Am 10766; F) *Pristimantis carranguerorum*, macho adulto ICN-ARA 6523.

Durante la transición climática que corresponde a la finalización de la estación lluviosa en el mes de septiembre (Figura 2) un ejemplar juvenil (IAvH-Am 10748, LRC= 35,1 mm), fue registrado cerca de la corriente de agua al interior de la quebrada Vados. De igual modo, un macho adulto (IAvH-Am 10759, Figura 9D) fue registrado a las 18:35 horas y una temperatura ambiental de 20,1 ° C y una humedad relativa del 78 %.

***Rhinella marina* (Linnaeus, 1758)**

Durante la estación lluviosa en el mes de mayo, varios machos adultos fueron registrados vocalizando sobre rocas al borde de pocetas en áreas de curso lento y en la quebrada del bosque Agua Blanca (Figura 5D), mientras que una hembra juvenil (IAvH-Am 10765, LRC = 89,4 mm) fue registrada activa sobre el piso del bosque. Por otro lado, en la estación seca en el mes de febrero (Figura 2) una hembra adulta (IAvH-Am 10764, LRC = 104,0 mm) se observó a la orilla de las pocetas en la microcuenca del acueducto de la vereda El Infierno (Figura 4B). Mientras que, durante la estación transicional verano-invierno en las áreas intervenidas de la microcuenca de la quebrada Aguazula (Figura 4C) se registró un ejemplar juvenil (IAvH-Am 10766, LRC = 31,9 mm), en pastizales al borde de trochas (Figura 9E).

Familia Centrolenidae

***Hyalinobatrachium esmeralda* Ruiz y Lynch, 1998**

Esta especie es descrita originalmente para la región de Pajarito en el departamento de Boyacá (Ruiz-Carranza y Lynch 1998) y reportada en segunda instancia, sobre los 1700 m. por un espécimen (IAvH-Am-11367) proveniente de la región de Chámeza en el norte del departamento de Casanare (Acosta-Galvis y Alfaro-Bejarano 2011).

Durante los inventarios de la parte alta se obtiene un macho adulto (IAvH-Am 10696, LRC = 23,1 mm), que corresponde al segundo reporte en el departamento y el ejemplar con menor registro altitudinal (1026 m); este espécimen fue registrado en un área encañonada de la quebrada Agua Blanca

en la vereda Marroquí (Figura 5D) a las 22:09 horas, vocalizando a una temperatura ambiental de 21,7 °C y una humedad relativa del 74 %. El ejemplar perchaba en la vegetación arborescente a 3 metros de altura del suelo en el envés de hojas, mientras cuidaba una postura de 49 huevos, mismos que presentaron una pigmentación de color crema-verdoso (Figura 10A) en estadios 9-13 (Gosner 1960). La vocalización de *Hyalinobatrachium esmeralda* (IAvH-Am 10696, grabación BSA-15984) fue registrada a 2 m de distancia en un corte de 166 s de duración y consistió en un conjunto de 14 notas. La duración de la nota varía entre 0,218-0,257 s ($\bar{X} = 0,239 \pm 0,014$, n = 14) y el intervalo entre notas varía entre 4,7-31,1 s ($\bar{X} = 11.82 \pm 7.01$, n = 13) (Figura 10B). La frecuencia dominante varía entre 4739,3-5580,7 Hz ($\bar{X} = 5204,2 \pm 298,2$ n = 30) (Figura 10B).

***Rulyrana flavopunctata* (Lynch y Duellman, 1973)**

Se reportan varios especímenes distribuidos en dos de las localidades del Municipio de Yopal y al igual que otros integrantes de esta familia, su biología está ligada a coberturas protectoras de cauce sobre la corriente de agua.

Durante la estación seca (febrero 2012) en la quebrada El Infierno (Figura 4B), se registraron entre las 18:48-21:24 horas tres machos adultos (IAvH-Am 10688-690, LRC=19,3-22,9 mm), en las áreas más húmedas y cercanas a la corriente de agua, relacionadas con base de rocas de gran tamaño cubiertas de musgo; la temperatura del ambiente en este micro hábitat fue de 21,7-23 °C y una humedad relativa entre 58-74 %. Así mismo, dos hembras (IAvH-Am 10686-7, LRC = 21,2-23,8 mm), se registraron al interior de la quebrada NN en la vereda Rincón del Soldado (Figura 4D).

Por otro lado, durante la estación lluviosa (mayo 2013) en la quebrada Agua Blanca (Figura 5D), se registró un macho adulto (IAvH-Am 10685, LRC=23,4 mm, Figura 10D) a las 21:24 horas, vocalizando sobre la vegetación protectora de cauce (2 metros) en el haz de hojas de arácea. Las poblaciones registradas en el municipio de Yopal, exhiben importantes variaciones

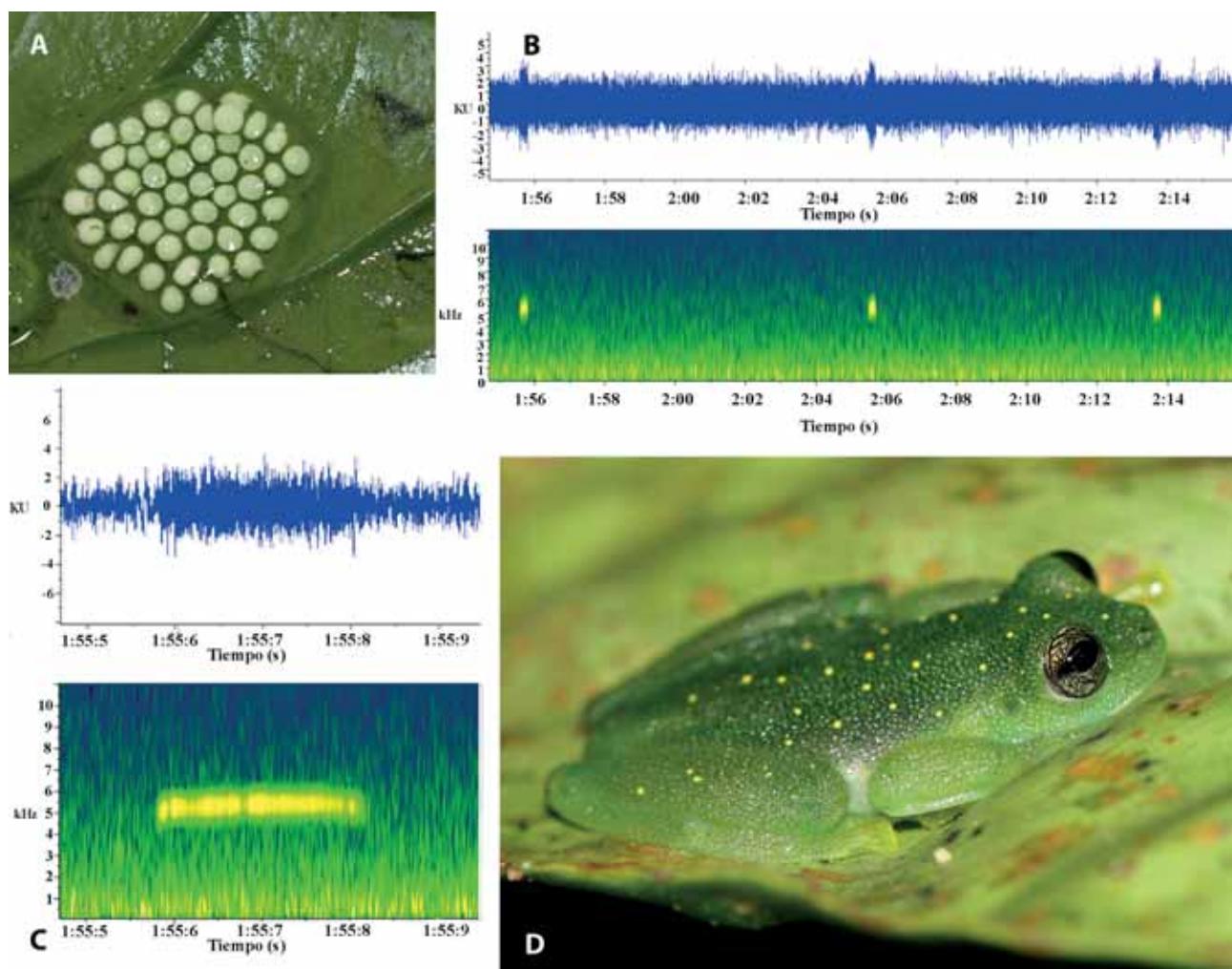


Figura 10. A) Postura de *Hyalinobatrachium esmeralda* registrados con el macho adulto IAvH-Am 10696; B) Oscilograma (arriba) y espectrograma (abajo) de tres notas de *Hyalinobatrachium esmeralda* del ejemplar IAvH-Am 10696, 21,7 °C y una humedad relativa del 74 %.; C) Oscilograma (arriba) y espectrograma (abajo) de *Hyalinobatrachium esmeralda* (IAvH-Am 10696 21,7 °C y una humedad relativa del 74 %.; D) *Rulyrana flavopunctata*, macho adulto IAvH-Am 10685, LRC = 23,4 mm.

de color, que involucran desde especímenes con patrones dorsales con puntos dispersos hasta densamente punteados.

Familia Craugastoridae

Pristimantis carranguerorum (Lynch, 1994)

Registrada en los bosques prístinos de niebla y a su vez en la localidad estudiada de mayor altitud en el municipio que corresponde a la quebrada Agua Blanca (Anexo 1, Figura 5D). Estos bosques se caracterizan

por un dosel entre 7-10 m de altura con un sustrato constituido por una capa de hojarasca hasta de 0,5 m de profundidad y que se asocian con áreas rocosas y pendientes de hasta 30°. El sotobosque está constituido por plantas epifitas y gran cantidad de aráceas. Se evidencia que la asociación de *P. carranguerorum* con estos microhábitats es muy cerrada y sensible a los cambios del sotobosque, ya que en el muestreo en bosques aledaños con intervenciones por entresaca, no se registraron ejemplares en su interior.

Pristimantis carranguerorum en el día permanece oculta entre la hojarasca y en la noche es activa en la vegetación arbustiva ubicándose sobre el haz de las hojas por debajo de los 0,5 m; siendo activas durante la estación lluviosa, donde los machos se sitúan dispersos registrándose hasta tres machos en un área aproximada de 50 m. Los machos adultos ICN-ARA 6521, (LRC=25,5 mm) e ICN-ARA 6523, (LRC= 26,4 mm) (Figura 9F) fueron registrados vocalizando sobre las hojas de helechos. De igual modo, una hembra adulta fue capturada en el día oculta bajo la hojarasca (ICN-ARA 6519).

Pristimantis frater (Werner, 1899)

Considerada una de los anuros más raros en las localidades evaluadas en el municipio de Yopal, siendo reportada durante la estación seca en el mes de febrero (Figura 2). De actividad nocturna, fue colectada al interior de la quebrada El Infierno (Figura 4A), sobre la vegetación arbustiva. Incluye una serie de tres hembras adultas (IAvH-Am 10801-3, LRC=17,1-20,6 mm) y un macho adulto (IAvH-Am 11951, LRC=17,1 mm). Otros especímenes fueron registrados en la estación lluviosa, en áreas ecotonales de pastizal abierto asociados a la cobertura protectora de cauce en el sector del bosque del Secreto II, siendo activos después de lluvias fuertes. Incluyen una hembra adulta (IAvH-Am 10804, LRC=19,4 mm) y un macho adulto (IAvH-Am 10805, LRC=18,2 mm), activo vocalizando a las 18:56 horas en arbustos asociados a pastizal, a una temperatura de 23,8 °C y una humedad relativa de 46 %.

Pristimantis medemi (Lynch, 1994)

Esta especie es considerada muy abundante en las áreas del piedemonte andino-orinocense, las poblaciones estudiadas en el municipio de Yopal incluyen machos adultos LRC=27,4-33,8 mm (n=14), junto con varias hembras adultas LRC=34,5-44,0 mm (n = 8).

Con una alta resiliencia y una dinámica espacio-temporal muy bien definida, la especie ha sido observada durante la estación seca en áreas muy húmedas, asociadas al sotobosque de coberturas

protectora de cauce de las quebradas de montaña, al igual que en las coberturas arbustivas asociada al sotobosque en zonas altamente conservadas y sin cuerpos de agua evidentes.

Esta relación con los microhábitats se mantiene durante la transición de verano-invierno, donde se registraron al interior de la microcuenca de la quebrada El infierno (Figura 4B) varios machos adultos sobre los arbustos (incluyen IAvH-Am 11954-57, IAvH-Am 11959), junto con un ejemplar juvenil (IAvH-Am 11958).

En contraste, durante la estación lluviosa ocupa zonas intervenidas como ambientes ecotonales y pastizales cercanos a franjas de bosque en áreas protectoras de cauce y en arbustos bajos asociados a potreros arbolados. Machos activos vocalizando como se registró en pastizales de las áreas aledañas a la quebrada Aguazula (Figura 4C), incluyen ocho especímenes (IAvH-Am 11960, IAvH-Am 11962-3, IAvH-Am 11965, IAvH-Am 11970-73), junto con cuatro hembras adultas (IAvH-Am 11961 IAvH-Am 11966, IAvH-Am 11968-9) y una serie de ejemplares juveniles (IAvH-Am 11964 ,IAvH-Am 11967, IAvH-Am 11981). De manera semejante, en el bosque de Peña Aracal (Figura 6A), durante el mes de septiembre (Figura 2), cuatro hembras adultas (IAvH-Am 11975, IAvH-Am 11977, IAvH-Am 1979-80), un juvenil (IAvH-Am 11974) y dos machos adultos (IAvH-Am 11976, IAvH-Am 11981) fueron registrados. Por otra parte, en el mes de junio un macho adulto (IAvH-Am 11952), fue registrado vocalizando en el tallo de un árbol de mediano porte en un área potrerizada (Figura 11 A).

Pristimantis savagei (Pyburn y Lynch, 1981)

Esta especie puede reconocerse por su pliegue dérmico dorsolateral corto, rostro subacuminado y dos puntos negros en la región escapular. Sus abundancias relativas varían a lo largo del gradiente altitudinal, siendo más abundante por encima de los 700 metros de altitud. No obstante, suele registrarse en las matrices de bosque y en las coberturas protectoras de cauce.



Figura 11. A) *Pristimantis frater* macho adulto IAvH-Am 10805; B) *Pistimantis medemi*, macho adulto IAvH-Am 11952; C) *Pristimantis savagei*, macho adulto IAvH-Am 10795; D) *Pristimantis* sp.1, IAvH-Am 10767 (LRC = 12,2 mm).

Se registraron machos adultos LRC = 22,3-24,3 mm, ($n=4$) y una hembra adulta LRC = 28,0 mm, ($n=1$). Durante la estación seca (febrero, figura 2), un ejemplar juvenil (IAvH-Am 10782), fue colectado activo sobre las rocas al interior de la quebrada El Infierno (Figura 4B); de otro lado, especímenes registrados en la época de transición lluvioso-seco (septiembre, figura 2), fueron hallados en los arbustales al interior del sotobosque (Figura 6C), que incluyen una serie juveniles (IAvH-Am 10783-90, IAvH-Am 10792), junto con una hembra adulta (IAvH-Am 10791); sus

microhábitats también incluyen zonas ecotonales de sotobosque-pastizal donde se registran ejemplares juveniles (IAvH-Am 10793-4).

Se debe agregar que al inicio de la estación lluviosa, los adultos son conspicuos y activos después de lluvias fuertes, observados al interior del sotobosque sobre la vegetación arbustiva entre los 0,50 hasta 1,50 m. entre los que se registraron: dos machos adultos (IAvH-Am 10795) vocalizando sobre troncos de árboles (Figura 11 C) sintópico con IAvH-Am 10796

que se hallaba vocalizando perpendicular, posado en la horqueta de un árbol pequeño; de igual modo otros machos fueron hallados e incluye los ejemplares IAvH-Am 10797-800.

Pristimantis sp.1

Registrada por primera vez en los bosques del municipio de Chámeza (Acosta y Ramírez en preparación). Para el municipio de Yopal, esta entidad biológica fue hallada en las áreas ecotonales de los bosques relictuales de la finca La Montañita (Figura 6B), donde se colectaron tres ejemplares juveniles (IAvH-Am 10767, Figura 11D), (IAvH-Am 10768-9), siendo activos sobre la vegetación baja del sotobosque.

Familia Hylidae

Dendropsophus mathiassoni (Cochran y Goin, 1970)

Propia de los ecosistemas de sabana de la cuenca del Orinoco; no obstante, en los ambientes piemontanos del municipio de Yopal ocupa las áreas deforestadas para actividades agrícolas y ganaderas. Es una especie estacional y conspicua durante la estación de lluvias, se asocia con ambientes acuáticos de carácter lento que incluye reservorios de agua, charcas permanentes, pastizales inundados y lagunas. La serie de ejemplares obtenidos proviene de áreas de pastizales localizados en el sector de la microcuenca de la quebrada Aguazula (Figura 4C), incluye cuatro machos (IAvH-Am 10704-7, LRC = 19,8-22,3 mm, n=4), todos registrados vocalizando (Figura 12A) y una hembra adulta (IAvH-Am 10708, LRC = 23,6 mm), provenientes de una laguna estacional en áreas ecotonales de rastrojos altos.

Dendropsophus minutus (Peters, 1872)

La serie estudiada incluye: machos adultos LRC = 21,2-25,5 mm (n = 12) junto con hembras adultas LRC = 24,9-27,9 mm (n = 7). Esta especie es fácilmente confundible con *Dendropsophus stingi*, que se localiza en las áreas más altas y mejor conservadas

del municipio; el rasgo diagnóstico que permite su rápida diferenciación se basa en que la región gular de *Dendropsophus minutus* es pobemente pigmentada (*sensu* Kaplan 1994). En las montañas del municipio de Yopal, *D. minutus* ha sido registrada en las estribaciones del piedemonte en el municipio, ocupando zonas intervenidas por debajo de los 1000 metros de altitud y fue registrada únicamente durante la estación lluviosa. Varios machos fueron localizados vocalizando en ambientes ecotonales de rastrojo alto, áreas potrerizadas y sobre canales de desagüe (El Morro) (macho adulto IAvH-Am 10827). Otra serie conformada por siete hembras adultas proveniente de una laguna estacional (IAvH-Am 10828, IAvH-Am 10833, IAvH-Am 10835-6, IAvH-Am 10840, IAvH-Am 10842, IAvH-Am 10844) y seis machos adultos con saco gular visible (IAvH-Am 10829-32, IAvH-Am 10834, IAvH-Am 10837-9, IAvH-Am 10841, IAvH-Am 10843, IAvH-Am 10845-6), fueron registrados vocalizando sobre la vegetación arbustiva circundante y vegetación emergente (inundada) al borde de una pequeña laguna de 1 metro de profundidad. Esta especie posee un comportamiento antidepredatorio que consiste en descolgarse de la vegetación arbustiva y sumergirse en el cuerpo de agua.

Dendropsophus stingi Kaplan, 1994

Asociada a los cuerpos de agua loticos y permanentes (Figura 6 D), fue hallada en las localidades de mayor altitud y mejor conservadas en el municipio, las cuales corresponden a los bosques de niebla arriba de los 1700 m s.n.m. en las cabeceras de la microcuenca de la quebrada Jaramá (Figura 6 C y D). La serie colectada incluye nueve machos adultos (LRC = 22,9-26,0 mm) obtenidos al final de la estación de lluvias en el mes de septiembre (Figura 2), todos con el saco vocal visible (IAvH-Am 10817-9, IAvH-Am 10821-2, IAvH-Am 10823-6) (Figura 12C). Se debe agregar que además de esta serie se obtuvo un ejemplar postmetamórfico (IAvH-Am 10820), LRC=11,6 mm y un lote de renacuajos (IAvH-Am 10807) entre los estadios 25 a 38 (Gosner 1960).

Hyloscirtus phyllognathus (Melin, 1941)

Corresponde al primer registro de la especie en el departamento y consiste en una hembra subadulta (IAvH-Am 10684, LRC=28,9 mm, Figura 12D), colectada durante la estación de lluvias el 13 de mayo de 2013; siendo localizada en las áreas más conservadas de la parte más alta del municipio (sobre los 1018 m s.n.m), al interior del bosque prístino (sotobosque) cerca del nacimiento de la quebrada Agua Blanca (Figura 5D); fue registrada perchando sobre arbustos a las 18:58 horas. El micro hábitat consiste en áreas con capas de hojarasca de hasta 0,20 m de profundidad y epífitas terrestres asociadas. El sitio de colecta estaba a unos 50 metros del cuerpo de agua de uno de los aferentes de la quebrada Seca en la vereda Marroquí.

Boana xerophylla (Duméril & Bibron, 1841)

Es una de las especies de anfibios con distribuciones más generalistas en las tierras bajas en Colombia, con excepción de los bosques altamente conservados de la Amazonia y Pacífico. Estudios filogenéticos recientes (Orrico *et al.* 2017) restringen a *Boana crepitans* (Wied-Neuwied, 1824) para Brasil. Los machos adultos estudiados miden LRC = 52,5-58,7 mm (n = 7) y hembras adultas LRC = 62,8-66,4 mm (n = 2). Se distribuye en áreas intervenidas circundantes a las coberturas de bosque natural, pero es más común reportarlas en las áreas con perturbación antropogénica que incluye áreas urbanas. Todos los ejemplares adultos obtenidos durante los diferentes muestreos se relacionaron con áreas abiertas con diversos grados de perturbación y fueron particularmente conspicuos en algunas de las localidades estudiadas durante la estación lluviosa, mientras que los juveniles se localizaron en áreas de cobertura protectora de cauce.

Al inicio de la estación lluviosa (abril), varios ejemplares fueron localizados en áreas abiertas asociados a sistemas lagunares, entre estos se incluye una hembra adulta (IAvH-Am 10733), colectada oculta en arbustos en la base de un árbol en áreas de rastrojo alto (Figura 6C). Por otro lado, cuatro machos adultos (IAvH-Am 10735-8, IAvH-Am 10740) fueron

hallados vocalizando ocultos en los arbustos sobre los 0,2-0,5 m de altura al sustrato en micro hábitats de charcas formadas por escorrentía, mientras que un ejemplar juvenil (IAvH-Am 10734, LRC=44,24 mm), fue hallado al interior en la vegetación arbustiva de una poceta, en el nacimiento de la quebrada Aguazula (Figura 4C).

Durante la estación lluviosa (junio, figura 2), un macho adulto (IAvH-Am 10726), fue registrado vocalizando en charcas estacionales en el casco urbano del corregimiento El Morro (Figura 5A) a las 19:40 horas, con una temperatura ambiental de 23 °C y una humedad relativa de 83 %; otros especímenes se registraron vocalizando y activos en áreas potreras circundantes a la cobertura protectora de cauce de la quebrada Agua Blanca (Figura 5D), en el cual dos machos adultos (IAvH-Am 10730-1), fueron registrados en sustrato fangoso.

En las prospecciones desarrolladas durante la disminución de la época de lluvias (septiembre, figura 2), se registró una hembra grávida (IAvH-Am 10732) en arbustales asociados con áreas potreras al borde de la carretera (Figura 6A). Finalmente, se identificó que los estadios juveniles y jóvenes son conspicuos al final de la estación seca durante el mes de febrero, donde varios ejemplares juveniles (IAvH-Am 10727, LRC=40,3 mm; IAvH-Am 10728, LRC=45,7 mm), así como una hembra joven (IAvH-Am 10729, LRC = 53,0 mm), se localizaron ocultos entre los arbustos en el sotobosque y en la hojarasca al borde de las quebradas El Infierno y NN en la vereda Rincón del Soldado (Figuras 4 A y D).

Boana lanciformis (Cope, 1870)

En las diferentes localidades estudiadas del municipio de Yopal, fue registrada con base en 16 observaciones entre las 18:11-22:23 horas, a temperaturas ambientales entre 22,6-23,2 °C y una humedad relativa entre 57-86 %. Los machos adultos estudiados midieron LRC = 60,6-71,8 mm (n = 3) y una hembra adulta LRC = 57,8 mm. Esta especie fue registrada en tres de las localidades estudiadas y presenta una preferencia de hábitat relacionada con

ambientes de alta humedad, por lo que su registro está condicionado a la época del año. De hábitos arborícolas fue registrada principalmente sobre la vegetación arbustiva.

Al finalizar la estación seca (entre enero-febrero, figura 2), varios ejemplares juveniles (IAvH-Am 10697, LRC=33,0 mm), e IAvH-Am 10698, LRC = 24,6 mm, fueron registrados en la quebrada El Infierno (Figura 4A), entre los 1,5-2 m de altura, siendo activos en los arbustos del sotobosque protector de cauce.

Durante la estación de lluvias (mayo, figura 2), en esta misma localidad se observaron varias parejas amplexantes (Figura 12F), en pocetas y remansos de curso lento al interior de la quebrada El Infierno junto con varios machos satélite (IAvH-am 11703-4), ocultos en la vegetación circundante y vocalizando, o en pastizales circundantes. Estos microhabitats fueron registrados de la misma forma en la quebrada Aguazula donde se hallaron de forma aislada una hembra (IAvH-Am 10699), junto con un macho (IAvH-Am 10682). La vocalización de esta especie fue registrada a las 18:50 horas a una temperatura de 20,7 °C y un 80 % de humedad relativa (IAvH-Am 10683). Corresponde a un macho oculto en la vegetación arbustiva al borde de áreas de escorrentía cercanas a un nacadero de agua o después de lluvias copiosas (observado en IAvH-Am 10700), otro macho adulto fue registrado a una temperatura ambiental de 22 °C y una humedad relativa de 87 % sobre arbustos en una charca estacional al interior del casco urbano del corregimiento El Morro (Figura 5A).

***Boana punctata* (Schneider, 1799)**

Propia de la vegetación arbustiva circundante a los ambientes acuáticos temporales como charcas, pocetas cercanas en quebradas de curso lento o sistemas lagunares con vegetación emergente; es una especie de tamaño pequeño, los machos adultos estudiados miden 32,3-34,3 mm de LRC ($n = 3$). Es activa y más conspicua durante la estación de lluvias en los meses de abril-junio, donde un macho adulto (IAvH-Am 10709, Figura 13A) fue registrado vocalizando oculto a 20 cm de la superficie del

agua, perchando en un pastizal inundado del casco urbano en el corregimiento El Morro (Figura 5A). Otros ejemplares adicionales (IAvH-Am 10710-11) se hallaron vocalizando en arbustos a la orilla a la quebrada y sobre pocetas, en el cauce de curso lento de la quebrada El Infierno (Figura 4A).

***Osteocephalus carri* (Cochran y Goin, 1970)**

De hábitos nocturnos, es una especie considerada rara y exclusiva de las microcuencas; fue registrada entre febrero-abril, meses que se sitúan al final de la estación seca e inicios de la lluviosa. Los registros están representados por siete especímenes entre juveniles y adultos, hallados en las rocas al interior del cauce de quebradas resguardadas por cobertura vegetal protectora de cauce (Figura 4A). Al finalizar la estación seca una hembra adulta (IAvH-Am 10693, LRC=59,2 mm, Figura 13C) fue registrada durante la noche, estaba parcialmente sumergida en el agua, adherida a la base de una roca de gran porte, en una poceta de la quebrada El Infierno (Figura 4B, IAvH-Am 10749). Además se registraron dos juveniles (IAvH-Am 10691, LRC=47,0 mm) sobre la vegetación arbustiva, a 2 metros del agua, junto con IAvH-Am 10692 (LRC=38,2 mm) a 1,5 m sobre el haz de una arácea.

Así mismo, en estos hábitats el registro de los estados larvales sugiere su posible actividad reproductiva hacia la transición de la estación lluviosa-seca (diciembre), donde un lote de ejemplares IAvH-Am 10681 (estadios 30 al 41 *sensu* Gosner 1960, $n=50$, Figura 13B), fueron registrados en pocetas de quebradas rocosas y de sustrato arenoso (Figura 4B). Es de resaltar que los ejemplares fueron observados activos durante las 24 horas, pero su mayor actividad y abundancias relativas se presentaron durante el día. En cuanto a los estados postmetamórficos, varios individuos fueron registrados ocultos en el día sobre el haz de los arbustales circundantes del cauce de la quebrada (esto incluye el espécimen IAvH-Am 10750, LRC=17,3 mm).

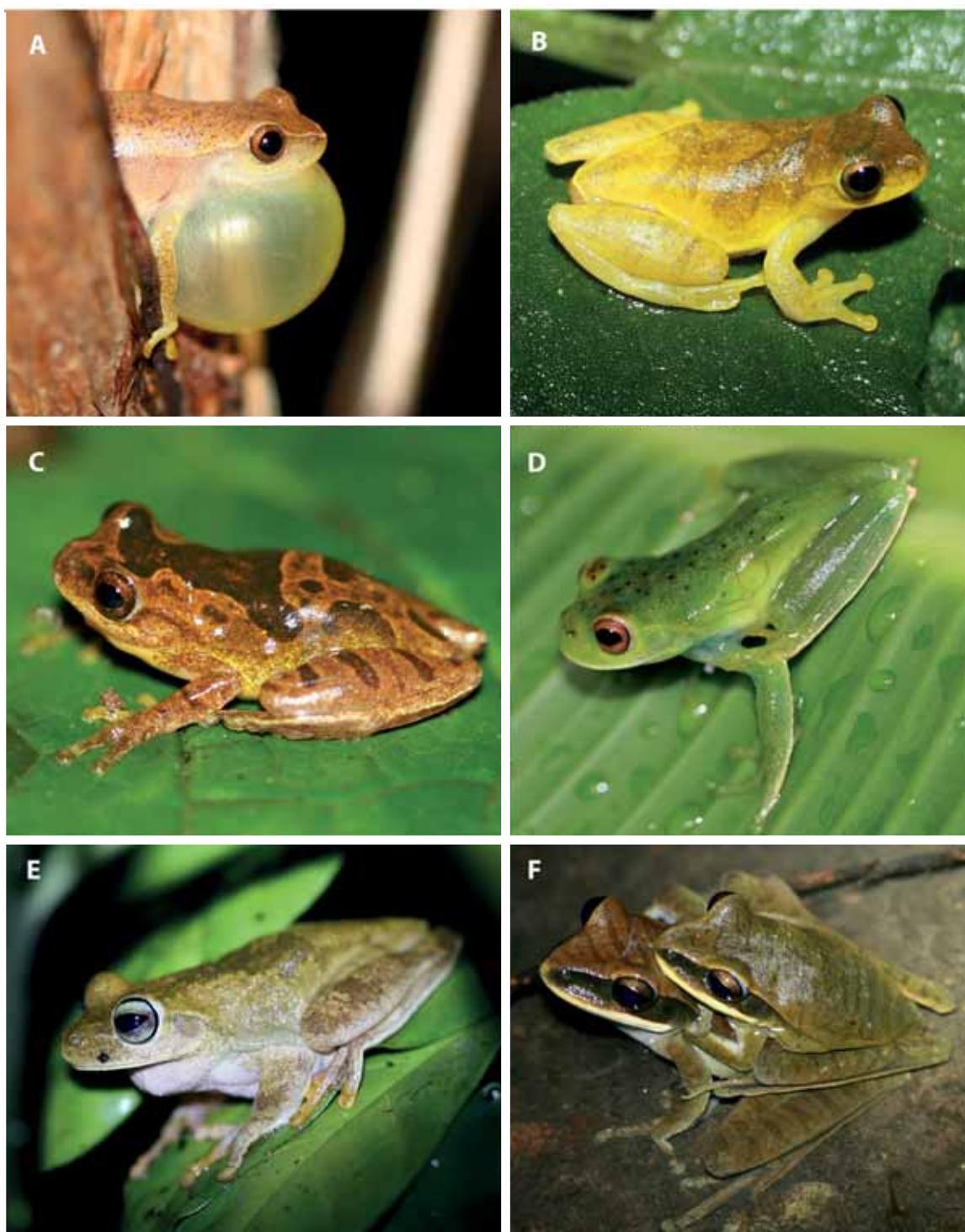


Figura 12. A) *Dendropsophus mathiassoni*, macho adulto IAvH-Am 10704 LRC=19,8 mm; B) *Dendropsophus minutus*, macho adulto IAvH-Am 10827; C) *Dendropsophus stigi* IAvH-Am 10826, LRC=24,6 mm macho adulto. D) *Hyloscirtus phyllognathus*, hembra adulta IAvH-Am 10684, LRC=28,9 mm. E) *Boana xerophylla*, macho adulto vocalizando IAvH-Am 10735, F) *Boana lanciformis*, amplexantes (quebrada El Infierno).

***Trachycephalus typhonius* (Linnaeus, 1758)**

Considerada una especie de amplia distribución en las sabanas naturales de los Llanos Orientales y en general en las tierras bajas de las regiones Caribe y Valle del Magdalena. En las montañas del municipio de Yopal ocupa áreas antropogénicas que incluyen lagunas temporales en áreas potrerizadas. Un macho adulto (IAvH-Am 10703, LRC = 73,7 mm, Figura 13 E) fue registrado vocalizando oculto en la vegetación arbustiva a las 22:29 horas, a una temperatura de 21,4 °C y una humedad relativa del 71 %.

Familia Leptodactylidae***Leptodactylus colombiensis* Heyer, 1994**

Es una de las especies más comunes y abundantes en las montañas de Yopal; los ejemplares revisados incluyen una serie de machos adultos (LRC= 39,1-43,6 mm, n= 2), junto con varias hembras adultas (LRC=49,1-53,6 mm, n=7).

El registro de esta especie durante la estación seca (febrero, figura 2) la sitúa al interior de cuerpos de agua lóticos, que incluyen las pocetas al interior de quebradas y nacederos con escorrentía. Una hembra adulta (IAvH-Am 10718, Figura 13F) fue hallada al interior de las pocetas de agua de la quebrada NN (Figura 4D) y en su contenido estomacal se encontró un ejemplar de *Pristimantis medemi*. Así mismo, varias hembras adultas (que incluyen IAvH-Am 10719-22), fueron colectadas en el borde y pocetas de curso lento de la quebrada El Infierno (Figura 4A), junto con IAvH-Am 10723-25 en el nacimiento de la quebrada Aguazula (Figura 4C).

Durante la estación lluviosa (entre los meses de abril-junio, figura 2) la especie amplía su distribución local a otras coberturas vegetales fuera de las microcuencas, incluyendo cuerpos de agua léticos que son conformados por reservorios de agua, estanques, lagunas de pequeño porte en áreas perturbadas, usualmente asociadas a pastizal y arbustales. Estos registros incluyen un macho adulto con espinas nupciales (IAvH-Am 10717) colectado en charcas temporales del casco urbano del corregimiento El Morro (Figura 5A) y una hembra grávida (IAvH-Am

10722). Así mismo, el hallazgo de un alto número de larvas (IAvH-Am 10806), señala que su reproducción es explosiva durante las lluvias, hallándose en las pocetas de la quebrada El Infierno (Figura 4B) o en pequeñas lagunas temporales en áreas de pastizal abierto.

***Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799)**

Contrario a lo que se observa en los ambientes de planicie, las abundancias relativas y distribución de esta especie en los ambientes montañosos son limitados y están ligados únicamente a áreas intervenidas durante la estación de lluvias. Un macho adulto (IAvH-Am 10712, LRC= 42,3 mm) fue registrado vocalizando oculto en suelo y cubierto por vegetación arbustiva circundante a una laguna y otro ejemplar juvenil (IAvH-Am 10714, LRC= 27.4 mm) fue hallado en pastizales inundados en el casco urbano del corregimiento El Morro (Figura 5A). Por otra parte, tres hembras grávidas (IAvH-Am 10715-16, IAvH-Am 10722; LRC= 43,3-47,9 mm,), fueron registradas en áreas potrerizadas circundantes a los bosques nativos de la quebrada Agua Blanca (Figura 5C) sobre los 1000 m s.n.m.

***Lithodytes lineatus* (Schneider, 1799)**

Puede considerarse una especie rara en los ambientes de montaña y ha sido registrada en diversos ambientes que incluyen pastizales con escorrentía en áreas potrerizadas y áreas ecotónicas a un bosque protector de cauce, siendo activa durante la estación de lluvias. Una hembra adulta (IAvH-Am 10694, LRC= 49,4 mm) se constituye en el mayor registro altitudinal en Colombia (1026 m s.n.m.) y fue hallada a las 22:41 horas a una temperatura de 27,1 °C y una humedad relativa de 74%. Así mismo, un macho adulto (IAvH-Am 10695, LRC= 44,6 mm, Figura 14B) fue registrado vocalizando oculto en un hormiguero al borde de la quebrada Aguazula (Figura 5C) a las 20:21 horas a una temperatura de 22,6 °C y una humedad relativa de 51%; de manera semejante, un ejemplar juvenil (IAvH-Am 11173) fue registrado en el bosque protector de cauce asociado con áreas abiertas en la misma localidad (Figura 5B).

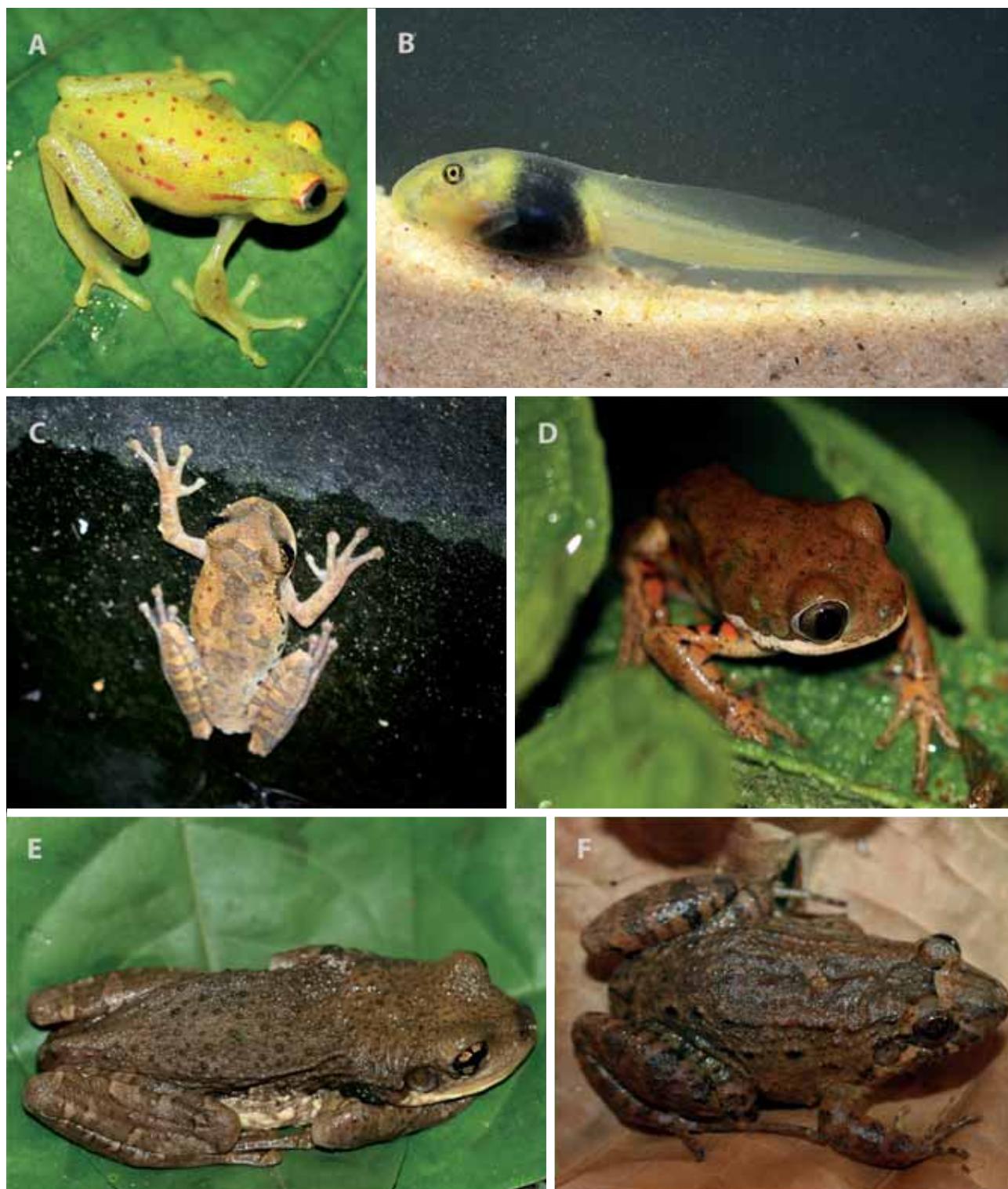


Figura 13. A) *Boana punctata*, macho adulto IAvH-Am 10709, LRC=34 mm.; B) *Osteocephalus carri*, renacuajos IAvH-Am 10749; C) *Osteocephalus carri*, hembra adulta IAvH-Am 10693, LRC=59,2 mm.; D) *Pithecopus hypochondrialis*, hembra adulta IAvH-Am 10693, LRC=59,23 mm. E) *Trachycephalus typhonius*, macho adulto IAvH-Am 10703, LRC=73,3 mm. F) *Leptodactylus colombiensis*, hembra adulta IAvH-Am 10718, LRC=50,0 mm.

***Physalaemus fischeri* (Boulenger, 1890)**

Conocida ampliamente de los ambientes de planicie como sapo vaquero (debido a su vocalización) o monjita (por su coloración), es propia de los ambientes de planicie en los llanos orientales de Colombia y Venezuela. En las estribaciones andinas en el municipio de Yopal esta especie es registrada en áreas intervenidas que incluye el casco urbano del corregimiento El Morro (Figura 5 A), en el cual, un macho adulto (IAvH-Am 10702 con LRC=30,5 mm) se registró vocalizando en un pastizal inundado (Figura 14C).

Familia Phyllomedusidae***Pithecopus hypochondrialis* (Daudin, 1802 “1803”)**

Recientes cambios nomenclaturales son propuestos por Duellman *et al.* (2016) donde se extracta del género *Phyllomedusa*. Con un amplio rango distribucional cisandino, ocupa desde las planicies llaneras hasta la amazonía, junto con las estribaciones andinas asociadas a estas regiones.

Ésta especie es de carácter estacional y es particularmente activa durante la estación lluviosa, asociándose a los cuerpos de agua efímeros rodeados de vegetación arbustiva que son su micro hábitat principal. Un macho adulto (IAvH-Am 10675, LRC = 36,8 mm) fue hallado vocalizando al interior de arbustos, sobre 1,5 metros de altura sobre una charca estacional en el casco urbano de El Morro (Figura 5A), a las 20:13 horas a una temperatura de 23°C y una humedad relativa del 85 %. Así mismo, un espécimen postmetamórfico fue observado sobre 0,50 metros en charcas estacionales después de lluvias fuertes. Por otra parte, otros ejemplares fueron hallados en pequeñas lagunas formadas por escorrentía provenientes de nacimientos de agua, donde dos machos adultos IAvH-Am 10676 (LRC= 37,1 mm) junto con IAvH-Am 10677 (LRC= 35,4 mm) fueron registrados vocalizando ocultos en los arbustos. De igual modo, una hembra adulta fue hallada consumiendo termitas (IAvH-Am 10678, LRC= 44,2 mm) entre las 18:50-20:54 horas. Una de las características morfológicas externas de esta especie es su marcada coloración

verde limón en todas las superficies dorsales, parte de los ejemplares colectados y registrados fueron de color naranja pálido (Figura 13D).

Familia Ranidae***Lithobates palmipes* (Spix, 1824)**

La historia natural de esta especie está asociada a las quebradas de curso lento, generalmente cubiertas por vegetación protectora de cauce. Se registró un macho adulto (IAvH-Am 10739, LRC=86,1 mm, Figura 14D) activo al borde de una poceta y proveniente de la quebrada La Morreña, en los alrededores del corregimiento el Morro, a las 20:47 horas a una temperatura ambiental de 23 °C y una humedad relativa del 90 %. Registros previos de esta especie son reportados para la quebrada El Pozuelo, en la vía Yopal - El Morro, ICN-MHN 41220 (Acosta-Galvis 1999), en localidades asociadas a las montañas de Yopal.

Discusión

Existen variadas limitaciones en el desarrollo de caracterizaciones de la diversidad de anfibios en las diversas escalas (local o regional) geográficas. Entre las variables que podemos resaltar, se encuentran la marcada estacionalidad reproductiva de los anfibios, la disponibilidad o las limitaciones de estudio en los hábitats, así como las técnicas de inventario implementadas, entre otros factores. Desde este punto de vista, encontramos que la publicación en la literatura científica de faunas locales está sujeta en muchos de los casos, a registros obtenidos en un único evento de colecta o registros fortuitos o aislados. De manera previa para el municipio de Yopal, son reportadas 14 especies y una curva teórica de acumulación de especies esperadas a nivel departamental para el piedemonte entre 18-20 especies y entre 29-31 especies en las áreas de planicie (Pedroza-Banda *et al.* 2014). Si se tiene en cuenta, la heterogeneidad de los ambientes (bosques de niebla, selvas higrofíticas del piedemonte y ambientes transicionales de sabana) presentes en el área de Yopal, sumado a la conjunción entre los gradientes de altitud, las coberturas vegetales junto con el desarrollo de eventos de colecta en



Figura 14. A) *Leptodactylus fuscus*, hembra adulta IAvH-Am 10715, LRC=46,4 mm.; B) *Lithodytes lineatus*, macho adulto IAvH-Am 10695, LRC=44,6 mm.; C) *Physalaemus fischeri*, macho adulto IAvH-Am 10702, LRC=30,5 mm.; D) *Lithobates palmipes*, macho adulto IAvH-Am 10739.

diversas épocas del año, pone a prueba los resultados preliminares atrás expuestos.

Los resultados aquí obtenidos son limitados únicamente a las áreas montañosas del municipio, pero incluyen una serie sistematizada de eventos de colecta espacio-temporal que al consolidarlos rechazan los valores de diversidad previamente propuestos; dado que los resultados obtenidos reportan para esta subregión 26 especies que corresponde a casi el doble de la riqueza reportada en la literatura. Por otra parte, el análisis de los resultados obtenidos de los

diversos eventos de colecta en las áreas montañosas del municipio de Yopal proyecta una curva teórica de acumulación de especies esperadas entre 29-35 especies (Figura 15), que es muy superior a los valores propuestos en aportes preliminares, inclusive a lo propuesto en las áreas de planicie.

La evaluación de cada uno de los eventos de colecta individuales realizados en este estudio en el área montañosa de Yopal, resaltan la variación de la riqueza individual en cada localidad muestreada, varían entre 7 - 17 especies (Tabla 1).

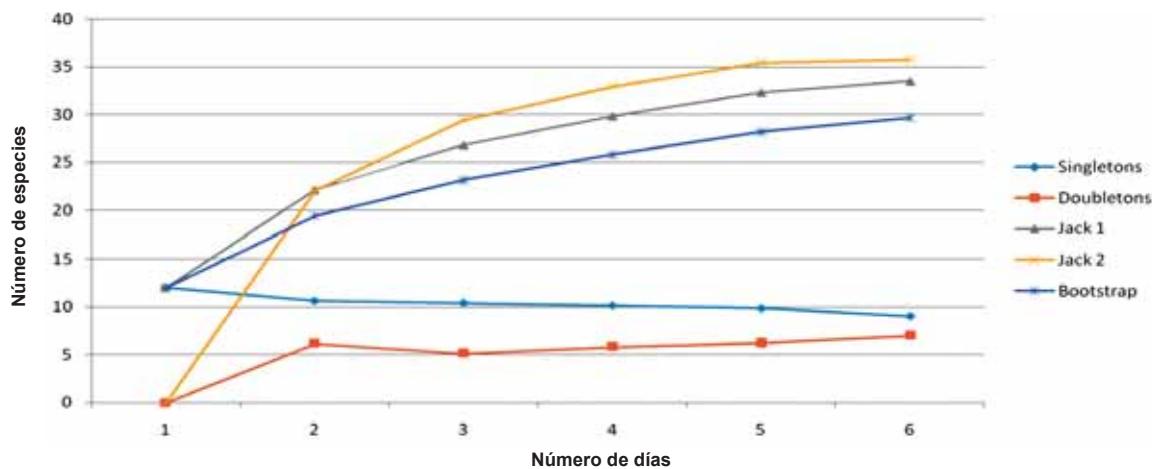


Figura 15. Curva de acumulación de especies de la fauna de anfibios basada en el análisis de los registros obtenidos en las cinco localidades estudiadas en las áreas montañosas en el municipio de Yopal.

La aproximación al ensamblaje de especies aquí descrita acorde a la serie de muestreos de carácter regional realizados por más de cuatro años, orienta que a nivel político-administrativo (Municipio de Yopal), los datos presentados aún son preliminares; si se toma en cuenta que no se incluyen las especies propias de ambientes de sabana que involucran otras especies adicionales aquí no reportadas como: *Engystomops pustulosus*, *Leptodactylus insularum*, *Leptodactylus macrosternum*(= *L. latrans*), *Leptodactylus mystaceus* *Scinax kennedyi*, *Scinax wandaeanus*, *Pseudis paradoxa*, *Pseudopaludicola boliviensis*, *Pseudopaludicola llanera* junto con *Elachistocleis ovalis*.

En adición a la evidencia aquí obtenida, la información científica regional disponible (Lynch 2006, Acosta-Galvis y Alfaro-Bejarano 2011, Angarita-Sierra *et al.* 2013, Angarita-Sierra 2014, Pedroza-Banda *et al.* 2014) y eventos de colecta desarrollados en una escala espacio-temporal en otras localidades aledañas en las zonas del piedemonte en el departamento, indican la existencia de especies adicionales que no están registradas en el municipio, entre otras *Adenomera hylaedactyla*, *Allobates cepedai*, *Boana boans* y *Boana geographicus*. Es así que la futura evaluación de localidades propias del entorno sabanero junto con otras localidades del piedemonte y andinas en la región, podrán arrojar adiciones importantes y estables sobre el estado del conocimiento sobre la fauna Amphibia.

Agradecimientos

El desarrollo de esta contribución fue desarrollado en su fase final en el marco del POA 2015-2016 de la línea Colecciones Biológicas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Villa de Leyva, Boyacá). Así mismo, esta contribución fue posible a la iniciativa de la Asociación de Becarios de Casanare (ABC). Gran parte de los muestreos se desarrollaron mediante la prospección de los anfibios y reptiles en el marco de la identificación de áreas de Conservación por pérdida de Biodiversidad financiados por la compañía *Equion Energy unlimited* en convenio con la Asociación de Becarios de Casanare (ABC). Igualmente hago extensivo mi agradecimiento especial a Beatriz Ramírez y Andrea Barrera de la Asociación de Becarios de Casanare (ABC), quienes planificaron y permitieron el desarrollo de esta serie de estudios espacio-temporales. De forma adicional, el autor desea expresar su gratitud a los habitantes y propietarios de las veredas Rincón del Soldado y El Morro en el municipio de Yopal y en especial José Laverde quién apoyó el proceso de inventarios en la vereda Rincón del Soldado. Finalmente, a los evaluadores anónimos quienes con sus valiosos comentarios permitieron mejorar y consolidar este manuscrito.

Bibliografía

- Acosta-Galvis, A. R. 1999. Distribución, variación y estatus taxonómico de las poblaciones del complejo *Rana palmipes* (Amphibia:Anura:Ranidae) en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento Especial): 215-224.
- Acosta-Galvis, A. R., J. C. Señaris, F. Rojas-Runjaic y D. R. Riaño-Pinzón. 2010. Anfibios y reptiles. Pp. 258-289. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle, and Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Acosta-Galvis, A. R. y J. P. Alfaro-Bejarano. 2011. Anfibios del Casanare. Pp. 134-147. En: Usma, J. S., F. Trujillo y L.T. Ayala. Gobernación de Casanare-WWF. Bogotá D.C., Colombia.
- Angarita-Sierra, T. 2014. Diagnosis del estado de conservación del ensamble de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 38 (146): 53-78.
- Angarita- Sierra T., J. Ospina-Sarria, M. Anganoy-Criollo, R. Pedroza-Banda, J. D. Lynch. 2013. Guía de campo de los anfibios y reptiles del departamento de Casanare (Colombia). Serie Biodiversidad para la Sociedad No. 2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquia. Yoluka ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Bogotá-Arauca. 117 pp.
- Angulo, A. 2006. Fundamentos de bioacústica y aspectos prácticos de grabaciones y análisis de cantos. Pp. 89-128. En: Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. La Marca (Eds.). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina (Vol. 1). Conservación Internacional. Bogotá D.C., Colombia.
- Brito, M., R. Batallas y D. Velalcázar. 2014. Nueva especie de rana terrestre del género *Pristimantis* (Amphibia: Craugastoridae), meseta de la cordillera del Cónedor. *Papéis Avulsos de Zoológia* 54: 435-466.
- Cochran, D. M. y C. J. Goin. 1970. Frogs of Colombia. Smithsonian Institution Press, USA. 655 pp.
- Crocroft, R. B. y M. J. Ryan. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour* 49: 283-303.
- Dos Santos, S. P., R. Ibanez y S. R. Ron. 2015. Systematics of the *Rhinella margaritifera* complex (Anura, Bufonidae) from western Ecuador and Panama with insights in the biogeography of *Rhinella alata*. *ZooKeys* (501): 109-145.
- Díaz, L. M. y A. Cádiz. 2006. Guía descriptiva para la identificación de las llamadas de anuncio de las ranas cubanas del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae). *Herpetotropicos* 3 (2): 100-122.
- Dubois, A. 2017. The nomenclatural status of *Hysaplesia*, *Hylaplesia*, *Dendrobates* and related nomina (Amphibia, Anura), with general comments on zoological nomenclature and its governance, as well as on taxonomic databases and websites. *Bionomina* 11: 1-48.
- Duellman, W. E. 1971. A Taxonomic review of the Southamerican Hylid frogs genus *Phrynohyas*. *Occasional Papers of the Museum of Natural History The University of Kansas* 1-121.
- Duellman, W. E. y R. A. Pyles. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia* 1983 (3): 639-649.
- Duellman, W. E., A. B. Marion y S. B. Hedges. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa* 4104 (1): 1-109.
- Gosner, K. L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16 (3): 183-190.
- Gerhardt, H. 1998. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis and description. Pp. 1-25. En: Hopp, S. L., M. J. Owren y C. S. Evans (Eds.). *Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Heyer, W. R. 1978. Systematics of the *fuscus* group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae): *Natural History Museum of Los Angeles County* 29: 1-85.
- Heyer, W. R. 1994. Variation within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* complex of frogs (Amphibia: Leptodactylidae). *Smithsonian Institution Press*. 546: 1-124.
- Heyer, R., M. A. Donnelly, M. Foster y R. Mcdiarmid, 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution. 364 pp.
- Kaplan, M. 1994. A new species of frog of the genus *Hyla* from the Cordillera Oriental in northern Colombia with comments on the taxonomy of *Hyla minuta*. *Journal of Herpetology* 28 (1): 79-87.
- Kluge, A. G. 1979. The gladiator frogs of Middle America and Colombia, a reevaluation of their systematics (Anura: Hylidae). *Occasional Papers of the Museum of Zoology* 688: 1-24.

- Lavilla, E. O., U. Caramaschi, J. A. Langone, J. P. Pombal Jr. y R. O. de Sa. 2013. The identity of *Rana margaritifera* Laurenti, 1768 (Anura, Bufonidae). *Zootaxa* 3646 (3): 251-264.
- Lynch, J. D. 1994. Two new species of the *Eleutherodactylus conspicillatus* group (Amphibia: Leptodactylidae) from the Cordillera Oriental of Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19 (72): 187-193.
- Lynch, J. D. 2006. The amphibian fauna in the Villavicencio region of eastern Colombia. *Caldasia* 28 (1): 135-155.
- Lynch, J. D. y W. E. Duellman. 1973. A review of the Centrolenid frogs of Ecuador with descriptions of new species. *Occasional papers of the Museum of Natural History The University of Kansas* 16: 1-66.
- Martins, I. y J. Jim. 2003 Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63: 507-516.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- Morales, V. R. 2002. Sistemática y biogeografía del grupo *trilineatus* (Amphibia, Anura, Dendrobatidae, *Colostethus*), con descripción de once nuevas especies. *Publicaciones de la Asociación de Amigos Doñana* 13: 1-59.
- Narvaes, P. y M. Trefaut. 2009. Taxonomic revision of *Rhinella granulosa* species group (Amphibia, Anura, Bufonidae), with a description of a new species. *Arquivos de Zoologia* 40: 1-73.
- Pedroza-Banda, R., J. J. Ospina-Sarria, T. Angarita-Sierra, M. Anganoy-Criollo y J. D. Lynch. 2014. Estado del conocimiento de la fauna de anfibios y reptiles del departamento de Casanare, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 38 (146): 17-34.
- Pyburn, W. y J. D. Lynch. 1981. Two little-known species of *Eleutherodactylus* (Amphibia: Leptodactylidae) from the Sierra de La Macarena, Colombia. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 94: 404-412.
- Orrico, V. G. D., I. Nunes, C. Mattedi, A. Fouquet, A. W. Lemos, M. Rivera-Correa, M. L. Lyra, D. Loebmann, B. V. S. Pimenta, U. Caramaschi, M. T. Rodrigues y C. F. B. Haddad. 2017 Integrative taxonomy supports the existence of two distinct species within *Hypsiboas crepitans* (Anura: Hylidae). *Salamandra* 53 (1): 99-113.
- Ruiz-Carranza, P. M. y J. D. Lynch. 1982. Dos nuevas especies de *Hyla* (Amphibia: Anura) de Colombia, con aportes al conocimiento de *Hyla bogotensis*. *Caldasia* 13: 647-671.
- Ruiz-Carranza, P. M., y J. D. Lynch. 1998. Ranas Centrolenidae de Colombia XI. Nuevas especies de ranas cristal del género *Hyalinobatrachium*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 22 (85): 571-586.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Anexo 1. Descripción de las localidades estudiadas de la fauna de anfibios de las montañas del municipio de Yopal.

Localidad/Nombre	Descripción	Fecha
1. Corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado.	<p>Constituido por áreas heterogéneas con alta intervención antrópica a una altitud entre 860-1018 m s.n.m (Figura 5). Incluye la cuenca alta y media (acueducto veredal) en las microcuencas de las quebradas El Infierno ($05^{\circ}23'17,7''N$-$72^{\circ}29'8,9''O$, Figura 5B), quebrada Aguazula ($5^{\circ}23'48,8''N$-$72^{\circ}29'14,6''O$, Figura 5C) y la quebrada NN ($05^{\circ}23'15,4''N$-$72^{\circ}28'42,4''O$, Figura 5D); que son denominados localmente en la parte alta, como los bosques del Secreto I y II mientras que en la baja abarca el acueducto veredal que incluye el predio de la finca Primavera. Éstas áreas igualmente se circunscriben a un mosaico heterogéneo constituido por pequeños relictos de bosque, algunos de ellos con interconectividad en sus áreas más altas, que están delimitados por pastizales y algunos complejos de arbustos y bosques secundarios, casi todos asociándose a coberturas protectoras de cauce aferentes por la margen izquierda del río Charte haciendo parte integral de la subcuenca del río Cravo sur (Figuras 2, 3 y 5).</p>	febrero de 2013 y abril de 2014
2. Corregimiento El Morro, vereda El Morro, casco urbano.	<p>Localizado en la margen izquierda del río Cravo Sur ($05^{\circ}26'50,1''N$-$72^{\circ}27'22,5''O$), distante a 18 km en línea área, al noroccidente de la ciudad de Yopal, su altura entre 507 y 628 m s.n.m. Esta área está constituida por áreas con mayor efecto antropogénico que corresponde al casco urbano, la quebrada la Morreña y agrosistemas circundantes asociadas con áreas de bosque protector de cauce constituidos por vegetación arbustiva, árboles pequeños y de gran porte de hasta 10 metros de altura (pendientes entre 30 y 45 %) junto con áreas destinadas al procesamiento de hidrocarburos (Figura 2, 3, 6 y 9).</p>	24-26 de junio de 2011
3. Corregimiento El Morro, vereda Marroquí.	<p>Corresponde a las áreas heterogéneas denominadas bosques de Agua Blanca, ($5^{\circ}30'05,2''N$-$72^{\circ}26'57,4''O$) a una altitud entre 997-1200 m s.n.m (Figura 6C). La microcuenca donde se localiza el bosque, se caracteriza por un área prística en la parte alta (arriba de los 1168 m s.n.m.), mientras que para la parte media se observan bosques conservados en recuperación de entresaca y la parte baja consiste en áreas potrizerizadas que rodean una matriz protectora de cauce en su interior se localizan la quebrada Agua Blanca ($5^{\circ}29'36,9''N$-$72^{\circ}26'54,9''O$, 1026 m. Figura 6 D) y la quebrada Seca ($5^{\circ}30,'8,1''N$-$72^{\circ}26'53,3''O$, 1026 m.). En la parte baja, las coberturas incluyen potreros abiertos en las áreas circundantes al bosque protector de cauce (Figura 6C).</p>	11 y 14 de mayo de 2013

Cont. Anexo 1. Descripción de las localidades estudiadas de la fauna de anfibios de las montañas del municipio de Yopal.

Localidad/Nombre	Descripción	Fecha
4. Corregimiento El Morro, vereda Aracal.	<p>Involucra un área encañonada con matriz protectora de cauce y áreas empinadas con pendientes inclinadas de hasta 45 grados que se caracteriza por vegetación heterogénea con bosques protectores de cauce en las partes más bajas asociados con agrosistemas de ganadería y agricultura intensiva con altos grado de intervención antropogénica, y en las áreas más altas con matrices de bosque subandino en diversos estados de conservación que incluye evidencia de entresaca en altitudes entre 779-1381 m s.n.m. (Figura 13 A), donde se evaluaron tres puntos: bosque Peña Aracal ($5^{\circ}30'32,6-34,8''N$-$72^{\circ}24'34,3-38,3''O$) 1306-1381 m s.n.m. que involucra la localidad estudiada en el municipio de mayor altitud; la quebrada Cauteña ($5^{\circ}30'11,6-16,2''N$-$72^{\circ}24'06,8-17,0''O$) 853-932 m s.n.m. y la quebrada Vados $5^{\circ}29'44,3-52,6''N$-$72^{\circ}24'11,8-27,0''O$) 779-842 m s.n.m.</p>	5-7 de septiembre de 2013
5. Corregimiento El Morro, vereda El Progreso, finca La Montañita.	<p>($5^{\circ}30'20,2-41,6''N$, $72^{\circ}24'01,3-58,5''O$, 1248-1814 m); pertenecientes a la microcuenca de la quebrada Jaramá (Figura 7B); ésta localidad posee los más altos grados de conservación categorizándose como un área relictual con procesos de deforestación con matrices rodeadas por áreas empleadas para la ganadería. Se evaluaron dos puntos constituidos por bosque natural que corresponden a los bosques de las cabeceras de la quebrada Jaramá ($5^{\circ}30'28,8''N$-$72^{\circ}25'42,5''O$, 1814m. s.n.m., Figura 7C) entre los 1714-1814 metros de altitud y las áreas abiertas asociadas a pequeños sistemas lagunares naturales (Figura 7D).</p>	8 y 11 de septiembre de 2014

Anexo 2. Ejemplares examinados

AROMOBATIDAE: *Allobates cepedai* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, bosque El Secreto 1018, m s.n.m. 5°23'48,8"N, 72°29'14,6"O., IAvH-Am 10713.

BUFONIDAE: *Rhinella humboldti* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, cerca al casco urbano del Morro, 05°26'50,1"N-72°27'22,5"O 612 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10701.

Rhinella sp. 1 gr. *margaritifera* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado; acueducto veredal de la quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O , 877 m s.n.m. machos adultos IAvH-Am 10742-43, macho juvenil, IAvH-Am 10745, quebrada NN, 05°23'15,4"N-72°28'42,4"O , 860 m s.n.m. IAvH-Am 10741 macho adulto IAvH-Am 10751, La Primavera, Bosque Nacedero quebrada Aguazula, 05°23'0"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m., machos adultos IAvH-Am 10751, bosque de la parte alta de El Secreto, 05°23'48,8"N-72°29'14,6"O, 1018 m s.n.m., machos adultos IAvH-Am 10752-4, IAvH-Am 10756 La Primavera, 05°22'58"N-72°29'45,7"O, 922 m s.n.m., machos adultos, IAvH-Am 10755, IAvH-Am 10759-61, amplexantes IAvH-Am 10762-3, bosque de El Secreto I, 05°23'26,8"N-72°29'21,9"O , 1015 m s.n.m. hembras grávidas, IAvH-Am 10757-8 ; corregimiento El Morro, vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, bosque de Agua Blanca, 05°29'39,3"N-72°26'57,7"O , 1026 m s.n.m., hembras adultas, IAvH-Am 10744, IAvH-Am 10747, macho adulto IAvH-Am 10746; Vereda Aracal, alrededores quebrada Vados 5°29'50,6"N-72°24'22,2"O, 831 m s.n.m., juvenil IAvH-Am 10748.

Rhinella marina: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón de El Soldado, finca La Primavera, 05°23'0"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m., juvenil IAvH-Am 10766, acueducto veredal de la quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O,

877 m s.n.m. hembra adulta IAvH-Am 10764; Corregimiento El Morro, Vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, 5°29'36,9"N-72°26'54,9"O, 1026 m s.n.m., hembra joven, IAvH-Am 10765.

CENTROLENIDAE: *Hyalinobatrachium esmeralda* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, 5°29'36,9"N-72°26'54,9"O, 1026 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10696.

Rulyrana flavopunctata: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, bosque de Agua Blanca, 05°29'39,3"N-72°26'57,7"O , 1026 m s.n.m. , macho adulto IAvH-Am 10685; corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, quebrada NN, 05°23'15,4"N-72°28'42,4"O , 860 m s.n.m. hembras adultas IAvH-Am 10686-7; acueducto veredal de la quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O , 877 m s.n.m. machos adultos IAvH-Am 10688-90 .

CRAUGASTORIDAE *Pristimantis carranguerorum:* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda Marroquí, 1131 m s.n.m. hembra adulta ICN-ARA 6519, machos adultos ICN-ARA 6520-1, ICN-ARA 6523-4

Pristimantis frater: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, acueducto veredal de la quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m s.n.m. Hembras adultas IAvH-Am 10801-03; parte alta del bosque El Secreto, 05°23'48,8"N-72°29'14,6"O, 1018 m s.n.m., hembra adulta IAvH-Am 10804, machos adultos IAvH-Am 10805, IAvH-Am 11951

Pristimantis medemi: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La

Primavera, bosque nacedero quebrada Aguazula, 05°23'00"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m., macho adultos IAvH-Am 11960, IAvH-Am 11962-3, IAvH-Am 11964-5, hembras adultas IAvH-Am 11961, IAvH-Am 11966; Bosque de la Primavera 05°22'46,5"N-72°30'2,8"O, 959 m. s.n.m. machos adultos, IAvH-Am 11967, IAvH-Am 11970, hembras adultas IAvH-Am 11968-9; bosque de El Secreto I, 05°23'26,8"N-72°29'21,9"O, 1015 m s.n.m. machos adultos, IAvH-Am 11971-3; Acueducto veredal quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m. IAvH-Am 11956-7, IAvH-Am 11958-9, ;Corregimiento El Charte, limites veredas La Primavera-Rincón del Soldado, quebrada NN, 05°23'15,4"N-72°28'42,4"O, 860 m s.n.m. IAvH-Am 11954-5; Corregimiento El Morro, cuenca alta del río Cravo Sur, 05°26'59,5"N-72°27'22,1"O, 610 m s.n.m. macho adulto, IAvH-Am 11952; Vereda El Aracal, 05°30'32,6"N-72°24'36,2"O, 1324 m s.n.m. hembras adultas, IAvH-Am 11975, juvenil, IAvH-Am 11974; quebrada Cauteña, 05°30'15,4"N-72°24'17,2"O, 839 m s.n.m., IAvH-Am 11976; quebrada Vados, 05°29'50,6"N-72°24'22,2"O, 831 m s.n.m., hembras adultas IAvH-Am 11977-9, macho adultos IAvH-Am 11980-1.

Pristimantis savagei: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, Corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, Acueducto veredal de la Quebrada el Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m. s.n.m. ejemplar juvenil IAvH-Am 10782, Bosque del Secreto I, 05°23'26,8"N-72°29'21,9"O, 1015 m. s.n.m., machos adultos IAvH-Am 10795-800 ; Corregimiento El Morro, Vereda Aracal, Bosque El Aracal, 5°30'32,6"N-72°29'36,2", 1324 m. s.n.m., juveniles IAvH-Am 10783-87, IAvH-Am 10790, IAvH-Am 10792 hembra adulta, IAvH-Am 10791; Quebrada Cauteña, 5°30'15,4"N, 72°24'17,2", 839 m. s.n.m. juveniles IAvH-Am 10788-9; Vereda El Progreso, Bosques de la parte Alta, 5°30'27.9.4"N, 72°24'17,2", 1811 m. s.n.m. juveniles IAvH-Am 10793-4.

Pristimantis sp. 1 COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, Corregimiento El Morro, Vereda El Progreso, Finca La

Montañita; 5°30'39,7"N-72°25'56,9"O, 1714 m. s.n.m., IAvH-Am 10767-9.

HYLIDAE:

Boana lanciformis COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, bosque de la parte alta de los bosques El Secreto, 05°23'48,8"N-72°29'14,6"O, 1018 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10682; acueducto veredal de la quebrada el Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m s.n.m., machos adultos IAvH-Am 11703-4 Juveniles IAvH-Am 10697-8; finca La Primavera, área ecotonal nacedero de la quebrada Aguazula, 05°23'0"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m. IAvH-Am 10683; corregimiento El Morro, casco urbano del Morro, 05°26'59,5"N-72°27'22,1"O 610 m s.n.m. IAvH-Am 10700.

Boana punctata COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, cuenca alta del río Cravo Sur, 05°26'59,5"N-72°27'22,1"O, 610 m s.n.m., IAvH-Am 10709; corregimiento Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La Primavera, quebrada Aguazula 05°22'46,5"N-72°30'2,8"O, 959 m s.n.m., IAvH-Am 10710-11.

Boana xerophylla, COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado; acueducto veredal de la quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m s.n.m., juveniles IAvH-Am 10727-28, quebrada NN, 05°23'15,4"N-72°28'42,4"O, 860 m s.n.m. hembras joven IAvH-Am 10729; finca La Primavera, áreas abiertas microcuenca quebrada Aguazula 05°22'53,9"N-72°29'39,6"O, 879 m s.n.m., hembra adulta IAvH-Am 10733, machos adultos IAvH-Am 10735-38, IAvH-Am 10740 bosque de La Primavera, nacedero quebrada Aguazula, 05°22'46,5"N-72°30'2,8"O, 959 m s.n.m. juvenil IAvH-Am 10734; corregimiento El Morro, casco urbano del Morro, 05°27'6,4"N-72°27'26,8"O 622 m s.n.m. macho adulto IAvH-Am 10726; vereda Aracal, alrededores quebrada Vados 5°29'50,6"N-

72°24'22,2", 831 m s.n.m., hembra adulta IAvH-Am 10732; vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, bosque de Agua Blanca, 05°29'39,3"N-72°26'57,7"O, 1026 m s.n.m., machos adultos, IAvH-Am 10730-1.

Dendropsophus mathiassoni: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, Corregimiento Charte, vereda Rincón del Soldado, Finca La Primavera, 05°22'53,9"N-72°29'59,6"O, 879 m. s.n.m., machos adultos IAvH-Am 10704-7, hembra adulta IAvH-Am 10708.

Dendropsophus minutus: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento EL Charte, vereda Rincón del Soldado, Finca La Primavera, 05°22'53,9"N-72°29'59,6"O, 879 m. s.n.m., machos adultos IAvH-Am 10829-32, IAvH-Am 10834, IAvH-Am 10837-9, IAvH-Am 10841, IAvH-Am 10843, IAvH-Am 10845-6, hembras adultas IAvH-Am 10828, IAvH-Am 10833, IAvH-Am 10835-6, IAvH-Am 10840, IAvH-Am 10842, IAvH-Am 10844; Corregimiento El Morro, cuenca alta del río Cravo Sur, 05°26'59,5"N72°27'22,1"O, 610 m s.n.m. macho adulto IAvH-Am 10827

Dendropsophus stigi: COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda El Progreso, finca La Montañita; 5°30'39,7"N-72°25'56,9"O, 1714 m s.n.m., renacuajos IAvH-Am 10807; machos adultos IAvH-Am 10817-19, IAvH-Am 10821-26, postmetamórfico IAvH-Am 10820.

Hyloscirtus phyllognathus, COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, Bosque de Agua Blanca, 05°29'39,7"N-72°26'53,1"O, 1131 m s.n.m., IAvH-Am 10684.

Osteocephalus carri COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La Primavera, quebrada Aguazula, 05°23'00"N-72°29'55,6"O, 1003 ms.n.m., lote de Renacuajos IAvH-Am 10749, ejemplar juvenil IAvH-Am 10692; acueducto veredal de la

quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m s.n.m. Juvenil IAvH-Am 10691, hembra adulta IAvH-Am 10693, lote de Renacuajos IAvH-Am 10681 y postmetamórfico IAvH-Am 10750.

Pithecopus hypochondrialis COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, cuenca alta del río Cravo Sur, 05°26'59,5"N72°27'22,1"O, 610 m s.n.m., IAvH-Am 10675; corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La Primavera, 05°22'53,9"N-72°29'59,6"O, 879 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10677.

Trachycephalus typhonius COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento Charte, vereda Rincón del Soldado, Finca La Primavera, 05°22'53,9"N-72°29'59,6"O, 879 m. s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10703.

LEPTODACTYLIDAE: *Leptodactylus colombiensis* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, quebrada NN, 05°23'15,4"N-72°28'42,4"O, 860 m s.n.m. hembras adultas IAvH-Am 10718-20, quebrada El Infierno, 05°23'17,7"N-72°29'8,9"O, 877 m. s.n.m. IAvH-Am 10721, finca La Primavera, quebrada Aguazula 05°22'46,5"N-72°30'2,8"O, 959 m s.n.m., hembras adultas IAvH-Am 10723-25, nacedero quebrada Aguazula 05°23'0"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m. lote de renacuajos IAvH-Am 10806; corregimiento El Morro, cerca al casco urbano del Morro, 05°26'50,1"N-72°27'22,5"O 612 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10717; vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, bosque de Agua Blanca, 05°29'39,3"N-72°26'57,7"O, 1026 m s.n.m., hembra adulta, IAvH-Am 10722.

Leptodactylus fuscus, COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La Primavera, quebrada Aguazula, 05°22'58,0"N-72°29'45,7"O, 922 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10712; corregimiento El Morro casco urbano del Morro, 05°26'59,5"N-72°27'22,1"O 610 m s.n.m., juvenil

IAvH-Am 10714; vereda Marroquí, alrededores de la quebrada Agua Blanca, 5°29'36,9"N-72°26'54,9"O, 1026 m s.n.m., hembras adultas IAvH-Am 10715-16.

Lithodytes lineatus, COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, vereda Marroquí, quebrada Agua Blanca, 5°29'36,9"N-72°26'54,9"O, 1026 m s.n.m., hembra adulta IAvH-Am 10694, corregimiento El Morro, casco urbano del Morro, 05°26'59,5"N-72°27'22,1"O 610 m s.n.m. juvenil IAvH-Am 11173; corregimiento El Charte, vereda Rincón del Soldado, finca La Primavera, quebrada Aguazula, 05°23'00"N-72°29'55,6"O, 1003 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10695.

Physalaemus fischeri COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, cerca al casco urbano del Morro, 05°26'50,1"N-72°27'22,5"O 612 m s.n.m., macho adulto IAvH-Am 10702.

RANIDAE: *Lithobates palmipes* COLOMBIA, departamento del Casanare, municipio de Yopal, corregimiento El Morro, cerca al casco urbano del Morro, quebrada La Morreña 05°26'15"N-72°26'59,7"O 507 m s.n.m. macho adulto IAvH-Am 10739.

Andrés R. Acosta-Galvis

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,
Colecciones Biológicas,
Villa de Leyva, Boyacá, Colombia
aacosta@humboldt.org.co

Batracofauna de los bosques de niebla y estribaciones del piedemonte en el municipio de Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana

Citación del artículo: Acosta-Galvis, A. R. 2017. Batracofauna de los bosques de niebla y estribaciones del piedemonte en el municipio de Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana. *Biota Colombiana* 18 (1): 282-315. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a17

Recibido: 28 de abril de 2016

Aprobado: 29 de marzo de 2017

Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Caribe colombiano

Cattle ponds and their potential role in conservation of freshwater turtles in the Gulf of Morrosquillo, Sucre, Colombia

Jaime De La Ossa-V., Merly Ardila-Marulanda, Alejandro De La Ossa-Lacayo

Resumen

El presente trabajo analiza la ocupación territorial de jagüeyes (pequeñas lagunas de origen antrópico) por quelonios, discute y plantea la relación que este hábitat tiene con la conservación local en una zona antropizada del golfo de Morrosquillo, Sucre, Colombia. Se seleccionaron 65 jagüeyes con área mayor a 1.000 m², y se trabajó con una muestra representativa de 12 jagüeyes escogidos al azar y sin comunicación entre ellos. La toma de información poblacional se realizó mediante muestreos llevados a cabo entre enero y marzo de 2014, entre las 08:00 y las 12:00 horas, utilizando un trasmallo 100 m de largo por 6 m de ancho y ojo de 5 cm y en cada sesión se hicieron dos barridos, manteniendo un cubrimiento del 90 % en los arrastres del área de cada jagüey. Se capturó una población total de 383 quelonios, 241 *Trachemys callirostris*; 66 *Kinosternon scorpioides* y 76 *Mesoclemmys dahli*. El cálculo de población estimada para cada especie mediante el Método de Lincoln Petersen dio como resultado un tamaño estimado de 259 *T. callirostris*, 82 *K. scorpioides* y 62 *M. dahli*.

Palabras clave. Golfo de Morrosquillo. Humedales. Lagunas artificiales ganaderas. Ocupación. Quelonios.

Abstract

This study analyzed the territorial occupation of cattle ponds by turtles and established the relationship that this habitat has with local conservation in a human impacted zone in the Gulf of Morrosquillo, Sucre, Colombia. Sixty-five cattle ponds were selected, with an area greater than 1,000 m²; and a representative sample of 12 randomly selected waterholes that were not connected was used. The population data were collected with samples taken between January and March of 2014, between 08:00 and 12:00 p.m., using a trammel net that was 100 m long and 6 m wide with 5 cm mesh. Two sweeps were carried out for each session, covering 90 % of the area of each pond. A population of 383 individuals was obtained: 241 *Trachemys callirostris*, 66 *Kinosternon scorpioides*, and 76 *Mesoclemmys dahli*. The estimated population calculated for each species was obtained with the Lincoln-Petersen method, obtaining estimated populations of 259 for *T. callirostris*, 82 for *K. scorpioides* and 62 for *M. dahli*.

Key words. Artificial cattle ponds. Chelonian. Morrosquillo Gulf. Occupation. Wetlands.

Introducción

Los jagüeyes, unidades construidas como abrevaderos de ganado, funcionan como pequeños humedales con un elevado grado de naturalidad y poseen una riqueza de especies que los hacen especialmente valiosos para la conservación (León *et al.* 2010, Casas *et al.* 2012). Permiten evidenciar que existe una relación positiva entre el número de jagüeyes y la biodiversidad local de un área dada, en especial en zonas de bosque seco y en el cinturón árido pericaribeño (Botero *et al.* 2009). Las charcas ganaderas o jagüeyes, son ecosistemas antrópicos, léticos y someros, se encuentran principalmente en zonas de clima árido y semiárido. Su llenado se produce mayormente a partir del agua de lluvia por lo que su periodo de inundación o hidroperiodo puede resultar muy irregular intra e interanualmente (Sancho y Lacomba 2010). En la mayor parte de los casos son sistemas de pequeña entidad, de carácter artificial o seminatural, utilizados y mantenidos tradicionalmente como fuentes de agua en zonas secas del Caribe colombiano. La alimentación de los mismos se genera mediante la creación de una zona o cuenca de captación del agua de lluvia, destinada a la generación de escorrentías, inserta en una matriz paisajística forestal o agrícola (Verdiell-Cubedo 2012).

En los jagüeyes del Caribe colombiano hay una ocupación territorial faunística constante, que incluye a los quelonios. Los mecanismos seguidos para la colonización de estos hábitats artificiales son distinguibles tanto en época de lluvias cuando los cauces temporales generalmente conectan los jagüeyes entre sí, y en época seca cuando por la ausencia de cuerpos de aguas disponibles, debido a la sequía, se da permanencia *in situ* o migraciones hacia los que aún conservan parte de su espejo de agua, convirtiéndose en refugios de gran valor ecológico (De La Ossa y De La Ossa-Lacayo 2013). Se dan entonces procesos de migración relacionados con los ciclos de lluvias, caracterizados por concentración durante la sequía y por migración y ocupación en época de precipitaciones (De La Ossa-Lacayo 2014), que ponen de manifiesto la capacidad de sobrevivencia exitosa de muchas especies silvestres regionales (Botero *et al.* 2009).

Para el golfo de Morrosquillo, Sucre, Colombia se tiene evidencia de la presencia de tres especies de quelonios continentales: *Trachemys callirostris* (hicotea) (Medem 1962); *Kinosternon scorpioides* (tapaculo) (Rueda-Almonacid *et al.* 2007) y *Mesoclemmys dahli* (carranchina), endémica de la costa Caribe de Colombia, reconocida para los departamentos de Sucre, Córdoba, Bolívar, Atlántico, Cesar y Magdalena (Medem 1966, Rueda-Almonacid *et al.* 2007; Páez *et al.* 2012).

Por otro lado, el estatus nacional de cada una de estas especies, según Castaño-Mora 2002, CITES 2016 (<https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2016/S-Appendices-2016-03-10.pdf>), es: *T. callirostris*: Vu (Criterios) y CITES no listada. *K. scorpioides* LC; CITES no listada y *M. dahli*: EN (actualizar criterios), CITES: no listada. De acuerdo con Morales-Betancourt *et al* (2015), *T. callirostris* y *K. scorpioides* VU, mientras que *M. dahli* se le cataloga como EN.

El presente trabajo analiza la ocupación territorial de jagüeyes por las tres especies de quelonios continentales registrados para el área de estudio, discute y plantea la relación que este hábitat antrópico en relación a la conservación local en un escenario cuya matriz paisajística es netamente agropecuaria.

Material y métodos

Área de estudio. Se localiza entre los municipios de San Onofre y Santiago de Tolú, departamento de Sucre, Colombia (9°41'40'' N – 75°37'13'' O, 9°44'50'' N – 73°31'13'' O, 9°35'30'' N – 75°24'14'' O, 9°28'53'' N – 75°30'20'' O) (Figura 1), con un área total de 17.088 ha. La zona pertenece al bioma tropical alternohídrico y hace parte del cinturón árido pericaribeño (Hernández-Camacho y Sánchez-Páez 1992), y se tipifica como bosque seco tropical (Bs-T) (Holdridge 1967). El Clima se clasifica típicamente Tropical, con precipitación anual entre 900 y 1.200 mm, con temperatura media anual de 25°C y humedad relativa media del 80 % (De La Ossa-Lacayo 2014).

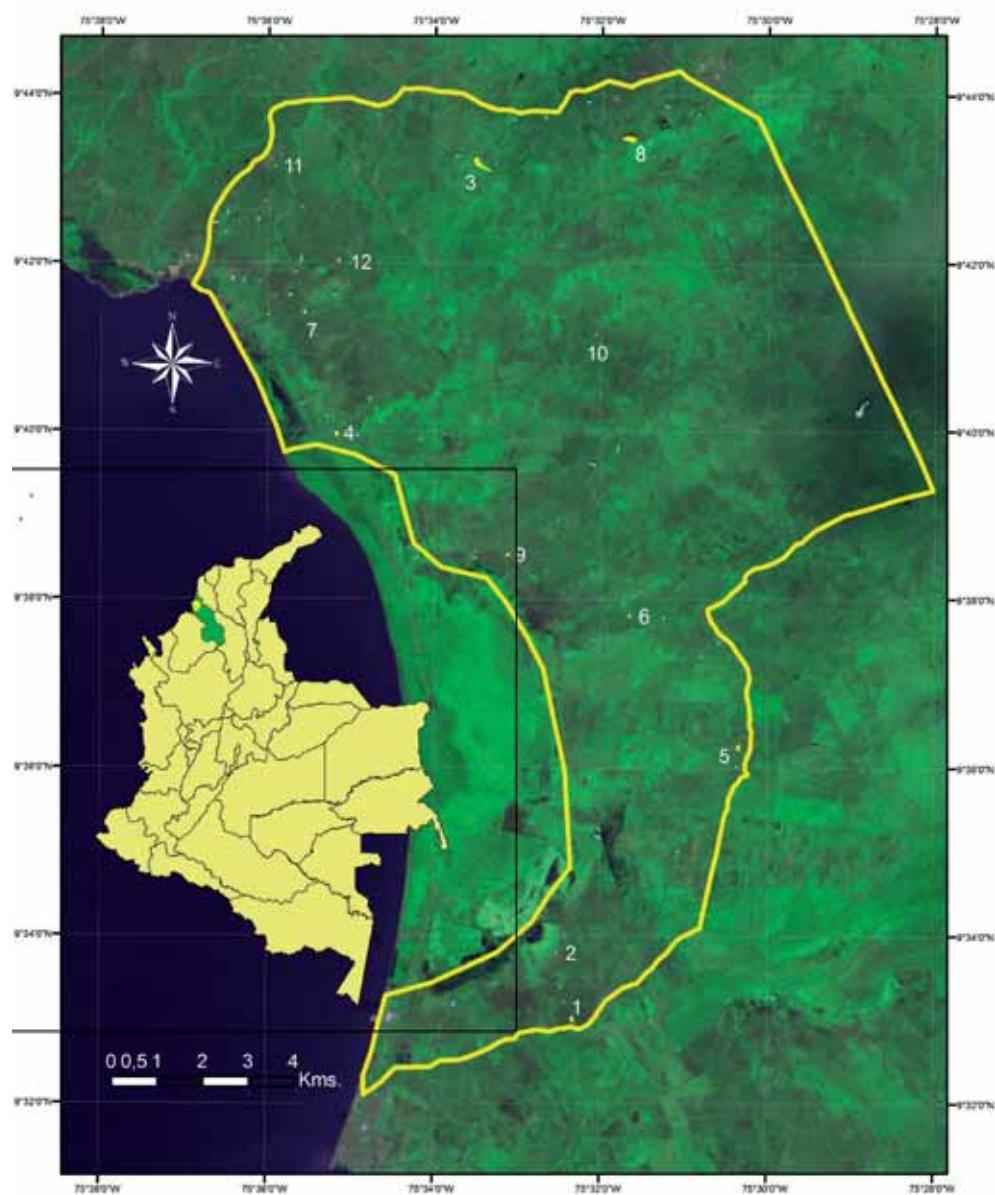


Figura 1. Mapa del área de estudio.

Muestreos: La ubicación inicial del área de estudio y todos los jagüeyes existentes, así como las medidas para calcular su área y su ubicación se hicieron mediante la aplicación del programa Google Earth (versión libre 7.1.2.2041), con imagen del 07-2013. Luego se llevaron a un formato Keyhole Markup Language (kml); todos los polígonos se trasladaron al formato shape (.shp) para ser utilizados en el software ArcMap de ArcGIS licenciado a la Universidad de

Sucre. Para el espacio mapa que señala los jagüeyes seleccionados para el estudio se trabajo con una imagen Landsat 5 TM (versión libre) del año 2011 con combinación de bandas 342. Se seleccionaron todos los polígonos con área mayor a 1.000 m² de espejo de agua, que no tuvieran comunicación entre ellos, dando como resultado un total de 65 jagüeyes, correspondiente a un área total de 24,07 ha (De La Ossa-Lacayo 2014) (Figura 2).



Figura 2. Algunos de los jagüeyes muestreados.

El cálculo de la población representativa de jagüeyes se obtuvo aplicando la matriz de tamaño de muestra para poblaciones finitas, con: $n = 65$ jagüeyes, $p < 0,05$, nivel de confianza (alfa) del 90 %, con error máximo de estimación del 10 %. Dio como resultado 12 unidades que fueron escogidas aleatoriamente (Zar 1999) (Tabla1).

Toma de información. Durante enero a marzo de 2014, correspondiente a la época de sequía, con horario de trabajo entre las 08:00 y las 12:00 horas, se llevó a cabo el trabajo de campo. Entre la sesión de captura y la de recaptura se tuvo un espacio de 30 días para cada uno de los jagüeyes. Se utilizó un trasmallo de 100 m de largo por 6 m de ancho y ojo de 5 cm (Vogt 1980, De La Ossa et al. 2012a). En cada sesión se hicieron dos barridos y se mantuvo un cubrimiento aproximado del 90 % del área. Los animales capturados se identificaron a nivel de

especie y fueron sexados, según lo establecido por Rueda-Almonacid et al. (2007).

Análisis de información poblacional. Se calculó media, máxima, minima y desviación estándar para las áreas de los jagüeyes; se aplicó la prueba de Wilcoxon para determinar diferencias entre tamaños poblaciones totales por especie (Zar 1999). Se calculó la densidad bruta indicada en ind./área (Krebs 1986).

Para el cálculo de la población por especie se recurrió a la aplicación del Método de Lincoln-Petersen, teniendo en cuenta que al momento del trabajo se trataba de una población cerrada que además se concentra por efectos climáticos, ya que la época de sequía impone un aislamiento de los jagüeyes y las condiciones de sequía generan un ambiente sumamente adverso que dificulta los movimientos poblacionales de quelonios (Gibbons et al. 1990).

Tabla 1. Coordenadas de cada lugar de muestreo y medidas de área para cada jagüey.

Jagüey	Área (m ²)	Longitud	Latitud
1	6.545,80	75°32'20"	9°33'0"
2	1.190,00	75°32'31"	9°33'47"
3	32.509,85	75°33'29"	9°43'12"
4	6.814,26	75°35'10"	9°39'58"
5	8.796,13	75°30'22"	9°36'14"
6	3.185,12	75°31'37"	9°37'48"
7	3.174,95	75°35'35"	9°41'24"
8	25.652,74	75°31'41"	9°43'30"
9	4.083,78	75°33'7"	9°38'31"
10	1.172,37	75°32'2"	9°41'10"
11	1.388,17	75°35'56"	9°43'8"
12	2.831,50	75°35'10"	9°42'0"
Área total	97.344,67		

Los animales fueron marcados para su futura identificación empleando el sistema de muescas sobre los escudos marginales y estableciendo un código de numeración (Rueda-Almonacid *et al.* 2007), luego fueron puestos en libertad en el mismo lugar de captura. Después de 30 días se extrajo una segunda muestra de animales entre los que había animales marcados. Asumiendo que la proporción de marcados en la segunda muestra es un razonable estimador de la proporción poblacional desconocida (Badii *et al.* 2012, Martella *et al.* 2012), se aplicó la siguiente fórmula.

$$N = M(n + 1) / R + 1$$

Donde: N = población a calcular; M= total de individuos capturados inicialmente; N=total de individuos recapturados; R= individuos recapturados que estaban marcados.

Resultados

Los 12 jagüeyes muestreados presentaron una media de 8.111,58 m² (1.172-32.509, DE 10.187,08). El número de individuos capturados y recapturados se presenta en la tabla 2. Los datos de capturas y recapturas por especie se presentan en la tabla 2.

El número de individuos estimados por especie con un 95 % de nivel de confianza fueron: *T. callirostris* 236 individuos (197 y 277); *K. scorpioides* 68 individuos (45 y 95); *M. dahli* 77 individuos (53 y 104).

Al aplicar prueba de Wilcoxon para comparar entre las poblaciones totales de cada especie, se determinan diferencias entre *T. callirostris* con *K. scorpioides* y *M. dahli* (Tabla 3).

La densidad bruta total de acuerdo con la población estimada y calculada por especie se presenta en la tabla 4.

Discusión

Independientemente del área de los jagüeyes, en todos ellos se hallaron individuos de *T. callirostris*, *K. scorpioides* y *M. dahli*, lo que indica que estas especies hacen uso conjunto de este tipo de cuerpos de agua y probablemente son muy importantes para el mantenimiento de las poblaciones de las especies de tortugas continentales referidas. Es necesario reconocer que el deterioro del hábitat natural limita la capacidad de carga de los ecosistemas y hace que estrategias como la ocupación y colonización de hábitat antrópicos sean valiosos para la sobrevivencia de la especies locales (De La Ossa 1996, De La Ossa y De La Ossa-Lacayo 2013); los jagüeyes se convierten por lo tanto en refugios faunísticos de gran importancia regional (Botero *et al.* 2009).

La población estimada de *T. callirostris* es significativamente mayor que la de *K. scorpioides* y *M. dahli*, y no se determina diferencia significativa entre las poblaciones totales de estas dos últimas especies, lo cual coincide con lo reportado para jagüeyes de las sabanas de Sucre por Sampedro *et al.* (2012).

Trachemys callirostris es el quelonio continental de mayor abundancia, lo cual concuerda con los resultados de este trabajo y con lo reportado para la región (De La Ossa 2003, Fuentes-Obeid et al. 2003, De La Ossa y De La Ossa-Lacayo 2011, De La Ossa-Lacayo y De La Ossa 2012). No obstante, hay que resaltar que la zona de estudio no está conectada a grandes ciénagas ni a ríos, que se trata de sistemas de almacenamiento de agua de tipo antrópico, aislados y que solo actúan como refugios.

En cuanto a *K. scorpioides*, ampliamente distribuida en una gran variedad de ambientes acuáticos permanentes, semipermanentes y temporales, usualmente prefiere aguas oscuras y pozos aislados de los cauces principales de los grandes ríos (Berry et al. 2012; Páez et al. 2012). Medem (1958, 1960) describió el hábitat de *K. scorpioides* en Suramérica (principalmente Colombia) como arroyos, pequeños pozos, lagos, pantanos y otros tipos de humedales.

Tabla 2. Capturas y recapturas para las tres especies de quelonios muestreadas.

Especie	Captura inicial	Captura final			Total
		Recaptura marcados	Captura no marcados		
<i>T. callirostris</i>	124	61	56		117
<i>K. scorpioides</i>	28	15	23		38
<i>M. dahli</i>	35	18	23		41

Tabla 3. Prueba de Wilcoxon para comparar la población total muestreada para las tres especies de quelonios.

Species	N	Z	p
<i>T. callirostris</i> vs. <i>K. scorpioides</i>	12	3,059412	0,002218
<i>T. callirostris</i> vs. <i>M. dahli</i>	12	2,934058	0,003346
<i>K. scorpioides</i> vs. <i>M. dahli</i>	12	1,325083	0,185145

Tabla 4. Densidad bruta estimada por especie acorde con la población calculada según el método de Lincoln-Petersen.

Especie	Población calculada	Área total (ha)	Densidad (Ind./ha)
<i>T. callirostris</i>	236	97,34	2,424
<i>K. scorpioides</i>	68	97,34	0,698
<i>M. dahli</i>	77	97,34	0,791

Forero-Medina y Castaño-Mora (2011) encontraron un movimiento promedio durante dos días de 68 m (máximo 380 m), y un desplazamiento neto promedio de 35 m (máximo 300 m), lo que permite asumir que los jagüeyes además de ser un refugio son parte del hábitat colonizado y que ha estado ligados a la permanencia de esta especie. Quedaría por definir históricamente cómo eran sus poblaciones cuando la matriz paisajística no acusaba el deterioro que ahora existe y cuando los cuerpos de aguas predominantes eran naturales. Hay que tener en cuenta que se trata de una de las especie de quelonios de más ampliamente distribución en Colombia, con registros en casi todas la cuencas hidrográficas en el Caribe (Páez *et al.* 2012; Montes-Correa *et al.* 2014).

Por su parte, para *M. dahli*, Rueda-Alamonaicid *et al.* (2004) registraron entre ocho y 18 tortugas capturadas por kilómetro de arroyo muestreado, con densidades de 20 a 60 tortugas capturadas/ha. En otros jagüeyes estos valores fueron de hasta 500 individuos capturados/ha. Por otro lado, Forero-Medina *et al.* (2011), para el departamento del Cesar, hallaron densidades entre 16 tortugas/ha y 170 tortugas/ha, por lo que la densidad de 0,63 ind/ha hallado en este estudio es comparativamente muy baja. La ocupación de jagüeyes que esta especie hace está documentada y se le reconoce como habitante regular de los mismos (Sampedro *et al.* 2012).

El deterioro de hábitats naturales es la causa principal de la pérdida de la biodiversidad mundial, según lo señalado por Myers *et al.* (2000). Sin embargo, algunos agroecosistemas pueden conservar una parte sustancial de la biodiversidad de su anterior ecosistema natural y servir como zonas de amortiguación y complemento a las áreas protegidas o de reserva para la fauna silvestre local o migratoria (De La Ossa *et al.* 2012b).

Dado el cambio que acusa la matriz paisajística de la zona de estudio, los jagüeyes actúan como valiosos refugios para las tres especies de quelonios continentales estudiados. En muchos casos, el jagüey es la única reserva de agua disponible para el ganado y para los pobladores locales durante la época de

sequía y es una fuente de sobrevivencia de gran valor cultural y productivo (De La Ossa *et al.* 2012b), que muestra según lo aquí analizado su importancia en aspectos de conservación local de quelonios, así como de otras especie de fauna silvestre regional (Botero *et al.* 2009, De La Ossa *et al.* 2012b).

Conclusiones

Los jagüeyes, en este caso, se convierten en refugios de gran valor para los quelonios continentales, en especial al tratarse de una matriz paisajística que acusa un cambio estructural profundo.

Los jagüeyes muy a pesar de ser unidades creadas como abrevaderos de ganado, cumplen un papel muy importante en la conservación de fauna silvestre local y su protección debería ser una estrategia prioritaria.

Se deben continuar los trabajos investigativos en estas unidades de almacenamiento de agua, es posible que muchos grupos zoológicos subsistan localmente en virtud de su existencia y funcionalidad.

Referencias

- Badii, M. H., A. Guillen, J. Landeros, E. Cerna, Y. Ochoa y J. Valenzuela. 2012. Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura. *Daena: International Journal of Good Conscience* 7 (1): 97-131.
- Berry, J. F., J. B. Iverson y G. Forero-Medina. Familias y especies de tortugas dulceacuícolas y terrestres de Colombia. Cap. 18. Pp. 340-349. En: Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds.). V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Botero, A. L., J. De La Ossa-V., A. Espitia y A. De La Ossa-Lacayo. 2009. Importancia de los jagüeyes en las sabanas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 1 (1): 71-84.
- Casas, J. J., J. Toja, S. Bonachela, F. Fuentes, I. Gallego, M. Juan, D. León, P. Peñalver, C. Pérez y P. Sánchez. 2012a Artificial ponds in a Mediterranean region (Andalusia, southern Spain): agricultural and environmental issues. *Water and Environment Journal* 25: 308-317.

- Castaño-M., O. V. (Ed.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. Bogotá. 160 pp.
- CITES. 2016. Appendices I, II, and III. Disponible en: <https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2016/S-Appendices-2016-03-10.pdf>. consultado: 10-01-2017.
- De La Ossa V., J. 2003. Manejo de fauna silvestre tropical. Pp. 29-34. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región de La Mojana. DNP, FAO, Bogotá, Colombia.
- De La Ossa-V., J., G. Cárdenas-Arévalo y V. P. Páez. 2012a. Métodos de campo para estudios demográficos. Capítulo 13. Pp. 171-186. En: Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds). Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- De La Ossa-V., J., S. Galván-Guevara y A. De La Ossa-Lacayo. 2012b. Importancia del jagüey ganadero en la conservación local de aves silvestres en el Caribe colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 15 (1): 181 – 186.
- De La Ossa-V., J. y A. De La Ossa-Lacayo. 2011. Cacería de subsistencia en San Marcos, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3 (2): 213-224.
- De La Ossa-Lacayo, A. y J. De La Ossa-V. 2012. Utilización de fauna silvestre en el área rural de Caimito, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4 (1): 46-58.
- De La Ossa-Lacayo, A. 2014. Jagüeyes: ecosistemas lénicos y antrópicos como alternativa para la conservación de *Caiman crocodilus fuscus* (Crocodylia: Alligatoridae) en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 26: 21-28.
- De La Ossa-V., J. y A. De La Ossa-Lacayo. 2013. Ocupación de jagüeyes por la babilla, *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868), en el Caribe colombiano. *Biota Colombiana* 14 (2): 327-336.
- Forero-Medina., G., G. Cárdenas-Arévalo y O. V. Castaño-Mora. 2011. Abundance, home range, and movement patterns of the endemic species Dahl's toad-headed turtle (*Mesoclemmys dahli*) in Cesar, Colombia. *Chelonian Conservation and Biology* 10: 228-236.
- Forero-Medina, G. y O. V. Castaño-Mora. 2011. *Kinosternon scorpioides albogulare* (Dumeril and Bocourt 1870) - white throated mud turtle, swanka turtle. *Chelonian Research Monographs* 5: 064.1-064.5.
- Fuentes-Obeid, S., A. Sampedro y M. Ardila-Marulanda. 2003. Importancia de la jicotea (*Trachemys scripta callirostris*: Chelonia, Emydidae) como recurso natural en la comunidad de isla del Coco, Región de La Mojana, Departamento de Sucre, Colombia. *Revista Biología* 17 (2): 126-133.
- Gibbons, J. W., J. L. Greene y J. D. Congdon. 1990. Temporal and spatial movement patterns of sliders and other turtles. Pp. 201–215. En: Gibbons, J. W. (Ed.). Life history and ecology of the Slider Turtle. Smithsonian Institution Press. Washington, DC.
- Hernández-Camacho, J. y H. Sánchez-Páez. 1992. Biomas terrestres de Colombia. Pp. 153-173. En: Halfpter, G. (Ed). La diversidad biológica iberoamericana I. Acta Zoológica Mexicana. México.
- Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1a. ed. San José, Costa Rica. 149 pp.
- Krebs, C. J. 1986. Ecología. Ediciones Pirámide. Madrid, España. 172 pp.
- León, D., P. Peñalver, J. J. Casas, M. Juan, F. Fuentes-Rodríguez, I. Gallego y J. Toja. 2010. Zooplankton richness in farm ponds of Andalusia (southern Spain). A comparison with natural wetlands. *Limnetica* 29: 153-162.
- Martella, B. M., E. Trumper, M. L. Bellis, D. Renison, F. P. Giordano, G. Bazzano y M. R. Gleiser. 2012. Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Biología, Serie Ecología* 5 (1): 1-31.
- Medem, F. 1958. Informe sobre reptiles colombianos (II). El conocimiento actual sobre la distribución geográfica de las Testudinata en Colombia. *Boletín del Museo de Ciencias Naturales, Caracas* 2-3: 13-45.
- Medem, F. 1960. Datos zoogeográficos y ecológicos sobre los Crocodylia y Testudinata de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. *Caldasia* 8: 341-351.
- Medem, F. 1962. La distribución geográfica y ecológica de los Crocodylia y Testudinata en el departamento del Chocó. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 11 (44): 279-342
- Medem, F. 1966. Contribuciones al conocimiento sobre la ecología y distribución geográfica de *Phrynops* (Batrachemys) *dahli*; (Testudinata, Pleurodira, Chelidae). *Caldasia* 9 (3): 467-482.
- Montes-Correa, A. C., L. P. Saboyá-Acosta, V. Páez, K. Veja y J. M. Renjifo. 2014. Distribución de tortugas continentales del Caribe colombiano. *Acta Biologica Colombiana* 19 (3): 341–350.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia. 2015. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B.

- da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A. Lasso, O. V. Castaño-Mora y B. C. Bock (Eds.). 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 528 pp.
- Rueda-Almonacid, J. V. M., J. L. Carr, R. A. Mittermeier, J. V. Rodríguez-Mahecha, R. B. Mast, R. C. Vogt, A. G. J. Rhodin, J. De La Ossa-Velásquez, J. N. Rueda y C. G. Mittermeier. 2007. Las tortugas y cocodrilos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo. Conservación Internacional. Bogotá, Colombia. 270 pp.
- Rueda-A., J. V., P. A. Galvis, C. López y G. Y. Lozano. 2004. Estudio sobre la distribución geográfica y el estatus ecológico de la tortuga carranchina (*Batrachemys dahli*) en el bajo Sinú, departamento de Córdoba. Conservación Internacional, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge. Diagnóstico y acciones de conservación de especies acuáticas amenazadas en la ecoregión del bajo Sinú. Informe final CI-CVS, Colombia. 53 pp.
- Sampedro-Marín, A., P. Tobíos-Atencio y T. Trespalacio-Solana, T. 2012. Estado de conservación de la tortuga “carranchina” (*Batrachemys dahli*) en localidades del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 4 (1): 69-88.
- Sancho, V. e I. Lacomba. 2010. Conservación y restauración de puntos de agua para la biodiversidad. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 73 pp.
- Verdiell-Cubedo, D. 2012. Las charcas ganaderas en la región de Murcia: hábitats acuáticos relevantes para la conservación de la biodiversidad regional. *Revista Eubacteria* 29:1-4.
- Vogt, R. C. 1980. New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia* 1980: 368-371.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis, 4th. Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. USA. 662 pp.

Jaime De La Ossa-V.

Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical,
Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia
jaimedelaossa@yahoo.com

Merly Ardila-Marulanda

Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia
merlyam@yahoo.es

Alejandro De La Ossa-Lacayo

Selvagua SAS, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical,
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia
alejandro.delaossa@yahoo.com

Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Caribe colombiano

Citación del artículo: De La Ossa-V., J., M. Ardila-Marulanda y A. De La Ossa-Lacayo. 2017. Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Caribe colombiano. *Biota Colombiana* 18 (1): 316-324. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a18.

Recibido: 5 de octubre de 2016

Aprobado: 9 de marzo de 2017

Aspectos poblacionales de primates diurnos simpátricos que habitan parches de bosque seco tropical en los Montes de María, Sucre, Colombia

Populational aspects of diurnal sympatric primates inhabiting patches of tropical dry forest in the Montes de María, Sucre, Colombia

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

Resumen

En el presente estudio se determinó la densidad poblacional, tamaño poblacional y composición de grupo, y calculó el espacio vital para tres especies simpátricas de primates diurnos: *Allouata seniculus*, *Cebus capucinus* y *Saguinus oedipus*. Se trabajó con el método del transecto lineal para la ubicación de los grupos y se complementó con el método de seguimiento continuo. Se estudiaron 11 fragmentos de bosque seco tropical del arroyo Pechelín en los Montes de María, Caribe colombiano. El tamaño de grupo hallado para *A. seniculus* fue $7,1 \text{ ind/grupo} \pm 2,14$, valor que se ajusta al intervalo establecido para la especie. Para *C. capucinus* la media fue de $10,5 \text{ ind/grupo} \pm 5,38$, dato comparable con el tamaño mínimo de grupo registrado para la especie, y para *S. oedipus* con una media $3,76 \text{ ind/grupo} \pm 1,87$, mucho menor que lo que se tiene registrado. No obstante, las densidades halladas son menores a los registros históricos que se tienen para las tres especies, consecuentemente el cálculo de espacio vital tomado como valor de comparación el registro histórico mínimo presenta una notable disminución, la cual se puede relacionar con la fragmentación de la cobertura boscosa y el aislamiento en parches.

Palabras clave. Bosque seco tropical. Caribe colombiano. Primates simpátricos. Variables poblacionales.

Abstract

The present study determines the populational density, population size and group composition, and it calculated the home range for three diurnal and sympatric species of primates: *Allouata seniculus*, *Cebus capucinus* y *Saguinus oedipus*. The transect line method was applied for localization of primates groups and it was supplemented with the continuous monitoring method. We studied 11 fragments of tropical dry forest of the Pechelín stream in Montes de María, Colombian Caribbean. The group size found for *A. seniculus* was $7.1 \pm 2.14 \text{ ind/groups}$, it is in accordance with the established range for the species; for *C. capucinus* we observed $10.5 \pm 5.38 \text{ ind/group}$, a value comparable with the minimum size group registered for the species, and *S. oedipus* had $3.76 \pm 1.87 \text{ ind/group}$, which is much lower than usually reported for the species. However, the densities found are lower than the historical records for these three species, and consequently the calculation of home range, taking as comparison the minimum historical record value, shows a significant decrease, which can be related to the fragmentation of the Forest cover and isolation in patches.

Key words. Colombian Caribbean. Population variables. Sympatric primates. Tropical dry forest.

Introducción

El alto grado de amenaza que sufre el bosque seco tropical, producto de su larga historia de transformación y degradación en el Neotrópico y específicamente en Colombia (Otero *et al.* 2006), se suma a las grandes deficiencias que actualmente presentan las estrategias para su conservación (Galván-Guevara *et al.* 2015). Se estima que sólo 3 % de los bosques secos del país están incluidos en áreas protegidas, todos ellos ubicados en la eco-región del Caribe, donde se encuentran los relictos de bosque en mejor estado de conservación (Arango *et al.* 2003).

Para las especies animales, la fragmentación del bosque implica una disminución del hábitat disponible, con una serie adicional de cambios físicos, reflejados en incremento de temperatura y pérdida de humedad, y biológicos como la pérdida de recursos por mortalidad de plantas e insectos (Saunders *et al.* 1991, Ries *et al.* 2004). Las poblaciones de organismos nativos responden a los cambios del hábitat de manera variable, dependiendo de la especie (Robinson *et al.* 1992). Sin embargo, en general, el tamaño poblacional se reduce conforme disminuye el área del hábitat o se incrementa el grado de aislamiento y perturbación del mismo (Bierregaard *et al.* 1992). Sumado a lo anterior, la extracción de recursos forestales y la cacería contribuyen a acelerar la alteración del hábitat residual y a reducir el tamaño de las poblaciones de especies nativas (Stoner *et al.* 2007, Wright y Ackerly 2007).

Ecológicamente, el espacio ocupado por una especie se relaciona con los mecanismos de selección de hábitat y las diferentes variables que tienen influencia, entre las que se tienen: disponibilidad de hábitat, relaciones inter e intraespecíficas y acceso a cobertura y alimento en calidad y cantidad, las cuales determinan características poblacionales (Morris 2003). En los primates neotropicales, diversos trabajos registran la existencia de simpatría (Pozo 2009), que se define como la concordancia geográfica en la presencia de poblaciones o especies distintas (Soler *et al.* 2001). Varias especies de primates pueden vivir en simpatría

diferenciando el uso de hábitat, recursos alimentarios, estrato arbóreo y técnicas de forrajeo (Siemers 2000, Stevenson *et al.* 2000, Vilela 2007). Se tienen registros de simpatría en poblaciones de primates neotropicales (Defler 2010), específicamente para la zona de estudio, donde se ha determinado simpatría entre *Alouatta seniculus*, *Cebus capucinus* y *Saguinus oedipus* (De La Ossa *et al.* 2013).

En el presente estudio se determina y compara la densidad, tamaño y composición de grupo, y se calcula el espacio vital (*home range*) para tres especies simpátricas de primates diurnos *Alouatta seniculus*, *Cebus capucinus* y *Saguinus oedipus*, en una zona transformada de los Montes de María.

Material y métodos

Área de estudio

Se estudiaron 11 fragmentos de relictos de bosque seco tropical que ocupan las dos márgenes del arroyo Pechelín, entre los municipios de Colosó y Toluviejo, localizados entre los 9°29'44''N, 75°20'21''W y los 9°30'35''N y 75°34'24''W, en el departamento de Sucre, Colombia. Esta región se identifica como parte del bioma tropical alternohígrico del cinturón árido pericaribeño (Hernández-Camacho y Sánchez 1992). La ubicación y cálculos de área de los sitios de muestreo (Figura 1), se llevó a cabo según los establecido por Galván-Guevara *et al.* (2015).

La zona de estudio se localiza la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza y Montes de María, ubicada en la parte suroccidental de la Serranía de San Jacinto, departamento de Sucre, entre 200 y 560 m s.n.m., con un área de 6,190 has (Figura 2). Las zonas bajas han sido en gran parte transformadas en pastizales e intensamente intervenidas para la extracción de maderas y leña (Otero *et al.* 2006). El área acusa una alta fragmentación, categorizada como discontinua con parches de bosque de forma irregular y con creciente aislamiento (Galván-Guevara *et al.* 2015).

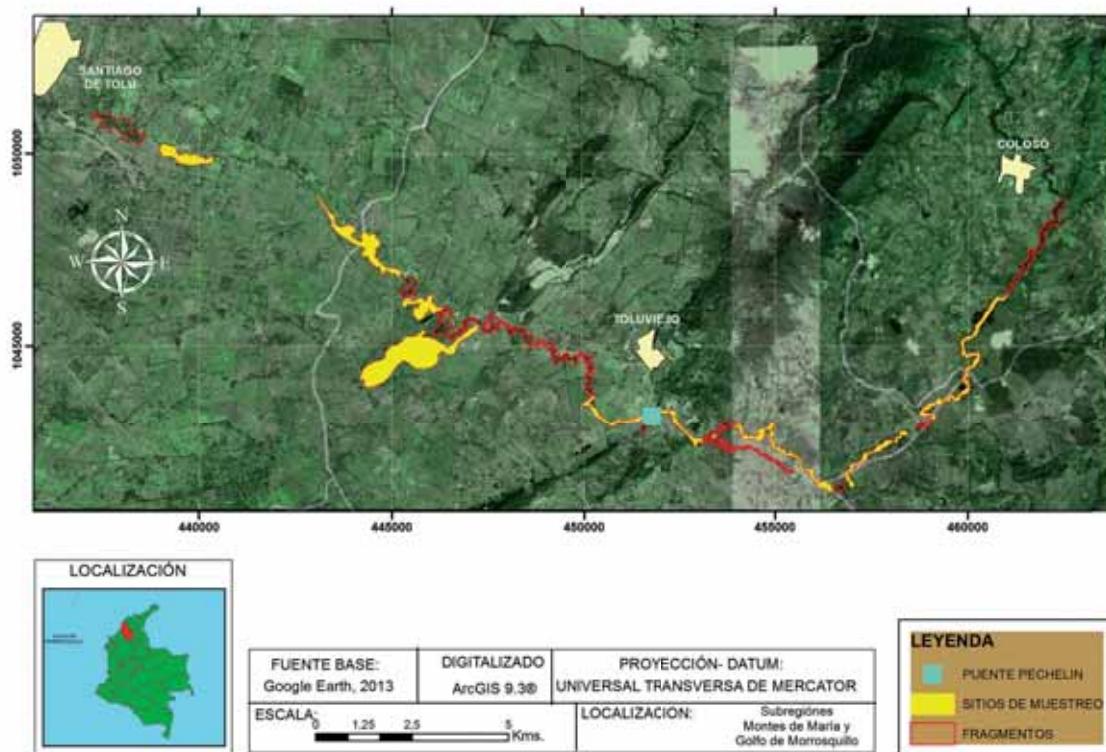


Figura 1. Área de estudio con definición de sitios de muestreo. Fuente: Galván-Guevara *et al.* (2015).



Figura 2. Zona de estudio: A) vista general de los Montes de María. B) Parche boscoso en la zona de estudio. C) Parte interna de uno de los parches de bosque. D) Porción del arroyo Pechelin.

Tabla 1. Coordenadas y medidas de área de cada sitio de muestreo.

Fragmento	Coordenadas UTM		Área (m ²)
	Este	Norte	
1	459878	1044547	221.240
2	458261	1042658	17.800
3	457352	1042029	80.600
4	455193	1042224	160.000
5	453414	1042647	4.520
6	452543	1042913	64880
7	450674	1043209	82.560
8	445462	1044718	138.800
9	445795	1046010	43.600
10	444243	1047659	124.000
11	439596	1049919	57.200
Área total			995.200

Métodos

Muestreos poblacionales

Entre enero a marzo de 2013, se llevó a cabo la toma de información poblacional de las tres especies de primates (*A. seniculus*, *C. capucinus* y *S. oedipus*), utilizando para ubicar e identificar los grupos de primates, el método del transecto lineal con recorridos simultáneos (Burnham *et al.* 1980). En total se trabajaron cinco transectos de 5.000 m cada uno. Se muestreó entre las 06:00 y las 13:00 horas, dos veces/semana, a una velocidad media de 0,7 Km/hora, con dos observadores por transecto y un esfuerzo total de 625 horas. La longitud total del bosque de arroyo trabajado fue de 34 km, el transecto total fue de 24,8 km x 20 m de ancho fijo, para lo cual se tuvo en cuenta la visibilidad máxima lograda (Schaik 1992).

Con el fin de colectar información poblacional detallada, entre los meses de abril a junio de 2013, una vez finalizados los transectos lineales, se trabajó

con el método de seguimiento continuo (Schaik 1992, Gómez-Posada 2005). Se muestreó en cada parche durante 6 horas/día (06:00 a 09:00 horas y 15:00 a 18:00 horas), con cinco grupos de observadores, compuestos por dos persona/grupo, se cubrieron los 11 parches seleccionados a la semana. El esfuerzo total de muestreo fue de 660 horas.

Análisis de información

Los cálculos de densidad media se llevaron a cabo dividiendo el número de total de individuos entre el área total de muestreo determinada en los seguimientos continuos; el espacio vital medio como el valor inverso de la densidad media obtenida (Burt 1943). Para el análisis estadístico los datos fueron organizados en tablas y se aplicó estadística paramétrica. Previa comprobación de la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk, se empleó ANOVA multifactorial para probar la existencia de diferencias significativas entre fragmentos, especies y composición de grupo, igualmente se aplicó la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher, para identificar las diferencias entre fragmentos y densidad poblacional.

Resultados

En la Tabla 2 se presentan los cálculos poblacionales de las tres especies de primates diurnos y simpátricos determinados en este estudio mediante el método de seguimiento continuo.

Se encontraron diferencias significativas entre número de individuos entre fragmentos para las tres especies de primates; igualmente, existe diferencia significativa entre fragmento y la composición de grupos (Tabla 3).

La densidad total calculada y el espacio vital por especie en la totalidad de los fragmentos estudiados, se presenta en la tabla 4.

La prueba de intervalos múltiples para densidad por fragmentos por el método de diferencia mínima significativa (LDS) de Fisher con un nivel de confianza

Tabla 2. Cálculos poblacionales para las tres especies de primates diurnos simpátricos determinados en este estudio (M = macho, H = hembra, J = juvenil, N = neonato).

Especie	Grupos	Individuos totales	Media	DE	Mínimo	Máximo	Composición de grupo			
							M	H	J	N
<i>A. seniculus</i>	25	178	7,12	2,14	3	11,5	1,9	3,4	0,9	0,5
<i>C. capucinus</i>	11	116	10,54	5,38	5	13	2,2	3,7	0,9	0,7
<i>S. oedipus</i>	17	64	3,76	1,87	2	5	0,8	0,9	0,4	0,1

Tabla 3. Análisis de varianza multifactorial del número de individuos por especie y por fragmento.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: fragmento	538,894	10	53,8894	37,72	0,0000
B: especie	148,061	2	74,0303	51,82	0,0000
C: composición	379,545	3	126,515	88,56	0,0000
Interacciones					
AB	138,106	20	6,9053	4,83	0,0000
AC	185,288	30	6,17626	4,32	0,0000
BC	79,4545	6	13,2424	9,27	0,0000
Residuos	85,7121	60	1,42854		
TOTAL (Corregido)	1555,06	131			

Tabla 4. Cálculos medios de densidad y espacio vital para cada una de las tres especies de primates.

Especie	Densidad (ind/ha)	DE	Mín.	Máx.	Espacio vital (ha)	DE	Mín.	Máx.
<i>A. seniculus</i>	1,78	10,19	0,6	35,4	0,56	0,84	0,1	2,3
<i>C. capucinus</i>	1,16	13,62	0,5	46,5	0,86	0,89	0,02	2,78
<i>S. oedipus</i>	0,64	4,2	0,1	13,3	1,55	2,48	0,1	6,9

del 95 %, evidencia diferencias significativas entre los fragmentos (Tabla 5), específicamente en el fragmento 5 cuyas densidades fueron las máximas para las tres especies.

Tabla 5. Comparación estadística de los fragmentos según prueba de intervalos múltiple (LSD) para densidad.

Contraste	Diferencia	+/- Límites
1 - 5	-31,2288	8,69492
2 - 5	-26,6547	8,69492
3 - 5	-29,1468	8,69492
4 - 5	-31,3359	8,69492
6 - 5	31,5568	8,69492
7 - 5	30,4593	8,69492
8 - 5	31,3987	8,69492
9 - 5	29,8761	8,69492
10 - 5	31,3615	8,69492
11 - 5	26,3496	8,69492

Discusión

El tamaño del grupo para *A. seniculus* en los 11 fragmentos muestreados, con una media de $7,12 \pm 2,14$ ind/grupo se encuentra dentro de lo establecido para la especie, similar a la media reportada por Ochoa *et al.* (2011) para la misma formación boscosa, y es concordante con lo reportado por Arroyo-Rodríguez y Días (2010) para fragmentos aislados. Para Colombia, en bosque andino se reconoce una media de 6 ind/grupo (Morales-Jiménez 2002), lo cual es menor a lo registrado en este trabajo, aunque se conoce que el tamaño del grupo puede variar entre 5 y 9,6 ind/grupo (De La Ossa *et al.* 2013). El tamaño de los grupos puede variar desde 2 o 3 hasta más de 16 individuos (Defler 2010), con un tamaño de 6 a 9 individuos.

Grupos más grandes solo se han observado en el Hato Masaguaral, Venezuela con grupos que varían de 5,9 a 16 individuos.

Para *C. capucinus* con 11 grupos detectados, con no más de dos grupos identificados por fragmento, la media fue de $10,54 \pm 5,38$ ind/grupo, valor que se ubica en el límite mínimo de tamaño de grupo registrado para la especie, que está entre 7 y 36 ind/grupo con una media de 17,2 ind/grupo (De La Ossa *et al.* 2013). Es de anotar que, el valor hallado difiere ampliamente del intervalo de 15 a 20 individuos reportado por Defler (2010), para una formación boscosa similar en Costa Rica.

Saguinus oedipus (Figura 3) presenta un tamaño de grupo mayor que el de *C. capucinus* y menor que el de *A. seniculus* (Cuervo *et al.* 1986), lo cual no se ajusta a lo hallado en este trabajo, cuya media $3,76 \pm 1,87$ ind/grupo, que es menor que la de *C. capucinus*. Cabe resaltar que el estudio referenciado presenta una diferencia en tiempo de 30 años, lo que muestra un deterioro poblacional atribuible entre otros factores a fragmentación de ecosistemas boscosos (Galván-Guevara *et al.* 2015). Tomando la información más reciente se tiene que el tamaño de grupo es de 4,34 individuos (Savage *et al.* 2010) y en su hábitat natural se ha observado en grupos de 2 a 9 individuos (Defler 2010), valores significativamente mayores a los hallados en este trabajo.

La composición de grupos muestra para *A. seniculus* un valor que se asemeja a lo hallado por Izawa y Lozano (1992) y Kimura (1992), quienes registran una relación de sexos de 1,5 machos por hembra. Estos datos concuerdan con lo establecido para un grupo típico que posee un promedio de dos o tres hembras adultas, uno o dos machos adultos, un juvenil y un neonato (De La Ossa *et al.* 2013).

En cuanto a la composición etaria, los valores están por encima de los valores para adultos establecido por Morales-Jiménez (2002), pero difieren en la proporción descrita por estos mismos autores establecida de 1:1 (macho: hembra). Aunque existe una pronunciada tendencia por un único macho

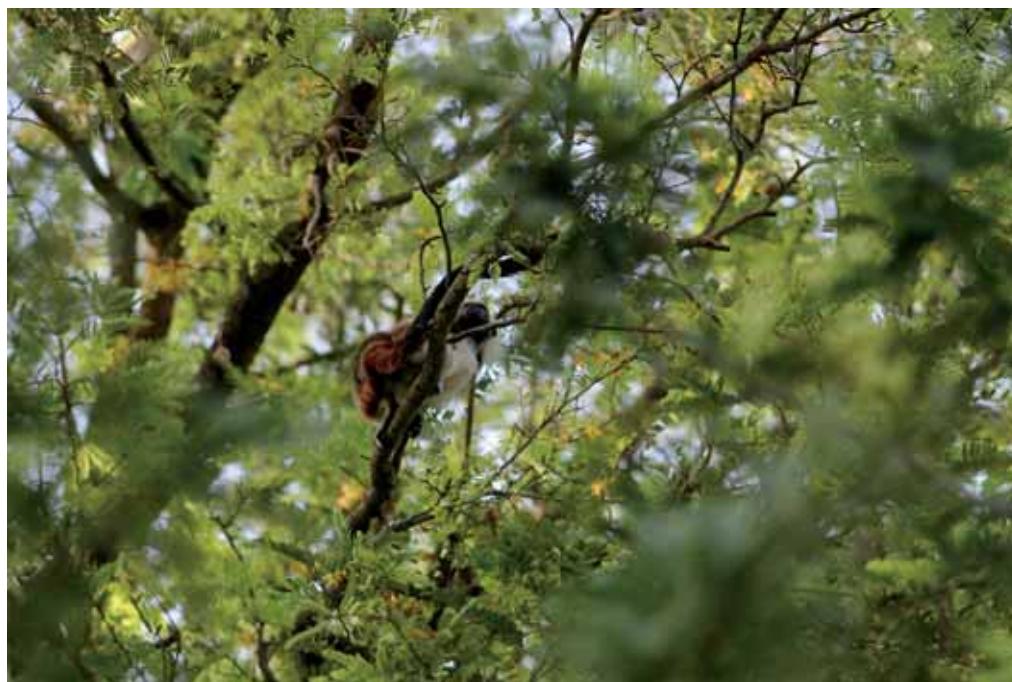


Figura 3. *Saguinus oedipus* en la zona de estudio.

adulto que se presenta como la cabeza de grupo, los grupos tienen generalmente dos machos adultos, y el promedio de adultos machos en poblaciones estudiadas en Venezuela se determinó en 1,65 machos/grupo (Eisenberg 1989). Este valor guarda correspondencia con lo hallado en este trabajo y lo reportado por Defler (2010).

La composición de grupo para *C. capucinus* difiere de los valores reportados por Fedigan y Jack (2001), quienes encontraron una proporción etaria y de sexos de: machos adultos (17-25 %), hembras adultas (27-34 %), juveniles (27-41 %) e infantiles (10-18 %). Es notoria la ausencia de neonatos en los grupos detectados, registrándose un 9,4 % de ocurrencia; pero con una alta proporción de adultos 73 %.

Saguinus oedipus en promedio muestra una composición de grupo de 88,3 % adultos, 8,3 % juveniles y 3,4 % neonatos, lo que representa una relación de edad entre individuos maduros: inmaduros de 7,5:1 (Savage *et al.* 2010), dato que no se ajusta a los valores obtenidos para adultos en este trabajo que fue de 76,5 %, guardando una relación maduro:

inmaduro de 3,3:1, detectándose un desbalance respecto de los individuos inmaduros ya que en el 72,7 % de los fragmentos no se registraron neonatos.

La densidad encontrada para *A. seniculus* es comparativamente baja, ya que en fragmentos de bosque de galería se han encontrado densidades de 2,3 a 6,9 individuos/ha en fragmentos con tamaños entre 9 a 46 ha (Defler 2010), incluso para la misma zona se tiene registro de 1,78 ind/ha (0,6-35,4 ind/ha) (Ochoa *et al.* 2011).

En general, para *A. seniculus* en la zona de estudio se tienen registros de densidad de 3,4-5,5 ind/ha y de 1-11,8 ind/ha (De la Ossa *et al.* 2013). Igualmente, se tiene un estimativo de 2,2 ind/ha (Fajardo-Patiño y De La Ossa 1994), dato muy similar a lo registrado en este estudio. Los valores más bajos de densidad se han registrado en el bajo río Apaporis en el Vaupés, con 0,4 individuos/ha, y en la quebrada del Ayo, un afluente del río Caquetá con 0,1 individuos/ha (Defler 2010), llegando a altas densidades de 15 ind/ha (Crockett y Eisenberg 1987, Chapman y Balcomb 1998).

Para *C. capucinus* la densidad registrada es significativamente baja de acuerdo con los datos disponibles para el área, lo mismo que para *S. oedipus* (Fajardo-Patiño y De La Ossa 1994). Existen reportes de densidades de 1,8 a 2,4 ind/ha e inclusive de 3 ind/ha para *C. capucinus* y de 3 a 12 ind/ha para *S. oedipus* (Defler 2010). Se debe tener en cuenta que la densidad es una variable dependiente de la disponibilidad y distribución de recursos como alimento, agua y lugares seguros para el descanso, por lo tanto, es un indicador de calidad de hábitat (Stevenson y Quiñones 1993). En este caso, la densidad de *A. seniculus* históricamente se mantiene, mientras que para las otras dos especies de primates se reduce ostensiblemente, lo que indica que la constante fragmentación del hábitat está afectando seriamente sus poblaciones, lo cual es concordante con lo indicado por Arroyo-Rodríguez y Días (2010) y Galván-Guevara *et al.* (2015).

Consecuentemente, el espacio vital para las tres especies difiere de los valores reportados. Para *A. seniculus* existe registro mínimo de 4 ha y máximo de 182 ha (Defler 2010); para *C. capucinus* se tiene 50 ha como mínimo y 80 ha como máximo, mientras que para *S. oedipus* se reporta un mínimo de 3,3 ha y máximo 12,3 ha (Defler 2010). Los bajos registros de espacio vital calculados en este estudio se pueden asociar con los efectos de la fragmentación del bosque.

En términos generales los primates pueden ser considerados indicadores de calidad de hábitat, convirtiéndose en actores importantes de la dinámica ambiental del bosque seco tropical (Eisenberg 1989, Bierregaard *et al.* 1992, Robinson *et al.* 1992, De La Ossa y Fajardo 1996, Morales-Jiménez 2002, Defler 2010, Ochoa *et al.* 2011, De La Ossa *et al.* 2013, Galván-Guevara *et al.* 2015). Este aspecto se ve reflejado en los hallazgos de este estudio, al analizar los resultados y comparar la información poblacional con trabajos relacionados en diferentes épocas para la zona de estudio (Cuervo *et al.* 1986, Fajardo y De La Ossa 1994, De La Ossa y Fajardo 1996, Ochoa *et al.* 2011 y De La Ossa *et al.* 2013).

Se corrobora que la fragmentación del arroyo Pechelín debido al cambio del uso del suelo, ha reducido el espacio vital para las tres especies de primates estudiadas, alterando el tamaño, densidad y composición de grupo, sometiendo las especies estudiadas a un proceso de deterioro poblacional y aislamiento nocivo (Fajardo y De La Ossa 1994, De La Ossa y Fajardo 1996, Ochoa *et al.* 2011, De La Ossa *et al.* 2013, Galván-Guevara *et al.* 2015), lo cual encaja de forma perfecta con los planteamientos que relacionan la salud poblacional de los primates con los impactos negativos que se presentan por la fragmentación del hábitat.

Conclusión

A pesar de la relativa tolerancia a cambios en la cobertura vegetal arbórea que tienen las especies *S. oedipus* y *A. seniculus* (Defler 2010), la fragmentación del hábitat produce una modificación de su hábitat natural, conduce al aislamiento poblacional y ocasiona inhabilidad gradual de las especies para mantenerse en fragmentos boscosos, lo cual influye negativamente sobre las poblaciones con un progresivo descenso de la densidad, desequilibrio nocivo en la composición de los grupos, aspecto que se refleja en una reducción del espacio vital, como lo evidencian los resultados de este trabajo.

Literatura citada

- Arango, N., D. Armenteras, M. Castro, T. Gottsmann, O. L. Hernández, C. L. Matallana y M. Morales. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 64 pp.
- Arroyo-Rodríguez, V. y P. Días. 2010. Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *American Journal of Primatology* 72: 1-16.
- Bierregaard, R. O. Jr., T. E. Lovejoy, V. Kapos, A. A. Dos Santos y R. W. Hutchings. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. *Bioscience* 42: 859-866.
- Burnham, P., R. Anderson y L. Laake. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological population. *Wildlife monograph* 72: 15-202.

- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24 (3): 346–352.
- Chapman, C. y S. Balcomb. 1998. Population characteristics of howlers: Ecological conditions or group history. *International Journal of Primatology* 19: 385-403.
- Crockett, C. y J. Eisenberg. 1987. Howlers: Variations in group size and demography. Pp. 54-68. En: Smuts, B., D. Cheney, R. Seyfarth, R. Wrangham y T. Struhsaker (Eds.). Primate Societies. The University of Chicago Press. Chicago, USA.
- Cuervo, A., C. Barbosa y J. De La Ossa. 1986. Aspectos ecológicos y etológicos de primates con énfasis en *Alouatta seniculus* (Cebidae), de la región de Colosó, Serranía de San Jacinto (Sucre), Costa Norte de Colombia. *Caldasia* 14: 68-70.
- De la Ossa-V., J. y A. Fajardo-Patiño. 1996. Densidad del mono aullador *Alouatta seniculus* (Linnaeus, 1766) Mammalia: Primates. En el arroyo Colosó, Departamento de Sucre, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 3: 43-52.
- De La Ossa, V. J., S. Galván-Guevara y A. Fajardo-Patiño. 2013. Densidad, composición de grupo y distribución vertical de Primates simpátricos en un bosque de galería fragmentado, Colosó, Sucre, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica* 16 (1): 185-192.
- Defler, T. 2010. Historia Natural de los Primates de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Conservación Internacional. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 612 pp.
- Eisenberg, J. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern neotropics. Chicago: The University of Chicago Press. Chicago. 449 pp.
- Fajardo-Patiño, A. y J. De La Ossa. 1994. Censo preliminar de primates en la Reserva Forestal Protectora Serranía de Coraza-Montes de María, Sucre; Colombia. *Trianea* 5: 289-303.
- Fedigan, M. y K. Jack. 2001. Neotropical Primates in a Regenerating Costa Rican Dry Forest: A Comparison of Howler and Capuchin Population Patterns. *International Journal of Primatology* 22 (5): 689-713.
- Galván-Guevara, S., G. Ballut-Dajud y J. De La Ossa. 2015. Determinación de la fragmentación del bosque seco del arroyo Pechelín, Montes de María, Caribe, Colombia. *Biota Colombiana* 16 (2): 149-157.
- Gómez-Posada, C., J. Martínez, P. Giraldo y G. H. Kattan. 2007. Density, habitat use, and ranging patterns of Red Howler Monkeys in a Colombian Andean Forest. *Neotropical Primates* 14 (1): 2-10.
- Gómez-Posada, C. 2005. Variabilidad genética y grado de entrecruzamiento entre poblaciones de monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*) en bosques del eje cafetero. Programa Conservación de Biodiversidad en Paisajes Rurales. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 63 pp.
- Hernández-Camacho, J. y H. Sánchez. 1992. Biomas terrestres de Colombia. Pp. 153-173. En: Halfpter, G. (Ed.). La diversidad biológica iberoamericana I. Acta Zoológica Mexicana. México.
- Izawa, K. y M. H. Lozano. 1992. Social changes within a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*), IV. *Field Stud New World Monk, La Macarena, Colombia* 7: 15-27.
- Kimura, K. 1992. Demographic Approach to the Social Group of Wild Red Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*). *Field studies of New World Monkeys, La Macarena, Colombia* 7: 29-34.
- Morales-Jiménez, L. 2002. Densidad de los monos aulladores (*Alouatta seniculus*) en un bosque subandino, Risaralda, Colombia. *Neotropical Primates* 10 (3): 141-144.
- Morris, D. W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia* 136: 1-13.
- Ochoa, D., E. Martínez y J. De La Ossa. 2011. Densidad poblacional y estructura de grupo de *alouatta seniculus* (Primates: Atelidae) en Colosó, Sucre, Colombia. *Revista. U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica* 14 (2): 101-108.
- Otero, E., L. Mosquera, G. Silva y J. Guzmán. 2006. Bosque Seco Tropical en Colombia. Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente. Cali-Colombia. 56 pp.
- Pozo, W. 2009. Uso preferencial de hábitat en primates atelídos en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Boletín Técnico 8. Serie Zoológica* 4-5: 25-34.
- Ries, L., R. J. Fletcher Jr., J. Battin y T. D. Sisk. 2004. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review on Ecology, Evolution and Systematic* 35: 491-522.
- Robinson, G. R., R. D. Hol, M. S. Gaines, S. P. Hamburg, M. L. Johnson, H. S. Fitch y E. A. Martinko. 1992. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. *Science* 257: 524-526.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs y C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5 (1): 18-32.
- Savage, A., L. Thomas, A. Leighty, H. Soto y F. Medina. 2010. Novel survey method finds dramatic decline of wild cotton-top tamarin population. *Nature Communications* 1 (7): 1-30.
- Schaik, C. 1992. Estimating Population Densities of Summation Rain Forest Animals: A Brief Guide. WCI project. USA. 87 pp.
- Siemers, M. 2000. Seasonal variation in food resource and forest strata use by brown capuchin monkeys

- (*Cebus apella*) in a disturbed forest fragment. *Folia Primatologica* 71: 181-184.
- Soler, M., J. Carranza, A. Cordero-Rivera, J. Moreno, C. Senar y J. Soler. 2001. Traducción al español de los términos ingleses más conflictivos utilizados en Etnología, Ecología y Evolución. *Etnología* 9: 43-46.
- Stevenson, P. R., M. J. Quiñones y J. A. Ahumada. 2000. Influence of fruit availability on ecological overlap among four neotropical primates at Tinigua national park, Colombia. *Biotropica* 32 (3): 533-44.
- Stevenson, P. y M. Quiñones. 1993. Vertical stratification of four New World primates at Tinigua National Park, Colombia. *Field Studies of New World Monkeys, La Macarena, Colombia* 8: 11-18.
- Stoner, K. E., K. Vulinec, S. J. Wright y C. A. Peres. 2007. Hunting and Plant Community Dynamics in Tropical Forests: A Synthesis and Future Directions. *Biotropica* 39 (3): 385-392.
- Vilela, L. 2007. Simpatría e dieta de *Callithrix penicillata* (Hershkovitz) (Callitrichidae) e *Cebus libidinosus* (Spix) (Cebidae) em matas de galeria do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira De Zoologia* 24 (3): 601-607.
- Wright, I. y D. Ackerly. 2007. Relationships among ecologically-important dimensions of plant trait variation in 7 Neotropical forests. *Annals of Botany* 99: 1003-1015.

Jaime De La Ossa-V.

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical,
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia
jaimedelaossa@yahoo.com

Silvia Galván-Guevara

Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical,
Universidad de Sucre, Sincelejo (Sucre), Colombia
silgague@gmail.com

Aspectos poblacionales de primates diurnos simpátricos que habitan parches de bosque seco tropical en los Montes de María, Sucre, Colombia

Citación del artículo: De La Ossa-V., J. y S. Galván-Guevara. 2017. Aspectos poblacionales de primates diurnos simpátricos que habitan parches de bosque seco tropical en los Montes de María, Sucre, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 325-334.
DOI: 10.21068/c2017.v18n01a19

Recibido: 30 de agosto de 2016

Aprobado: 22 de marzo de 2017

Diversidad de pequeños mamíferos no voladores (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en Áreas de Protección Estricta de Venezuela

Diversity of non-volant small mammals (Didelphimorphia, Paucituberculata and Eulipotyphla) in the Strictly Protected Areas in Venezuela

Franger J. García, Mariana I. Delgado-Jaramillo y Marjorie Machado

Resumen

Se evalúa la riqueza de especies de tres órdenes de mamíferos (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en las Áreas de Protección Estricta de Venezuela (APE). El estudio se realizó con base al análisis de presencia o ausencia de éstos en cada una de las figuras que agrupan las APE (Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Refugios de Fauna Silvestre). Para esto, se consultaron bases de datos de museos nacionales y extranjeros; se hizo una revisión exhaustiva de revistas indizadas y bibliografía gris y con la información se elaboraron listas para cada APE. Se encontró que estas áreas albergan al 85 % de las especies, agrupadas en los tres órdenes; protegen al 80 % de las amenazadas y a todas las endémicas. Sin embargo, existe un vacío de protección para algunas restringidas a una biorregión en particular o conocidas de pocos registros. Los Parques Nacionales Canaima, Duida-Marahuaca y Yurubí obtuvieron los mayores registros de especies de los grupos evaluados. Como se ha sugerido en trabajos similares, se cree necesario revisar con detalle el plan de ordenamiento territorial venezolano y establecer posibles áreas que funcionen como corredores biológicos; además, crear nuevas figuras de protección que contemplen aquellas especies no ubicadas en alguna de las APE.

Palabras clave. Áreas protegidas. Conservación. Legislación. Riqueza.

Abstract

Based on presence or absence of species, we evaluated the richness of three orders of non-volant small mammals (Didelphimorphia, Paucituberculata and Eulipotyphla) in the strictly protected areas from Venezuela (national parks, natural monuments and wildlife refuges). We reviewed both the literature (including theses and technical reports) as well as databases from national and international museums, and then, made taxonomic lists of every strictly protected area. At least 85% of the species grouped in the three orders were recorded in the evaluated areas. These areas are protecting 80% of the endangered species and all endemic species. However, there is a gap in the protection of some species restricted to particular bioregions or known from few records. The following strictly protected areas are considered the richest in terms of numbers of species: Canaima, Duida-Marahuaca, and Yurubí. Just as has been suggested in similar studies, it is believed necessary to review in more detail the “Plan de Ordenamiento Territorial de Venezuela” to identify possible areas that function as biological corridors, and create new protected areas that include those species not protected in the current system.

Key words. Conservation. Legislation. Protected areas. Richness.

Introducción

En Venezuela existen tres tipos de áreas naturales protegidas, conocidas como Áreas de Protección Estricta (APE), las cuales forman parte del sistema de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), decretadas por los entes gubernamentales (Bevilacqua *et al.* 2006). Las APE agrupan a los parques nacionales, monumentos naturales y refugios de fauna silvestre (Rodríguez y Rojas-Suárez 1998, Bevilacqua *et al.* 2006). Estas figuras se encuentran distribuidas geográficamente por todo el país y fueron creadas para preservar ecosistemas importantes desde el punto de vista ecológico, paisajístico y geológico, entre otros; además de proteger recursos genéticos, procesos ecológicos y constituir una protección legal para el resguardo de la flora y la fauna (Bevilacqua *et al.* 2006).

Las APE actualmente están constituidas por 43 parques nacionales, 36 monumentos naturales y siete refugios de fauna silvestre (Guerrero y Tovar 2011), que en conjunto, ocupan alrededor de 149.000 km²: esto equivale a un poco más del 16 % del territorio nacional (Rodríguez y Rojas-Suárez 1998, Bevilacqua *et al.* 2006). La información mastozoológica generada en estas tres áreas indica que los parques nacionales muestran la mayor cantidad de datos (Gardner 1988, Guerrero *et al.* 1989, Fernández-Badillo y Ulloa 1990, Soriano *et al.* 1990, Ochoa y Gorzula 1992, Ojasti *et al.* 1992, Ochoa *et al.* 1993, Ochoa *et al.* 1995, Bisbal 1998, Ochoa *et al.* 2005, Rivas y Salcedo 2006, García *et al.* 2012), mientras que los monumentos naturales y refugios de fauna silvestre constituyen los menos estudiados (Handley 1976, Bisbal 1990, 2001, Ochoa *et al.* 2000).

No obstante, existe un gran número de las APE que a la fecha se ignora su composición mastozoológica. Este desconocimiento es crítico en aquellas situadas en regiones con un acelerado crecimiento demográfico y que enfrentan amenazas en términos de presión antropogénica como consecuencia de un elevado y constante crecimiento socio-económico (Ochoa *et al.* 1995).

Aunado a esto, existe una gran cantidad de información que se encuentra sólo en colecciones zoológicas nacionales e internacionales y en bibliografía gris (tesis de grado y postgrado, informes técnicos), lo que dificulta su acceso y un mayor conocimiento de la fauna existente en determinadas áreas. En muchos casos, estos datos son inutilizados dado el carácter disperso y no difundido de la información (Delgado-Jaramillo *et al.* 2016).

Entre los mamíferos vivientes de Venezuela, los marsupiales (Didelphimorphia), comadrejas musarañas andinas (Paucituberculata) y musarañas (Eulipotyphla), forman parte de los grupos más ancestrales y constituyen el 10 % del total de esa clase (Sánchez-Hernández y Lew 2012). Su distribución geográfica actual es la siguiente: Didelphimorphia está ampliamente distribuido, tanto en el norte como en el sur del río Orinoco; Eulipotyphla se encuentra restringido a los Andes (Cordillera de Mérida, Macizo El Tamá y Sierra de Perijá) y a la cordillera Central (Serranía del Litoral y Sierra de Aroa) y en cuanto a Paucituberculata, se distribuye geográficamente sólo en los Andes del Macizo El Tamá, oeste del estado Táchira (Handley 1976, Linares 1998, Quiroga-Carmona y Molinari 2012, Quiroga-Carmona 2013, García *et al.* 2014a).

En conjunto, estos grupos acumulan el 24 % del endemismo nacional con cuatro especies de marsupiales (*Marmosa tyleriana*, *Marmosops fuscatus*, *M. ojastii* y *Philander deltae*; Sánchez-Hernández y Lew 2012, García *et al.* 2014a, Díaz-Nieto y Voss 2016) y cuatro musarañas respectivamente (*Cryptotis aroensis*, *C. dinirensis*, *C. meridensis* y *C. venezuelensis*; Quiroga-Carmona y Molinari 2012, Quiroga-Carmona 2013, Quiroga-Carmona y Donascimiento 2016).

El objetivo de este trabajo consistió en recopilar toda la información posible de marsupiales, comadrejas musarañas andinas y musarañas en las APE de Venezuela y de esta manera mostrar lo que se conoce

hasta la fecha sobre la representatividad, distribución geográfica actual y el papel de las áreas protegidas en la conservación de los taxones estudiados. Este análisis se basa en la presencia y/o ausencia de las diferentes especies en cada una de las APE. La información aportada servirá como un indicador de cuáles áreas y especies deberían ser consideradas como prioritarias para esfuerzos de conservación de estos grupos.

Material y métodos

En este trabajo se considera como área de estudio las APE incluidas en las biorregiones continentales propuestas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB 2009), con la excepción de la Cordillera de la Costa, que es dividida en dos biorregiones (cordillera Central y Oriental) y la biorregión Costera Continental incluida en cada una de las áreas que delimitan el continente con la biorregión

marina (Linares 1998). En total, quedaron definidas las siguientes: depresión del Lago de Maracaibo, sistemas de colinas Lara-Falcón, cordillera Central, cordillera Oriental, Llanos, Andes, Delta del río Orinoco, Guayana e Insular (Figura 1).

Con la finalidad de examinar el papel de las APE en la conservación de los grupos en estudio, se analizó la presencia o ausencia de las especies consideradas en alguna categoría de amenaza (En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable), según la reciente edición del Libro Rojo de Venezuela (Rodríguez *et al.* 2015), además de aquellas endémicas o con distribuciones geográficas restringidas, o no incluidas actualmente en alguna categoría, pero que sus poblaciones puedan estar corriendo riesgos por diversos factores de origen humano, como fragmentación, reducción y pérdida de hábitats (Rodríguez y Rojas-Suárez 1998, Sanz 2007).



Figura 1. Mapa político-territorial de Venezuela señalando las biorregiones definidas para el país. Los colores delimitan las nueve biorregiones reconocidas para este estudio.

Para realizar dicho análisis, se elaboraron y actualizaron (en el caso de las áreas que ya contaban con información de los grupos evaluados) listas taxonómicas en cada una de las APE, utilizando como recurso principal trabajos previos y registros digitales almacenados en las siguientes colecciones venezolanas y extranjeras (Anexo 1): Museo de la Estación Biológica de Rancho Grande (EBRG-Maracay), Museo de Historia Natural La Salle (MHNLS-Caracas), Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV-Caracas), Colección de Vertebrados de la Universidad de los Andes (CVULA-Mérida), Laboratorio Museo de Zoología de la Universidad de Carabobo (MZUC-Valencia), American Museum of Natural History (AMNH-Nueva York) y el National Museum of Natural History (NMNH-Instituto Smithsoniano).

Asimismo, se complementó la información con una búsqueda intensiva de registros de mamíferos venezolanos en bases de datos de otras colecciones internacionales, disponibles en línea en el portal “www.vertnet.org.” y se incluyó información accesible para los autores de tesis de grado y postgrado no publicadas e informes técnicos (bibliografía gris). En este último punto, el porcentaje mayor proviene de informes técnicos elaborados por el entonces Ministerio del Poder Popular para el Ambiente venezolano y facilitados a los autores en formato digital.

En el caso de aquellos registros que no especificaban si pertenecían a alguna APE (e. g., “Buena Vista, cerca del Páramo El Tamá, 7°27' N-72°26' O, 2350-2430 m s.n.m.”), se confirmó con la ayuda del programa “Quantum GIS” y el CD-ROM “Cartografía básica de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna Silvestre, Reservas de Fauna y Reservas de Biósfera” (Rodríguez *et al.* 2004).

En este trabajo se toman las siguientes atenciones taxonómicas no señaladas en la última actualización de los mamíferos de Venezuela (Sánchez-Hernández y Lew 2012): *Marmosops carri* es considerado como una especie válida distribuida en Venezuela (Díaz-

Nieto y Voss 2016); *Marmosops impavidus* y *M. neblina* son sinónimos de *M. caucae* (Díaz-Nieto y Voss 2016); *Marmosops cracens* es considerado un sinónimo de *M. fuscatus* (Díaz-Nieto y Voss 2016); *Monodelphis orinoci* o *Monodelphis* sp., es un sinónimo de *M. palliolata* (Pavan *et al.* 2014); *Gracilinanus agilis* no es reconocido para Venezuela y lo que previamente era señalado con ese nombre tentativamente queda asignado como *Gracilinanus* sp. (Anderson *et al.* 2012); *Gracilinanus dryas* no es endémica, ya que su distribución geográfica abarca los Andes colombianos (Voss *et al.* 2009); no se reconoce la presencia de *Marmosops parvidens* para Venezuela y los registros previos son asignados a *M. ojastii*, *M. pakaraimae* o *M. pihneiroi*, según sea el caso (García *et al.* 2014b); no se toma en cuenta la presencia de *Marmosa regina* (AMNH-M-31533) para la cordillera Central (Gardner y Creighton 2008).

Por último, se sigue a Ochoa *et al.* (1995), en el criterio de distribución geográfica (amplia o restringida) pero con las siguientes modificaciones: se define a una especie con amplia distribución geográfica en Venezuela, si su presencia abarca más de dos biorregiones al norte del río Orinoco e incluye al menos una biorregión al sur de este río. Para el caso de estar restringida, si sólo se ha registrado en dos biorregiones o en sólo una en cualquiera de los dos lados del río Orinoco (norte y sur).

Resultados

En el Anexo 2 se muestra el total de marsupiales, comadrejas musarañas andinas y musarañas para Venezuela. Según la lista que se presenta se confirman 33 especies en el orden Didelphimorphia, una especie de Paucituberculata y seis de Eulipotyphla. De igual manera, se aprecia que un alto número de las especies estudiadas (89 %), están dentro de las APE evaluadas.

Tres especies de marsupiales no cuentan con registros en alguna APE (*Marmosa lepida*, *Monodelphis adusta* y *Gracilinanus* sp.). Tampoco existen registros para la única especie de comadreja musaraña andina (*Caenolestes fuliginosus*) y para una musaraña (*Cryptotis tamensis*).

Se identificaron cinco especies (11 % del total) en dos categorías de amenazas: *Cryptotis aroensis*, *C. venezuelensis* (En Peligro) y *Marmosops ojastii*, *Caenolestes fuliginosus* y *C. meridensis* (Vulnerable). En las APE se encuentran las cuatro especies tanto de marsupiales como de musarañas señaladas hasta ahora como endémicas de Venezuela (Anexo 2).

En cuanto a la presencia de las diferentes especies en las APE, los resultados fueron los siguientes: 5 % están presentes en todas las Áreas de Protección Estricta (*Marmosa robinsoni* y *Didelphis marsupialis*), 20 % se encuentran sólo en Parques Nacionales y Monumentos Naturales (*Caluromys lanatus*, *C. trinitatis*, *Marmosa demerarae*, *Monodelphis brevicaudata*, *M. palliolata*, *Didelphis imperfecta*, *Marmosops carri* y *M. ojastii*) y 60 % se distribuyen en por lo menos una de las tres figuras (Anexo 2).

En el Anexo 3, se observa la riqueza de especies de los grupos evaluados para cada una de las APE en las nueve biorregiones definidas en este trabajo. Los Parques Nacionales Canaima, Duida-Marahuaca, Yurubí, Henri Pittier, Perijá, Sierra de la Culata, Jaua-Sarisariñama y Guatopo obtuvieron el más alto número de registros de las especies evaluadas (entre ocho y 12). Los Monumentos Naturales Pico Codazzi, Juan Germán Roscio y Autana obtuvieron entre tres y cuatro. Por último, los Refugios de Fauna Silvestre Laguna Boca de Caño, Ciénaga de los Olivitos y de la Tortuga Arrau poseen al menos un registro.

Discusión

De los grupos evaluados se desprenden varios aspectos que deberían tenerse en cuenta para alcanzar objetivos de conservación a mediano y largo plazo. El análisis se describe a continuación. Considerando sólo el listado taxonómico en cada una de las APE, los marsupiales indudablemente son el grupo mejor representado y en este aspecto las APE (especialmente los parques nacionales) pudieran estar funcionando como lugares de protección para el grupo. Sin embargo, este argumento está condicionado por variables no tomadas en cuenta en este trabajo que se relacionan con el esfuerzo

de muestreo entre cada una de las áreas, superficies de cada una de éstas, tipos de hábitats entre otros atributos.

Aunque la mayoría de los taxones del orden Didelphimorphia están presentes en más de un área protegida (e. g., *Marmosa murina*, *M. robinsoni*, *M. demerarae*, *Monodelphis brevicaudata*, *Didelphis marsupialis*, *Marmosops carri*), existen pocos estudios ecológicos y poblacionales prolongados en esas áreas (e. g., O'Connell 1979, García *et al.* 2013), lo que implica que no existe conocimiento de cuáles pueden ser las amenazas reales o los riesgos potenciales de esas especies por diferentes factores de origen natural como competencia, depredación, disponibilidad de recursos, etc., que pudieran derivar en reducciones poblacionales. Hay que destacar que el fuerte de la información de este grupo en las APE proviene de inventarios zoológicos realizados con fines de colectas para museos y estudios posteriores de taxonomía y sistemática (e. g., Handley 1976). Esto toma aún más valor si se mira con detalle a aquellas especies restringidas a una APE, o a una biorregión en particular y que carecen de información (e. g., *Marmosa xerophila*, *M. waterhousei*, *Marmosops pakaraimae*, *M. pihneiroi*, *Lutreolina crassicaudata* y *Philander deltae*); hasta qué punto se sabe si su sobrevivencia puede estar condicionada por otros factores no asociados con la fragmentación o destrucción de los hábitats, como por ejemplo, el cambio climático que puede influir en los patrones de precipitación, temperatura y por ende, afectar la reproducción de vertebrados (Hawkins *et al.* 2003).

Otro aspecto a revisar es el estado de conservación de algunas especies pertenecientes a los tres grupos evaluados; un ejemplo lo representa *Caenolestes fuliginosus* (considerada en niveles críticos de conservación en Venezuela; Rodríguez *et al.* 2015), la cual carece de registros en áreas pertenecientes a los parques nacionales o monumentos naturales adyacentes a su distribución geográfica (Handley 1976, Soriano *et al.* 1999). Poco o nada se sabe sobre la ecología de esa especie y los registros tienen que ver, igualmente con distribución geográfica y taxonomía (Handley 1976, Soriano *et al.* 1999).

Otros taxones de interés de conservación no incluidos en las APE actuales son *Monodelphis adusta*, *Marmosa lepida* y *C. tamensis*. Las tres especies pueden ser consideradas como raras y restringidas a hábitats particulares, según registros de colectas en museos y literatura; en este caso, a la Cordillera de Mérida (*Monodelphis adusta*; Soriano *et al.* 1999), a los bosques húmedos de tierras bajas de la Guayana venezolana (*M. lepida*; Ochoa *et al.* 2009) y a los bosques nublados en asociación con páramos en el Macizo del Tamá (*C. tamensis*; Woodman 2002).

La alta representatividad de la mayoría de las especies evaluadas presentes en las APE de Venezuela puede ser visto como un ejemplo de protección de los grupos seleccionados (particularmente marsupiales); sin embargo, no sólo la riqueza debe ser considerada como un indicador de niveles estables de conservación, sino que también hay que tomar en cuenta otros parámetros ecológicos y poblacionales como la competencia intra e interespecífica, amplitud en el aprovechamiento de recursos, depredación, entre otros, que permitan una mayor interpretación de las dinámicas en cada uno de esos ecosistemas (Chape *et al.* 2005).

Aunque Venezuela se encuentra ubicada dentro de los diez países con mayor diversidad del Planeta (Aguilera *et al.* 2003) y que posee uno de los sistemas más extensos de áreas naturales protegidas de América Latina (Bevilacqua *et al.* 2006, Guerrero y Tovar 2011), es indudable que aún existen desafíos por resolver en cuanto a la protección de la fauna silvestre presente en todo el territorio nacional (Rodríguez y Rojas-Suárez 1998, Rodríguez *et al.* 2015).

Al igual como se ha sugerido en estudios que evaluaron la efectividad de las áreas protegidas en Venezuela sobre algún grupo de vertebrados (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995, Sanz 2007), en el presente trabajo se cree que es necesario revisar con más detalle el plan de ordenamiento territorial venezolano; establecer posibles áreas que sirvan como corredores biológicos y nuevas figuras dentro de algunas de las categorías de las APE para aquellas especies o regiones que ameritan protección de la biota autóctona.

Conclusiones

Las Áreas de Protección Estricta en Venezuela sin duda garantizan la protección y posible conservación de la diversidad biológica que albergan. Sin embargo, se deben orientar esfuerzos por parte de los organismos encargados (gobierno, universidades, centros de investigaciones, etc.), que contemplen, entre otros aspectos, la asignación de recursos económicos para la vigilancia y control, capacitación de personal e investigaciones básicas como un primer paso que permita generar planes de protección, manejo y conservación, en conjunto con las comunidades asociadas con éstas.

Agradecimientos

A Dayana Araujo-Reyes por la ayuda en la confirmación de algunos registros en las diferentes APE evaluadas. Olga L. Herrera y Kimberlyn Fonseca (Fundación La Salle de Ciencias Naturales), Javier Sánchez-Hernández (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente), Carmen Ferreira (Universidad Central de Venezuela), Johnny J. Murillo y Pascual J. Soriano (Universidad de los Andes) por el suministro de registros digitales pertenecientes a los siguientes museos: MHNLS, EBRG, MBUCV y CVULA, respectivamente. Dos revisores anónimos contribuyeron con buenas críticas y sugerencias para mejorar la primera versión del manuscrito.

Referencias

- Aguilera, M., A. Azócar y E. González. 2003. Venezuela: un país megadiverso. Pp: 1056-1107. En: Aguilera, M., A. Azócar y E. González (Eds.). Biodiversidad en Venezuela. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fonacit, Caracas, Venezuela.
- Anderson, R. P., E. E. Gutiérrez, J. Ochoa-G., F. J. García y M. Aguilera. 2012. Faunal nestedness and species-areas relationship for small non-volant mammals in “sky islands” in northern Venezuela. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 47: 157-170.
- Anduze, P. J. 1956. Lista de los mamíferos señalados hasta el presente en Venezuela. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 43: 5-18.
- Bevilacqua, M., L. Cárdenas y D. Medina. 2006. Las Áreas protegidas en Venezuela: Diagnóstico de su condición

- 1993/2004. Fundación Polar, ACOANA, IUCN. Caracas, 165 pp.
- Bisbal, F. J. 1990. Inventario preliminar de la fauna del Cerro Santa Ana, Península de Paraguaná-Estado Falcón, Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 41: 177-185.
- Bisbal, F. J. 1995. Mamíferos de la región pantanosa de los estados Monagas y Sucre, Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 46: 288-293.
- Bisbal, F. J. 1998. Mamíferos de la Península de Paria, Estado Sucre, Venezuela y sus relaciones biogeográficas. *Interciencia* 23: 176-181.
- Bisbal, F. J. 2001. Estudio preliminar de los vertebrados del Refugio de Fauna Silvestre Laguna Boca de Caño, Península de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. *Revista de la Unellez de Ciencia y Tecnología* 19: 1-17.
- Boher, B. S. 1986. Inventario preliminar de la mastofauna del Parque Nacional Yacambú. Informe Técnico. Instituto Nacional de Parques. Caracas, 14 pp.
- Brown, B. E. 2004. Atlas of the new world marsupials. *Fieldiana Zoology* 102: 1-308.
- Chape, S., J. Harrison, M. Spalding e I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 360: 443-455.
- Delgado-Jaramillo, M., F. J. García y M. Machado. 2016. Diversidad de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en las áreas de protección estricta de Venezuela. *ECOTRÓPICOS* 29 (1-2): 28-42.
- Díaz-Nieto, J. F. y R. S. Voss. 2016. A revision of the didelphid marsupial genus *Marmosops*, Part 1. Species of the genus *Sciophanes*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 402: 1-70.
- Fernández-Badillo, A. y G. Ulloa. 1990. Fauna del Parque Nacional Henri Pittier, Venezuela: composición y diversidad de la mastofauna. *Acta Científica Venezolana* 41: 50-63.
- García, F. J., M. I. Delgado-Jaramillo, M. Machado y L. Aular. 2012. Preliminary inventory of mammals from Yurubí National Park, Yaracuy, Venezuela with some comments on their natural history. *Revista de Biología Tropical* 60: 459-472.
- García, F. J., M. I. Delgado-Jaramillo, M. Machado, L. Aular y Y. Mújica. 2013. Pequeños mamíferos no voladores de un bosque nublado del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: abundancias relativas y estructura poblacional. *Interciencia* 38: 719-725.
- García, F. J., M. I. Delgado-Jaramillo, M. Machado y L. Aular. 2014a. Mamíferos de la Sierra de Aroa, Estado Yaracuy, Venezuela: listado taxonómico y la importancia de su conservación. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 176: 5-22.
- García, F. J., J. Sánchez-Hernández y T. B. F. Semedo. 2014b. Descripción de una nueva especie de comadrejita ratona del género *Marmosops* (Didelphimorphia, Didelphidae). *Therya* 5: 701-723.
- Gardner, A. L. 1988. The mammals of Parque Nacional Serranía de la Neblina, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Pp: 695-765. En: Brewer-Carias, C. (Ed.). Cerro La Neblina: Resultados de la expedición 1983-1987. SUCAE, Caracas, Venezuela.
- Gardner, A. L. y G. K. Creighton. 2008. Genus *Micoureus* Lesson, 1842. Pp: 74-82. En: Gardner, A. L. (Ed.). Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Guerrero, R., R. Hoogesteijn y P. J. Soriano. 1989. Lista preliminar de los mamíferos del cerro Marahuaca, T. F. Amazonas, Venezuela. *Acta Terramaris* 1: 71-77.
- Guerrero, E. y A. Tovar. 2011. Capítulo Venezuela. Pp: 178-184. En: Elbers, J. (Ed.). Las Áreas Protegidas de América Latina: situación actual y perspectivas para el futuro. Quito, Ecuador.
- Gutiérrez, E. E., R. P. Anderson, R. S. Voss, J. Ochoa-G., M. Aguilera y S. A. Jansa. 2014. Phylogeography of *Marmosa robinsoni*: insights into the biogeography of dry forest in northern South America. *Journal of Mammalogy* 95: 1175-1188.
- Handley, C. O. Jr. 1976. Mammals of the Smithsonian Venezuelan Project. *Brigham Young University Science Bulletin of the Biological Series* 20: 1-91.
- Hawkins, B. A., R. Field, H. V. Cornell, D. J. Currie, J. F. Guégan, D. M. Kaufman, J. T. Kerr, G. G. Mittelbach, T. Oberdorff, E. M. O'Brien, E. E. Porter y J. R. G. Turner. 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84: 3105-3117.
- Lew, D., B. A. Rivas, H. Rojas y A. Ferrer. 2009. Capítulo 6 Mamíferos del Parque Nacional Canaima. Pp: 153-179. En: Señaris, J. C., D. Lew y C. Lasso (Eds.). Biodiversidad del Parque Nacional Canaima: bases técnicas para la conservación de la Guayana venezolana. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y The Nature Conservancy, Caracas.
- Linares, O. J. 1997. New locality records of mouse opossums from Venezuela (Marsupialia: Didelphidae). *Mammalia* 61: 255-259.
- Linares, O. J. 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad conservacionista Audubon de Venezuela. Caracas, 691 pp.
- López-Fuster, M. J., R. Pérez-Hernández, J. Ventura y M. Salazar. 2000. Effect on the environment on skull-size variation in *Marmosa robinsoni* in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 81: 829-837.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 1999. Inventario de fauna en el Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca "Ciénaga de los

- Olivitos". Sectores Caño Nuevo, Las Callejuelas, Las Tareas y Caño Oribor. Informe Técnico. Maracay, 31 pp.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2003. Inventario preliminar de fauna silvestre del Parque Nacional Juan Crisóstomo Falcón, Sierra de San Luis, estado Falcón. Serie Informes Técnicos ONBD/IT/420. Maracay, 87 pp.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2006. Inventario preliminar de la fauna del Parque Nacional Diriá. Estados Lara, Portuguesa y Trujillo. Sector Norte. Serie Informes Técnicos ONDB/IT/423. Maracay, 82 pp.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2007. Listado preliminar de la fauna del Refugio de Fauna Silvestre y Zona Protectora de la Tortuga Arrau. Orinoco medio-Edos. Apure y Bolívar. Serie Informes Técnicos ONDB CNCRG/IT/425. Maracay, 71 pp.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2009. Inventario de los vertebrados del Monumento Natural Juan Germán Roscio, Estados Guárico y Carabobo. Serie de Informes Técnicos ONDB/DF/IT/433. Maracay, 49 pp.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2012. Inventario de fauna en la región norte del sector oriental del Parque Nacional Canaima. Serie de Informes Técnicos ONDB DF/IT/437. Maracay, 78 pp.
- MINAMB (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente). 2009. Mapa de biorregiones de la República Bolivariana de Venezuela. Oficina Nacional de Diversidad Biológica-Dirección de Áreas Naturales Protegidas, Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (I.G.V.S.B).
- Méndez, J. L. 1953. La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle en Perijá. Parte V. Zoología. Estudio de los mamíferos. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 34: 81-120.
- Musso, A. Q. 1962. Lista de los mamíferos conocidos de la Isla de Margarita. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 63: 163-180.
- Ochoa-G., J. 1985. Nueva localidad para *Marmosa tyleriana* (Marsupialia: Didelphidae) en Venezuela. *Doñana Acta Vertebrata* 12: 183-185.
- Ochoa-G., J. y S. Gorzula. 1992. Los mamíferos del macizo de Chimantá con algunos comentarios sobre las comunidades de las cumbres tepuyanas. Pp: 295-302. En: Huber, O. (Ed.). El macizo del Chimantá, Escudo de Guayana, Venezuela: Un ensayo Ecológico Tepuyano. Caracas, Venezuela.
- Ochoa-G., J., C. Molina y S. Giner. 1993. Inventario y estudio comunitario de los mamíferos del Parque Nacional Canaima, con una lista de las especies registradas para la Guayana venezolana. *Acta Científica Venezolana* 44: 245-262.
- Ochoa-G., J., M. Aguilera y P. J. Soriano. 1995. Los mamíferos del Parque Nacional Guatopo (Venezuela): lista actualizada y estudio comunitario. *Acta Científica Venezolana* 46: 174-187.
- Ochoa-G., J., M. O'Farrel y B. Miller. 2000. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica* 2: 171-183.
- Ochoa-G., J., M. Bevilacqua y F. J. García. 2005. Evaluación ecológica rápida de las comunidades de mamíferos en cinco localidades del Delta del Orinoco, Venezuela. *Interciencia* 30: 466-475.
- Ochoa-G., J., F. J. García, S. Caura y J. Sánchez-Hernández. 2009. Mamíferos de la cuenca del río Caura: listado taxonómico y distribución conocida. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 170: 5-80.
- Ojasti, J., R. Guerrero y O. Hernández. 1992. Mamíferos de la expedición Tapirapecó, estado Amazonas, Venezuela. *Acta Biológica Venezolana* 14: 27-40.
- O'Connell, M. A. 1979. Ecology of didelphids marsupials from northern Venezuela. Pp: 73-87. En: Eisenberg, J. F. (Ed.). Vertebrate ecology in the northern Neotropics. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- Pavan, S. E., S. A. Jansa y R. S. Voss. 2014. Molecular phylogeny of short-tailed opossums (Didelphidae: *Monodelphis*): Taxonomic implications and test of evolutionary hypotheses. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 79: 199-214.
- Pérez-Hernández, R., P. J. Soriano y D. Lew. 1994. Marsupiales de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Caracas, 77 pp.
- Prieto-Torres, D., A. Belandria-Abad y U. Gómez. 2008. Avistamiento de *Chironectes minimus* (Didelphidae) en la Sierra de Perijá, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 42: 576-571.
- Prieto-Torres, D., A. Belandria-Abad, U. Gómez y Rosana Calchi. 2011. Lista preliminar de los mamíferos no voladores en tres localidades de la vertiente suroriental de la Sierra de Perijá, Estado Zulia-Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 45: 21-34.
- Quiroga-Carmona, M. 2011. Taxonomía del género *Cryptotis* Pomel 1848 (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae) en Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Carabobo, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Departamento de Biología. Valencia, Venezuela, 57 pp.
- Quiroga-Carmona, M. y J. Molinari. 2012. Description of a new shrew of the genus *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae) from the Sierra de Aroa, an isolated mountain range in northwestern Venezuela, with remarks on biogeography and conservation. *Zootaxa* 3441: 1-20.

- Quiroga-Carmona, M. 2013. Una nueva especie de musaraña del género *Cryptotis* (Soricomorpha: Soricidae) de la Serranía del Litoral en el norte de Venezuela. *Mastozoología Neotropical* 20: 123-137.
- Quiroga-Carmona, M. y N. Woodman. 2015. A new species of *Cryptotis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) from the Sierra de Perijá, Venezuelan-Colombian Andes. *Journal of Mammalogy* 96: 800-809.
- Quiroga-Carmona, M. y C. Donascimiento. 2016. A new species of small-eared shrew of the genus *Cryptotis* Pomel, 1848 (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) from the easternmost mountains of the Venezuelan Andes. *Mammalian Biology* 81: 1-12.
- Rivas, B. A. y M. A. Salcedo. 2006. Lista actualizada de los mamíferos del Parque Nacional El Ávila, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 164: 29-56.
- Rivas, B. A., A. Ferrer y F. J. García. 2008. Mamíferos. Pp: 177-196. En: Lasso, C. y J. C. Señaris (Eds.). Biodiversidad animal del caño Macareo, Punta Pescador y áreas adyacentes, Delta del Orinoco. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y StatoilHydro.
- Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez. 1998. Las áreas protegidas estrictas y la conservación de la fauna venezolana amenazada. *Acta Científica Venezolana* 49: 173-178.
- Rodríguez, J. P., R. Lazo, L. A. Solórzano y F. Rojas-Suárez (Eds.). 2004. Cartografía digital básica de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna, Reservas de Fauna y Reservas de Biósfera. Versión 1.0, CD ROM y en-línea. Disponible en Internet: <http://ecosig.ivic.ve/anapro.htm>. Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Conservación Internacional Venezuela, Unesco y Oficina Nacional de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, J. P. y F. Rojas-Suárez (Eds.). 2008. Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell Venezuela, S. A. Caracas, Venezuela, 364 pp.
- Rodríguez, J. P., A. García-Rawlins y F. Rojas-Suárez. 2015 (Eds.). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Provita y Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela. Recuperado de: animalesamenazados.provita.org.ve.
- Rossi, R. V. 2005. Revisão taxonômica de *Marmosa* Gray, 1821 (Didelphimorphia, Didelphidae). Tesis Doctoral. Universidad de São Paulo, Brasil, 321 pp.
- Rossi, R. V., R. S. Voss y D. P. Lunde. 2010. A revision of the didelphid marsupial genus *Marmosa*, Part 1. The species in the Tate's 'mexicana and mitis section' and other closely related forms. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 334: 1-83.
- Sánchez-Hernández, J. y J. Ochoa-G. s/f. Inventario de fauna silvestre del Territorio Federal Amazonas. Lista parcial de los mamíferos de la Reserva Forestal Sipapo y los Parques Nacionales Yapacana, Duida-Marahuaca y Serranía La Neblina. Informe Técnico MARN IF-62. Amazonas, 14 pp.
- Sánchez-Hernández, J. y D. Lew. 2012. Lista actualizada y comentada de los mamíferos de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 173-174: 173-238.
- Sanz, V. 2007. ¿Son las áreas protegidas de la Isla de Margarita suficientes para mantener su biodiversidad? Análisis espacial del estado de conservación de sus vertebrados amenazados. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 167: 111-130.
- Soriano, P. J., A. Utrera y M. Sosa. 1990. Inventario preliminar de los mamíferos del Parque Nacional General Cruz Carrillo (Guaramacal), Estado Trujillo, Venezuela. *Biollania* 7: 83-99.
- Soriano, P. J., A. Díaz de Pascual, J. Ochoa-G. y M. Aguilera. 1999. Biogeographic analysis of the mammal communities in the venezuelan Andes. *Interciencia* 24: 17-25.
- Ventura, J., R. Pérez-Hernández y M. J. López-Fuster. 1998. Morphometric assessment of the *Monodelphis brevicaudata* group (Didelphimorphia: Didelphidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 79: 104-117.
- Ventura, J., M. Salazar, R. Pérez-Hernández y M. J. López-Fuster. 2002. Morphometrics of the genus *Didelphis* (Didelphimorphia: Didelphidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 83: 1087-1096.
- Viloria, A. L. y R. Calchi La C. 1993. Una lista de los vertebrados vivientes de la Sierra de Perijá, Colombia y Venezuela. *Biollania* 9: 37-69.
- Voss, R. S., D. W. Flick y J. A. Jansa. 2009. On the diagnostic characters, ecogeographic distribution, and phylogenetic relationship of *Gracilinanus emiliae* (Didelphimorphia: Didelphidae: Thylamyini). *Mastozoología Neotropical* 16: 433-443.
- Voss, R. S., B. K. Lim, J. F. Díaz-Nieto y S. A. Jansa. 2013. A new species of *Marmosops* (Marsupialia: Didelphidae) from the Pakaraima Highlands of Guyana, with remarks on the origin of the endemic Pantepui mammal fauna. *American Museum Novitates* 3778: 1-27.
- Woodman, N. 2002. A new species of small-eared shrew from Colombia and Venezuela (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae: genus *Cryptotis*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115: 249-272.
- Woodman, N. y J. Péfaur. 2008. Order Soricomorpha. Pp: 177-187. En: Gardner, A. L. (Ed.). *Mammals of South America, Volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago.

Anexo 1. Áreas de Protección Estricta en Venezuela para la cual se cuenta con información de mamíferos agrupados en los órdenes Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla. Se señala la fuente que se utilizó para elaborar las listas y los acrónimos de las instituciones están descritos en la sección de Material y métodos.

Pt=Parima-Tapirapecó (EBRG, MHNLS, MBUCV, Ojasti *et al.* 1992, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004); Sn=Serranía La Neblina (EBRG, MBUCV, AMNH, NMNH, Sánchez-Hernández y Ochoa s/f, Gardner 1988, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004); Dm=Duida-Marahuaca (EBRG, MHNLS, CVULA, AMNH, NMNH, Sánchez-Hernández y Ochoa-G s/f, Handley 1976, Guerrero *et al.* 1989, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 1998, Brown 2004, Rossi 2005); Yp=Yapacana (EBRG, Sánchez-Hernández y Ochoa s/f); Js=Jaua-Sarisariñama (EBRG, Ochoa 1985, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 1998, Ochoa *et al.* 2009); Ca=Canaima (EBRG, MHNLS, AMNH, NMNH, Ochoa y Gorzula 1992, Ochoa *et al.* 1993, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004, Lew *et al.* 2009, Rossi *et al.* 2010, MARN 2012, Voss *et al.* 2013, García *et al.* 2014b); Au=Cerro Autana (EBRG), Vi=Cerro Vinilla (EBRG); Yav=Cerro Yaví (EBRG); Gn=Cerro Guanay (EBRG); Ma=Mariusa (EBRG, MHNLS, Ochoa *et al.* 2005, Rivas *et al.* 2008); Pa=Península de Paria (EBRG, MHNLS, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Bisbal 1998); Cc=Cinaruco-Capanaparo (NMNH, Handley 1976); Msj=Morros de San Juan (NMNH, Handley 1976); Tar=Tortuga Arrau (MARN 2007); Ech=Esteros de Chiriguare (EBRG, Pérez-Hernández *et al.* 1994, López-Fuster *et al.* 2000, Brown 2004); Gcc=General Cruz Carrillo “Páramos de Guaramacal” (MHNLS, CVULA, Soriano *et al.* 1990, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Woodman 2002, Quiroga-Carmona 2011, Quiroga-Carmona y Donascimiento 2016); Sne=Sierra Nevada (EBRG, MHNLS, CVULA, NMNH, VertNet, Handley 1976, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Soriano *et al.* 1999, Woodman 2002, Brown 2004, Quiroga-Carmona 2011, Quiroga-Carmona y Molinari 2012); Cu=Sierra de La Culata (MHNLS, MBUCV, NMNH, VertNet, Handley 1976, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Woodman 2002, Brown 2004, Quiroga-Carmona y Molinari 2012); Jpp=Juan Pablo Peñaloza “Batallón y La Negra” (CVULA, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 2002); Yc=Yacambú (MBUCV, CVULA, Boher 1986, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004); Di=Dinira (EBRG, MHNLS, MARN 2006, Quiroga-Carmona y Donascimiento 2016); Pe=Perijá (MHNLS, CVULA, NMNH, Méndez 1953, Handley 1976, Viloria y Calchi La C. 1993, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 1998, Woodman 2002, Brown 2004, Woodman y Péfaur 2008, Prieto-Torres *et al.* 2008, 2011, Quiroga-Carmona y Woodman 2015); Ta=Páramo El Tamá (MHNLS, Anduze 1956, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 2002, Brown 2004); Jcf=Juan Crisóstomo Falcón “Sierra de San Luis” (EBRG, MHNLS, AMNH, MARN 2003, Anderson *et al.* 2012, Gutiérrez *et al.* 2014); Csa=Cerro Santa Ana (EBRG, AMNH, NMNH, Handley 1976, Bisbal 1995, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004, Rossi *et al.* 2010, Anderson *et al.* 2012, Gutiérrez *et al.* 2014); Lbc=Laguna Boca de Caño (Bisbal 2001); Cua=Cuare (MBUCV); Clo=Ciénagas de los Olivitos (EBRG, MARN 1999); Cec=Cerro Copey-Jívito Villalba (MHNLS, Musso 1962, Pérez-Hernández *et al.* 1994, López-Fuster *et al.* 2000, Brown 2004); Cmg=Cerro Matasite y Guayamurí (MHNLS, Musso 1962, Pérez-Hernández *et al.* 1994, López-Fuster *et al.* 2000, Brown 2004); Hp=Henri Pittier (EBRG, MHNLS, MBUCV, CVULA, AMNH, NMNH, Handley 1976, Fernández-Badillo y Ulloa 1990, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Brown 2004, Rossi *et al.* 2010, García *et al.* 2014b); Yu=Yurubí (EBRG, MZUC, García *et al.* 2012, 2013, 2014b); Gtp=Guatopo (EBRG, MHNLS, MBUCV, NMNH, Handley 1976, O’Connell 1979, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ochoa *et al.* 1995, Brown 2004); Wr=Waraira Repano (EBRG, MHNLS, MBUCV, AMNH, NMNH, Handley 1976, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 1998, Brown 2004, Rivas y Salcedo 2006); Ms=Miguel José Sanz “San Esteban” (EBRG, MHNLS, AMNH, Anduze 1956, Pérez-Hernández *et al.* 1994, Ventura *et al.* 1998, Brown 2004, Rossi *et al.* 2010); Co=Pico Codazzi (EBRG, Quiroga-Carmona 2011, Quiroga-Carmona 2013, García *et al.* 2014b); Jgr=Juan Germán Roscio “Cerro Platillón”(EBRG, MARN 2009).

Anexo 2. Lista de los marsupiales, comadrejas, musarañas presentes en Venezuela y en las APE. El significado de las abreviaciones de las APE y la fuente de la información se señalan en el Anexo 1. Los superíndices indican las categorías de amenazas para Venezuela: EP=En peligro, VU=Vulnerable y E=Endémico (Rodríguez *et al.* 2015). *Registro suministrado por Rossi (2005). **Registro suministrado por Linares (1997, 1998). ***Posible presencia en el Parque Nacional Península de Paria, bajo el nombre de *Marmosops parvidens* (MHNL S-9879), pero cuyo espécimen no pudo ser localizado en dicha colección para verificar la identificación.

APE					
Taxones	Parques Nacionales	Monumentos Naturales	Refugio de Fauna Silvestre	Distribución geográfica en Venezuela	
DIDELPHIMORPHIA					
DIDELPHIDAE					
CALUROMYINAE					
<i>Caluromys lanatus</i>	Yp, Dm, Sn, Pt, Js, Sne, Pe	Au	—	Restringida a los Andes y a la Guayana	
<i>Caluromys philander</i>	Dm	—	—	Restringida a la Guayana	
<i>Caluromys trinitatis</i>	Yu, Hp, Wr, Gtp, Pa, Sne	Msj	—	Amplia	
DIDELPHINAE					
<i>Marmosa demerarae</i>	Yu, Hp, Wr, Gtp, Jcf, Ma, Ms, Gcc, Yc, Dm, Sn, Js, Ca	Co, Yav, Au, Gn	—	Amplia	
<i>Marmosa lepida</i>	—	—	—	Restringida a la Guayana	
<i>Marmosa murina</i>	Yu, Gtp, Pa, Ma, Pe, Yp, Dm, Pt, Js, Ca, Cu	—	—	Amplia	
<i>Marmosa robinsoni</i>	Yu, Ms, Hp, Wr, Gtp, Pa, Jcf, Pe, Cec	Jgr, Csa, Cmg	Clø, Ech	Amplia	
<i>Marmosa tyleriana^E</i>	Dm, Js, Ca	—	—	Restringida a la Guayana	
<i>Marmosa xerophila</i>	—	—	Lbc	Restringida a los Sistemas de colinas Lara-Falcón y Depresión del Lago de Maracaibo	
<i>Marmosa waterhousei</i>	Cu	—	—	Restringida a los Andes	

Cont. Anexo 2. Lista de los marsupiales, comadrejas, musarañas andinas y musarañas presentes en Venezuela y en las APE. El significado de las abreviaciones de las APE y la fuente de la información se señalan en el Anexo 1. Los superíndices indican las categorías de amenazas para Venezuela: EP=En peligro, VU=Vulnerable y E=Endémico (Rodríguez *et al.* 2015). *Registro suministrado por Rossi (2005). **Registro suministrado por Linares (1997, 1998). ***Posible presencia en el Parque Nacional Península de Paria, bajo el nombre de *Marmosops parvidens* (MHNLS-9879), pero cuyo espécimen no pudo ser localizado en dicha colección para verificar la identificación.

Taxones	Parques Nacionales	Monumentos Naturales	Refugio de Fauna Silvestre	Distribución geográfica en Venezuela	APE
DIDELPHIMORPHIA					
DIDELPHIDAE					
DIDELPHINAE					
<i>Monodelphis adusta</i>	—	—	—	—	Restringida a los Andes
<i>Monodelphis brevicaudata</i>	Dm, Pt, Js, Ca	Vi	—	—	Restringida a la Guayana
<i>Monodelphis palliolata</i>	Yu, Hp, Wr, Gtp, Ms, Jcf, Di, Cu, Pe	Jgr	—	—	Amplia
<i>Monodelphis reigi</i>	Ca	—	—	—	Restringida a la Guayana
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Ma, Cu, Pe, Yp, Dm, Sn, Pt, Ca, Sne	—	—	—	Amplia
<i>Chironectes minimus</i>	Dm, Yu, Hp, Gtp, Pe, Sn, Js, Ca	—	—	—	Amplia
<i>Didelphis imperfecta</i>	Dm, Sn, Js, Ca	Gn	—	—	Restringida a la Guayana
<i>Didelphis marsupialis</i>	Yu, Hp, Wr, Gtp, Ms, Jcf, Cc, Pa, Ma, Di, Yc, Pe, Sne, Yp, Dm, Sn, Pt, Js, Ca	Jgr, Au	Tar, Cua	Amplia	
<i>Didelphis pernigra</i>	Di, Sne, Gcc, Jpp, Ta	—	—	—	Restringida a los Andes
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	Ca	—	—	—	Amplia
<i>Philander andersoni</i>	Yp, Dm, Sn, Pt	—	—	—	Restringida a la Guayana

Cont. Anexo 2. Lista de los marsupiales, comadrejas, musarañas andinas y musarañas presentes en Venezuela y en las APE. El significado de las abreviaciones de las APE y la fuente de la información se señalan en el Anexo 1. Los superíndices indican las categorías de amenazas para Venezuela: EP=En peligro, VU=Vulnerable y E=Endémico (Rodríguez *et al.* 2015). *Registro suministrado por Rossi (2005). **Registro suministrado por Linares (1997, 1998). ***Posible presencia en el Parque Nacional Península de Paria, bajo el nombre de *Marmosops parvidens* (MHNL S-9879), pero cuyo espécimen no pudo ser localizado en dicha colección para verificar la identificación.

APE					
Taxones	Parques Nacionales	Monumentos Naturales	Refugio de Fauna Silvestre	Distribución geográfica en Venezuela	
DIDELPHIMORPHIA					
DIDELPHIDAE					
DIDELPHINAE					
<i>Philander deltae^E</i>	Ma	—	—	Restringida al Delta del río Orinoco	
<i>Philander monodolfi</i>	Pt, Ca, Sn	—	—	Amplia	
<i>Gracilinanus</i> sp.	—	—	—	Amplia	
<i>Gracilinanus dryas</i>	Sne, Gcc, Cu, Ta	—	—	Restringida a los Andes	
<i>Gracilinanus emiliae</i>	Ca**	—	—	Amplia	
<i>Gracilinanus marica</i>	Yu, Hp, Wr, Jcf, Pe	—	—	Amplia	
<i>Marmosops carri</i>	Yu, Ms, Hp, Wr, Gtp, Pa	Co	—	Amplia	
<i>Marmosops fuscatus^E</i>	Jcf, Di, Yc, Sne, Cu	—	—	Restringida a los Andes y los Sistemas de colinas Lara-Falcón	
<i>Marmosops caucae</i>	Ta, Sn	—	—	Restringida a los Andes y a la Guayana	
<i>Marmosops ojastii^{E,VU**}</i>	Hp	Co	—	Restringida a la Cordillera Central y a los Andes	
<i>Marmosops pakaraimae</i>	Ca	—	—	Restringida a la Guayana	
APE					

Cont. Anexo 2. Lista de los marsupiales, comadrejas, musarañas andinas y musarañas presentes en Venezuela y en las APE. El significado de las abreviaciones de las APE y la fuente de la información se señalan en el Anexo 1. Los superíndices indican las categorías de amenazas para Venezuela: EP=En peligro, VU=Vulnerable y E=Endémico (Rodríguez *et al.* 2015). *Registro suministrado por Rossi (2005). **Registro suministrado por Linares (1997, 1998). ***Posible presencia en el Parque Nacional Península de Paria, bajo el nombre de *Marmosops parvidens* (MHNL S-9879), pero cuyo espécimen no pudo ser localizado en dicha colección para verificar la identificación.

Taxones	Parques Nacionales	Monumentos Naturales	Refugio de Fauna Silvestre	Distribución geográfica en Venezuela
DIDELPHIMORPHIA				
DIDELPHIDAE				
DIDELPHINAE				
<i>Marmosops pinheiroi</i>	Ca	—	—	Restringida a la Guayana
PAUCITUBERCULATA				
CAENOLESTIDAE				
<i>Caenolestes fuliginosus</i> ^{VU}	—	—	—	Restringida a los Andes del Macizo El Tamá
EULIPOTYPHLA				
SORICIDAE				
SORICINAE				
<i>Cryptotis auroensis</i> ^{E, EP}	Yu	—	—	Restringida a la Cordillera Central (Sierra de Aroa)
<i>Cryptotis dimidiatus</i> ^E	Di, Gcc	—	—	Restringida a los Andes de la Cordillera de Mérida
<i>Cryptotis meridensis</i> ^{E, VU}	Sne, Cu	—	—	Restringida a los Andes de la Cordillera de Mérida
<i>Cryptotis perijensis</i>	Pe	—	—	Restringida a los Andes de la Sierra de Perijá
<i>Cryptotis tamensis</i>	—	—	—	Restringida a los Andes del Macizo El Tamá
<i>Cryptotis venezuelensis</i> ^{E, EP}	Co	—	—	Restringida a la cordillera Central (Serranía del Litoral)

Anexo 3. Riqueza de especies de marsupiales (Didelphimorphia) y musarañas (Eulipotyphla) en las APE de Venezuela. La información está ordenada de mayor a menor número de especies en cada una de las APE.

APE	Número de especies	Número de endémicas	Especies en libro rojo venezolano	Superficie (km ²)
Cordillera Central				
PN Yurubí	10	1	1	236,70
PN Henri Pittier	9	1	1	1078,00
PN Guatopo	8	0	0	1224,64
PN Waraira Repano	7	0	0	819,00
PN Miguel José Sanz (San Esteban)	5	0	0	435,00
MN Pico Codazzi	4	2	2	118,50
MN Juan Germán Roscio “Cerro Plati-llón”	3	0	0	80,00
Cordillera Oriental				
PN Península de Paria	5	0	0	375,00
Sistemas de colinas Lara-Falcón				
PN Juan Crisóstomo Falcón “Sierra de San Luis”	6	1	0	200,00
MN Cerro Santa Ana	1	0	0	19,00
RFS Laguna Boca de Caño	1	0	1	4,53
RFS Cuare	1	0	0	118,53
Andes				
PN Perijá	9	0	0	2952,88
PN Sierra de La Culata	9	2	1	2004,00
PN Sierra Nevada	8	2	1	2764,46
PN Dinira	5	2	0	453,28
PN General Cruz Carrillo “Páramos de Guaramacal”	4	1	0	210,00
PN Yacambú	3	1	0	269,16
PN Páramo El Tamá	3	0	0	1390,00
PN General Juan Pablo Peñaloza y de los páramos Batallón y la Negra”	1	0	0	752,00

Cont. Anexo 3. Riqueza de especies de marsupiales (Didelphimorphia) y musarañas (Eulipotyphla) en las APE de Venezuela. La información está ordenada de mayor a menor número de especies en cada una de las APE.

APE	Número de especies	Número de endémicas	Especies en libro rojo venezolano	Superficie (km ²)
Depresión del Lago de Maracaibo				
RFS Ciénaga de los Olivitos	1	0	0	222,04
Guayana				
PN Canaima	13	1	0	30000,00
PN Duida-Marahuaca	11	1	0	2100,00
PN Serranía La Neblina	9	0	0	13600,00
PN Jaua-Sarisariñama	8	1	0	3300,00
PN Parima-Tapirapecó (Incluye MN Serranía Tapirapecó)	7	0	0	34200,00
PN Yapacana	5	0	0	3200,00
MN Cerro Autana	3	0	0	10,69
MN Cerro Guanay	2	0	0	0,12
MN Cerro Vinilla	1	0	0	26,98
MN Cerro Yaví	1	0	0	89,02
Delta del río Orinoco				
PN Mariusa “Delta del Orinoco”	5	1	0	3310,00
Llanos				
PN Cinaruco-Capanaparo	1	0	0	5843,68
MN Morros de San Juan	1	0	0	27,75
RFS de la Tortuga Arrau	1	0	0	174,31
RFS Esteros de Chiriguare	1	0	0	320,00
Insular				
PN Cerro Copey-Jívito Villaba	1	0	0	71,30

Franger J. García

Centro de Estudios de Zoología Aplicada (CEZA), Laboratorio Museo de Zoología, (MZUC), Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACyT), Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

cormura@yahoo.com

Mariana Isabel Delgado-Jaramillo

Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária-Recife, Brasil.

mariannedelgado13@yahoo.es

Marjorie Machado

Centro de Estudios de Zoología Aplicada (CEZA), Laboratorio Museo de Zoología, (MZUC), Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACyT), Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela

marjoriesilvera@gmail.com

Diversidad de pequeños mamíferos no voladores (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en Áreas de Protección Estricta de Venezuela

Citación del artículo: García, F. J., M. I. Delgado-Jaramillo y M. Machado. 2017. Diversidad de pequeños mamíferos no voladores (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en Áreas de Protección Estricta de Venezuela. *Biota Colombiana* 18 (1): 335-351. DOI: 10.21068/c2017. v18n01a20

Recibido: 31 de julio de 2016

Aprobado: 04 de marzo de 2017

La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia

Biological integrity as a tool for quantitative assessment of the conservation status of dry forest in Colombia

Wilmar Bolívar-García, Alan Giraldo y Ángela M. González-Colorado

Resumen

El bosque seco tropical es un ecosistema críticamente amenazado en Colombia y se requiere incrementar el conocimiento sobre su dinámica, funcionamiento y salud, con el propósito de delinear estrategias de manejo para su conservación. En este trabajo se utilizó el Índice de Integridad Biológica (IIB) como herramienta analítica para establecer el estado de conservación de los fragmentos de bosque seco y ecosistemas naturales transformados en una localidad del valle medio del río Magdalena, Colombia. Se construyó un IIB de ocho niveles considerando atributos de composición, estructura y función del ecosistema, así como de biodiversidad y conectividad. En el área de estudio se registraron 615 especies de flora y fauna, de las cuales 10 se encuentran catalogadas en algún nivel de amenaza por la UICN. De acuerdo con el IIB, la zona de bosque fue clasificada como hábitat en estado regular, mientras que la zona silvopastoril sin manejo fue catalogada como hábitat en estado crítico y la zona de minería como hábitat en estado pobre. En conclusión, los grupos taxonómicos seleccionados representaron adecuadamente el grado de perturbación local y el IIB establecido podría ser utilizado como herramienta de análisis del estado de conservación de los fragmentos de bosque seco en Colombia.

Palabras clave. Bosque Tropical. Conectividad. Ecología del paisaje. Valle del Magdalena. Vulnerabilidad.

Abstract

Tropical dry forest is a critically endangered ecosystem in Colombia and more information is required about its dynamics, functioning and health to create effective management strategies for conservation. In this study, we use the index of biological integrity as an analytical tool to establish the conservation status of dry forest fragments and transformed natural landscapes in the middle sector of the Magdalena River Valley. An eight level index of biological integrity was established, associated with attributes of composition, structure and ecosystem function, and biodiversity and connectivity within landscape units. 615 species of flora and fauna were recorded in the study area, of which 10 are cataloged by IUCN in some level of threat. The results of the IIB classify the fragment of dry forest as in fair condition, while the silvopastoril system without management was listed as a critical habitat and the sector with mining activity was listed as a habitat in poor condition. In conclusion, the ecological attributes of the selected taxonomic groups adequately represented the degree of local disturbance and the IIB established could be used as a tool for analysis of the conservation status of the dry forests fragments in Colombia.

Key words. Connectivity. Landscape. Magdalena Valley. Tropical Forest. Vulnerability.

Introducción

El bosque seco tropical en Colombia, con un total de 720.000 hectáreas en todo el país, presenta un alto grado de fragmentación, correspondiendo las coberturas boscosas existentes a pequeños relictos en medio de matrices de otros usos. Incluso, en la mayoría de las zonas del país en donde persisten coberturas de bosque seco, estas corresponden a vegetación ribereña con poca conectividad (García *et al.* 2014). Bajo este escenario, es necesario incrementar los esfuerzos de investigación no solo para conocer la composición de la flora y fauna presente, sino establecer la dinámica, funcionamiento y estado de conservación de los fragmentos que aún persisten (Vargas y Ramírez 2014).

Para este propósito, diferentes grupos biológicos han sido propuestos como indicadores de cambios en la calidad e integridad biológica de un hábitat y, por ende, han sido utilizados como elementos para determinar el cambio en la estructura y función de los ecosistemas (Welsh y Ollivier 1998, Carignan y Villard 2002, Savilaakso *et al.* 2015). Entre los grupos taxonómicos que tradicionalmente han sido utilizados como indicadores biológicos se destacan las plantas, escarabajos esterceroleros, invertebrados bentónicos, mariposas diurnas, anfibios, peces, aves y mamíferos (Carignan y Villard 2002). Sin embargo, generalmente se realiza el seguimiento temporal de una sola especie o grupo taxonómico como elemento indicador, por lo que el resultado obtenido solamente representará las condiciones del entorno asociadas al estrecho margen de elementos ecológicos utilizados por el indicador biológico seleccionado en un determinado hábitat (Landres *et al.* 1988, Medellín *et al.* 2000, Bryce *et al.* 2002, Medeiros y Torezan 2013, Oliveira-Junior *et al.* 2015).

De acuerdo con Simberloff (1998) y Dale y Bayeler (2001) el uso de una sola especie o grupo taxonómico como indicador biológico no permite generar la información técnica que se requiere para interpretar la dinámica o la respuesta de un ecosistema completo. Por esta razón, ha sido propuesto el uso de manera

simultánea de un mayor número de especies indicadoras en las investigaciones de integridad biológica y estado de conservación de los ecosistemas, de tal manera que se pueda fortalecer las estrategias de gestión de una localidad (Carignan y Villard 2002, Jørgensen *et al.* 2010, Lindenmayer y Likens 2011).

La formulación de indicadores de integridad biológica o del cambio de las condiciones de calidad de los ecosistemas basados en ensambles de grupos biológicos en coberturas naturales y transformadas ha sido impulsado desde el año 2005 por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM) (Welsh y Ollivier 1998, Simon *et al.* 2000, Borja *et al.* 2008, Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008, Córdoba-Avalos *et al.* 2009). Estas investigaciones han prestado atención a los ecosistemas humanizados y a la particularidad de que algunos de ellos hayan logrado un nivel notable de autonomía ecológica, compatible con valores naturales y con la prestación continua de servicios para el bienestar humano (Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008). Sin embargo, estos indicadores han sido generados con éxito principalmente para ecosistemas o regiones en las que el conocimiento de los aspectos biológicos y ecológicos de las especies presentes es amplio.

En términos generales, la construcción y formulación de un Índice de Integridad Biológica (IIB) se basa en supuestos y evidencias que exponen la interacción entre la actividad humana y los atributos biológicos de un sitio, los cuales se obtienen a través del monitoreo y análisis espacio-temporal de la interacción (Córdoba-Avalos *et al.* 2009). Es a partir de la información suministrada por estos análisis, que los IIBs miden la proporción en la cual la biota se ha desviado de un estado poco o nada intervenido por los humanos o desde un sistema menos alterado. Por lo tanto, las actividades humanas se convierten en un elemento importante del proceso de medición, lo que abre nuevas perspectivas para el análisis de integridad en los ecosistemas naturales (Vélez-Restrepo y Gómez-Sal 2008).

En este trabajo, se presentan los resultados de la implementación de un análisis de integridad biológica para un fragmento de bosque seco tropical del Magdalena medio colombiano, considerando el componente vegetal, diferentes grupos biológicos de vertebrados y las actividades humanas que se han desarrollado en la localidad. Se propone utilizar esta aproximación como herramienta práctica para establecer una medida cuantitativa del estado de conservación de los remanentes bosque seco en Colombia, de tal manera que se pueda consolidar una medida unificada de integridad que permita priorizar las acciones de conservación.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en un área de 413 ha, en predios de la hacienda La Española, entre los municipios de La Dorada y Victoria en el departamento de Caldas, Colombia ($5^{\circ}22'2,6''N$ - $74^{\circ}47'36,6''W$, 255 m s.n.m.), que de acuerdo con Espinal y Montenegro (1963),

corresponde a la zona de vida Bosque seco tropical (bs-T) del valle del río Magdalena (Figura 1). La temperatura ambiente durante el año varía entre $26,8^{\circ}C$ (octubre) y $28,3^{\circ}C$ (agosto). La precipitación es de tipo bimodal, con máximos registros en abril (230 mm) y octubre (310 mm/mes), y dos períodos de menor precipitación en enero (56 mm/mes) y julio (80 mm/mes) (<http://en.climate-data.org/location/190076/>). La fuente principal de agua en la zona de estudio es el río Purnio, el cual nace en las inmediaciones de La Victoria (Caldas) y desemboca después de 35 km de recorrido en el río Magdalena, cerca de La Dorada (Caldas) (Corpocaldas 2001).

Para realizar el análisis de integridad biológica se diferenciaron tres unidades de paisaje en la zona de estudio: una zona boscosa (ZB), una zona con actividad minera (ZM) y una zona silvopastoril sin manejo (ZS) (Figura 2). Las condiciones florísticas y ambientales en las unidades de paisaje seleccionadas, durante el periodo en el que se realizó el presente estudio, están descritas ampliamente en Vargas-

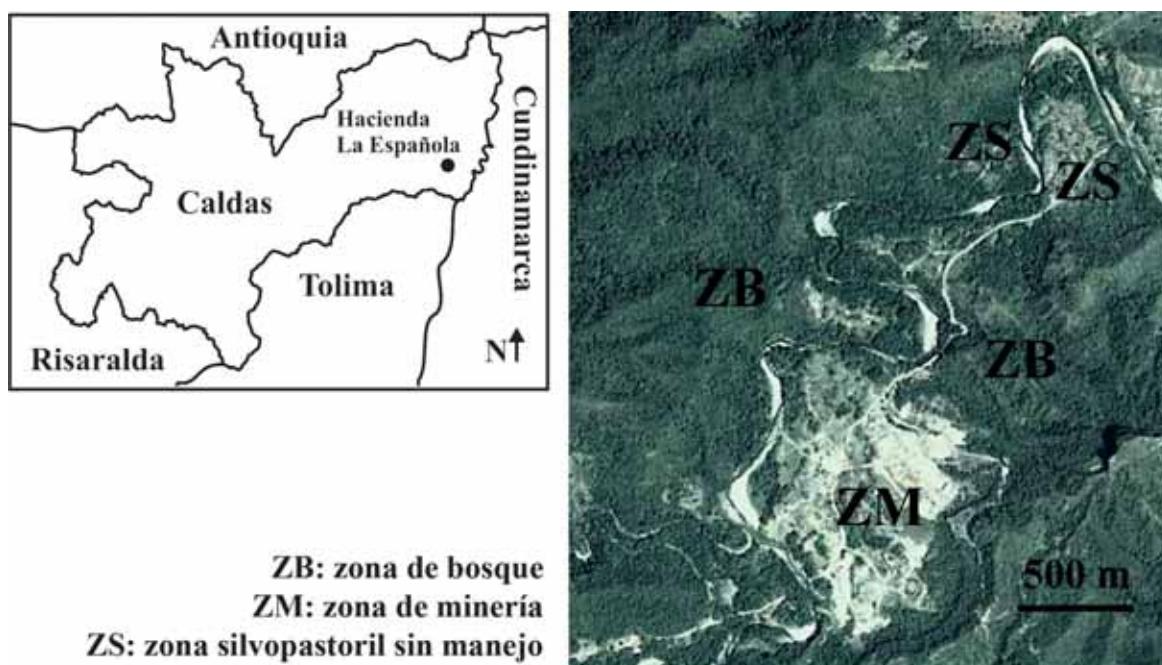


Figura 1. Ubicación de la hacienda La Española en el departamento de Caldas, indicando la posición de las tres unidades de paisaje establecidas en la zona de estudio. Fuente Google Earth Pro ®. Imagen: CNES/Astrium. Fecha: febrero 15 de 2016. Altura: 3 km. Imagen centrada en $5^{\circ} 22' 21,34'' N - 74^{\circ} 47' 37,77'' W$.



Figura 2. Panorámica de las unidades de paisaje establecidas en la Hacienda La Española para el desarrollo del estudio de integridad biológica. A) Zona de bosque (ZB). B) Zona silvopastoril sin manejo (ZS). C) Zona de minería (ZM).

Figueroa *et al.* (2016). En términos generales la zona boscosa (ZB) presentó vegetación arbórea y arbustiva con sitios de sotobosque parcialmente formado, hasta sitios con ausencia de un dosel y presencia de herbáceas heliófitas. En esta zona se identificaron varios cursos de agua que desembocan al río Purnio, siendo la temperatura media del aire de 29,3 °C, el porcentaje de humedad relativa medio de 74,0 % y la humedad media del suelo de 17,63 %. En la zona de actividad minera (ZM) el suelo estuvo totalmente desprovisto de vegetación, aunque en algunas cárcavas y bordes de caminos se ha desarrollado vegetación tipo arbustiva combinada con árboles de porte bajo a medio y algunos árboles aislados de porte alto, de crecimiento rápido. Además, se encontraron algunos crecimientos de pastizales inundables y pequeños cuerpos de agua que son utilizadas como piscinas de sedimentación en el proceso de extracción del material de arrastre. En esta zona la temperatura media del aire fue de 32,13 °C, el porcentaje de humedad relativa media fue de 67,0 % y el porcentaje de humedad media del suelo fue del 15,6 %. La zona silvopastoril sin manejo (ZS) estuvo conformada por un cultivo de palma de vino (*Attalea butyracea*, Arecaceae) aparentemente abandonado, mezclado con sitios de rastrojos bajos y altos de especies en su mayoría pioneras, y pequeños parches de bosque, con colonización invasiva de varias lianas de las familias Bignoniaceae y Sapindaceae. En esta zona la temperatura media fue de 31,35 °C, el porcentaje medio de humedad relativa fue de 73,2 % y la humedad media del suelo fue del 16,0 %.

Métodos de campo

Se realizaron cuatro jornadas de muestreo biológico considerando los períodos de precipitación descritos para la zona, con el propósito de incluir en la información biológica posibles variaciones asociadas a las condiciones climáticas locales. Se realizaron dos jornadas de muestreo durante un periodo de alta precipitación (abril y mayo 2014) y dos jornadas de muestreo durante un periodo de menor precipitación (julio y agosto 2014). Cada jornada de muestreo tuvo una duración de 10 días, durante las cuales se realizó

en cada unidad de paisaje un inventario florístico, se estableció el porcentaje de cobertura vegetal y se realizaron registros estandarizados de abundancia de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos siguiendo técnicas estándar de muestreo.

El inventario florístico incluyó árboles, arbustos, lianas, y hierbas (incluyendo bejucos y hierbas acuáticas). Se siguió el método propuesto por Gentry (1982) con la modificación propuestas por Villarreal *et al.* (2004), realizando 20 trayectos de 50 x 2 m distribuidos al azar en cada una de las unidades de paisaje. En el caso de las especies leñosas, se registraron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mínimo de 1 cm medido a 1,3 m desde la superficie del suelo. Se registró la altura total y el hábito de crecimiento para cada individuo. Para el muestreo de las hierbas terrestres se ubicaron cinco cuadrantes de 1 m² cada 10 m dentro de cada trayecto y estableció el porcentaje de cobertura de cada especie vegetal tomando el trayecto como unidad de referencia.

Para realizar el muestreo de peces se utilizó el método de pesca eléctrica (modificado de Zamora *et al.* 2009) en las zonas donde la profundidad del cuerpo de agua fue menor a 1 m. Cuando la profundidad fue mayor a 1 m se utilizaron artes de pesca complementarias como chinchorro, atarraya, trasmallo y anzuelos. Los puntos de muestreo se ubicaron a lo largo del paso del río Purnio por el área de estudio, además en quebradas que drenan sus aguas al río y lagunas de sedimentación formadas en la zona de extracción de material de arrastre. La pesca eléctrica se realizó en 10 tramos de 100 m de longitud trazado sobre el cauce del río o quebrada, empezando desde la zona baja y haciendo el recorrido corriente arriba. El método de captura se estandarizó realizando faenas de 10 minutos al cabo de los cuales se detenía la electropesca para revisar la nasa y sacar los individuos capturados. Se realizaron tantas faenas como fueron necesarias hasta completar el recorrido de la distancia trazada y, luego, se relacionó con el tiempo total empleado. Para la pesca con chinchorro en lagunas y pozos se realizó un arrastre con una red de 4 m de largo, 1,5 m de alto y ojo de malla de 5 mm, se hicieron tres

arrastres por laguna o pozo. El muestreo con atarraya fue estandarizado a 10 lances por pozo, los anzuelos fueron estandarizados a 3 horas de pesca con anzuelo, por tres anzuelos en cada pozo. El trasmallo fue usado solo en tres pozos donde se dejó por 4 horas durante la noche.

Para el muestreo de anfibios y reptiles se realizaron trayectos limitados por distancia y tiempo, y se utilizaron trampas de caída y trampas cangrejeras. Los trayectos recorridos tuvieron una longitud de 300 m y un ancho de detección de 5 m. Se realizaron los recorridos en jornadas diurnas y nocturnas usando el método de relevamiento por encuentro visual (VES), abarcando así un área de 1.500 m² entre las 08:00 y 12:00 y las 18:00 a 22:00 horas. El método de trampas de caída consistió en combinar dos tipos de trampas en un solo montaje. Se usaron tres baldes de plástico de 74 l enterrados en el suelo en línea recta con la boca hacia la superficie en intervalos de 7,5 m. En el espacio disponible entre cada balde, se instaló un cercado con tela con una longitud total de 15 m, la cual pasaba encima del área abierta de cada balde cumpliendo la función de barrera para direccionar los individuos en su desplazamiento hacia las trampas de caída. En cada unidad de paisaje se realizó el montaje de sistema de trampa de caída, el cual fue abierto entre las 08:00 y 12:00 y las 18:00 a 22:00 horas. Además, se ubicaron 13 trampas cangrejeras para la captura de tortugas en los charcos presentes en las diferentes unidades de paisaje, cebadas con una mezcla de atún y sardinas, siendo remplazado cada 12 horas.

Para realizar el registro de aves, se usó el método de trayectos por puntos, definiendo de seis a ocho puntos de observación de aves con un radio de 30 metros y una distancia mínima de 80 metros entre ellos. Los registros visuales se complementaron con registros visuales de oportunidad y registros auditivos realizados durante 10 a 20 minutos en cada día de observación. Además, se instalaron ocho redes de niebla de 12 x 2,5 m cada una, por unidad de paisaje para realizar la captura de especies de difícil observación. Las redes fueron abiertas entre las 6:00 y las 10:00 horas y las 16:00 y 18:00 horas.

El muestreo de mamíferos incluyó el uso de redes de niebla, trampas cámara, trampas Sherman, trampas Havaharth, observación de rastros y búsqueda directa de individuos. Para el muestreo con redes de niebla se utilizaron diez redes de 12 x 2,5 m cada una, estas redes se ubicaron en lugares apropiados para la captura de murciélagos, como claros de bosque, sotobosque, senderos y cruce de ríos (Pérez-Torres 2000). Las redes permanecieron abiertas desde las 18:00 hasta las 24:00 horas y fueron revisadas cada hora. Se instalaron tres trampas cámara durante 36 días efectivos. Cada estación de trampa cámara estuvo compuesta por una cámara ubicada sobre un árbol a una altura promedio de 50 cm, las estaciones fueron distribuidas a lo largo de caminos dentro de la vegetación entre 1 y 3 km de senda, esta distancia en cada unidad de paisaje dependió de la cobertura, igualmente en todos los casos las estaciones fueron espaciadas garantizando la independencia de los registros.

Se dispusieron 48 trampas Sherman (10 x 10 x 30 cm) y 20 trampas Havahart en cada unidad de paisaje, a lo largo de un trayecto de 600 m en donde, cada 30 m se instaló una estación de trapeo compuesta por una trampa Havahart y una o dos trampas Sherman. Las trampas fueron instaladas en microhabitats a nivel del suelo, como bases de troncos en descomposición, troncos huecos, árboles caídos, entre hojarasca, matorrales, grietas y cerca de cursos de agua; y se cebó con cebo dulce y salado cada 24 horas. Para registrar especies de mamíferos elusivos, se realizaron jornadas de búsqueda intensiva de huellas y rastros a lo largo de los caminos de movilización identificados en cada unidad de paisaje. También se registraron todas las evidencias de alimentación o de actividad que permitan establecer la presencia de alguna especie de mamífero, tales como madrigueras, pelos, espinas, cadáveres, huellas, entre otras, siguiendo un protocolo estandarizado a partir de las técnicas descritas por Conroy (1996) y Sánchez *et al.* (2004).

Para cuantificar la representatividad de los muestreos biológicos, se calcularon los estimadores no paramétricos de riqueza de especies de Jackknife 1 para cada grupo taxonómico y se estableció el

porcentaje de riqueza registrada por el esfuerzo de muestreo en función del número total de especies establecido con los estimadores. Cuando el porcentaje de representatividad fue superior al 80 % se consideró que el esfuerzo de muestreo realizado representó adecuadamente la riqueza de especies del grupo taxonómico. De acuerdo con Gotelli y Colwell (2011) y Chao y Chiu (2016), el estimador de Jackknife de primer orden, es apropiado para establecer la riqueza potencial de especies en una localidad cuando se realiza un adecuado esfuerzo de muestreo.

Análisis de Integridad Biológica

Se construyó una matriz de importancia para realizar el análisis y la valoración de los indicadores biológicos establecidos para cada unidad del paisaje. Para este propósito se tuvo en cuenta información primaria generada durante el esfuerzo de muestreo e información secundaria relacionada con los diferentes grupos taxonómicos utilizados. Básicamente los indicadores responden a tres atributos principales: composición, estructura y función, con base en los cuales se definen los valores de estado que alimentará el análisis de integridad biológica.

Se establecieron los valores de estado para la riqueza de especies con base en la representatividad (Tabla 1), el número de hábitats usados por una especie (Tabla 2), la abundancia de individuos de cada especie (Tabla 3), grado de vulnerabilidad de especies con referencia a las categorías de amenaza establecidas por la UICN (Tabla 4) y la exigencia primaria de hábitat (Tabla 5). Para incorporar en el análisis de integridad información relacionada sobre la estructura y funcionalidad espacio-temporal del área de estudio, se utilizaron los indicadores propuestos por Zambrano *et al.* (2003), a partir del número de fragmentos (Tabla 6), área núcleo efectiva (Tabla 7) y conectividad entre fragmentos (Tabla 8), establecidos a partir del análisis de la cartografía de cobertura de tierras de la zona a escala 1:50.000 proporcionada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas, utilizando la herramienta computacional Fragstats 3.3® (McGarigal *et al.* 2002).

Tabla 1. Valores de estado para el nivel riqueza de especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
1	Plantas	Alta representatividad, entre el 60 y 100% de las especies registradas	3
	Mamíferos	Moderada representatividad, entre el 40 y 60 % de las especies registradas	2
	Anfibios		
	Aves		
	Reptiles	Baja representatividad, entre el 1 y 40 % de las especies registradas	1
	Peces	Representatividad nula	0

Tabla 2. Valores de estado para el nivel hábitat utilizado por las especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
2	Plantas	Más del 25 % de las especies exclusivas a un tipo de hábitat	4
	Mamíferos	Más del 25 % de las especies presentes en dos de los hábitats	2
	Anfibios		
	Aves		
	Reptiles	Más del 25 % de las especies presentes en los tres hábitats	1
	Peces	Ausencia	0

Tabla 3. Valores de estado para el nivel abundancia de individuos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
3	Plantas	Al menos dos especies raras	4
	Mamíferos	Menos del 50 % de las especies son abundantes	2
	Anfibios		
	Aves		
	Reptiles	Especies abundantes supera el 50 %	1
	Peces	Ausencia	0

Para definir la integridad biológica en la zona de estudio se tomó como referencia los valores de estado establecidos para cada indicador considerando cada unidad de paisaje, y se valoró con base en seis categorías de calidad de hábitat como: pobre (0 a 69), estado crítico (70 a 83), aceptable (84 a 97), regular (98 a 111), buena (112 a 124) y muy buena (mayor a 125). Además, se cuantificó el aporte porcentual de cada uno de los niveles de información que fueron

utilizados en la valoración de la integridad biológica de cada unidad de paisaje y el aporte para la valoración de la integridad biológica en la zona de estudio de cada uno de los grupos taxonómicos utilizados como indicador. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales para identificar los niveles de información que podrían generar diferencias en la medida de integridad biológica entre las unidades de paisaje que fueron delimitadas en la zona de estudio.

Tabla 4. Valores de estado para el nivel grado de vulnerabilidad de especies en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
4	Plantas Mamíferos Anfibios Aves Reptiles Peces	CR	6
		EN	5
		VU	4
		NT	3
		LC	2
		DD o NA	1
		Ausencia	0

Tabla 5. Valores de estado para el nivel exigencias primarias de hábitat en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
5	Plantas	La mayor proporción de especies endozoocoria	5
		La mayor proporción de especies ectozoocoria	4
		La mayor proporción de especies hidrocoria	3
		La mayor proporción de especies anemocoria	2
		La mayor proporción de especies autocooria	1
	Mamíferos	La mayor proporción de especies son carnívoros	5
		La mayor proporción de especies son frugívoros	4
		La mayor proporción de especies son nectarívoros	3
		La mayor proporción de especies son insectívoro	2
		Otros	1

Cont. Tabla 5. Valores de estado para el nivel exigencias primarias de hábitat en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Grupos biológicos al cual aplica	Categorías	Valor
Anfibios		Modo reproductivo independiente de agua	4
		Modo reproductivo dependiente de agua lótico	2
		Modo reproductivo dependiente de agua lénticos	1
Aves		La mayor proporción de especies son frugívoro	4
		La mayor proporción de especies son nectarívoro	3
		La mayor proporción de especies son insectívoro	2
		Otros	1
5	Reptiles	Arbóreos	5
		Semiacuático	4
	Terrestre - arbóreo		3
	Peces	Fosoriales	2
		Terrestre	1
6	Peces	Más del 50 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	4
		Entre el 25 y el 50 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	2
		Menos del 25 % de los individuos de las especies indicadoras de buena calidad del agua	1
	Ausencia		0

Tabla 6. Valores de estado para el nivel número de fragmentos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
6		Entre 4 y 6 fragmentos	3
		Entre 2 y 4 fragmentos	2
		Entre 1 y 2 fragmentos	1
		Ausencia	0

Tabla 7. Valores de estado para el nivel área núcleo efectiva en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
7	Zona Bosque	Entre 48,7 y 73,1 ha de Área núcleo efectiva	3
	Zona Minera	Entre 24,4 y 48,7 ha de Área núcleo efectiva	2
	Zona Silvopastoril	Entre 0 y 24,4 ha de Área núcleo efectiva	1
	Ausencia		0

Tabla 8. Valores de estado para el nivel conectividad entre fragmentos en la matriz de valoración.

Nivel en la matriz	Hábitat al cual aplica	Categorías	Valor
8	Zona Bosque	Entre 0 y 39,6 m de distancia entre fragmentos	3
	Zona Minera	Entre 39,6 y 79,2 m de distancia entre fragmentos	2
	Zona Silvopastoril	Entre 79,2 y 118,8 m de distancia entre fragmentos	1
	Ausencia		0

Resultados

Del área total de la zona de estudio, 313,8 ha correspondieron a ZB, 56,6 ha a ZS y 43,2 ha a ZM. Las ZB y ZM están compuestas por un solo fragmento, mientras que ZS la componen seis fragmentos, siendo la mayor área núcleo efectiva la del ZB con 73,1 ha y la distancia promedio entre los fragmentos de la ZS de 118,8 m. Se registraron 615 especies en la zona de estudio para los seis grupos biológicos evaluados (listados de especies alojados en SIB Colombia, IPT Valle: <http://ipt.sibcolombia.net/valle/>) (Figura 3). Del total de especies registradas en la zona de estudio el 51,2 % fueron plantas, mientras que el 25 % fueron especies de aves. Los peces, anfibios, reptiles y mamíferos presentaron un aporte porcentual menores

al 10 % del total de las especies registradas en la zona de estudio. El mayor registro de especies se realizó en la ZB (71,1 % del total de las especies registradas en la zona de estudio), seguido por la ZS (52,2 % del total de las especies registradas en la zona de estudio) y la ZM (49,6 % del total de las especies registradas en la zona de estudio).

El esfuerzo de muestreo realizado en la zona de estudio registró el 83,8 % de la riqueza de especies de plantas esperadas para esta localidad, el 92,6 % de las especies peces, el 88,4 % de las especies de anfibios, el 87,9 % de las especies de reptiles, 88,7 % de las especies de aves y el 88,5 % de las especies

de mamíferos. De las 615 especies registradas en la zona de estudio, solamente 10 especies se encontraban en alguna categoría de amenaza de la UICN (CR-En Peligro Crítico, EN-En Peligro y VU-Vulnerable); cuatro especies de plantas, *Herrania laciniafolia* (CR) (Calderon 1998a), *Astrocaryum malybo* (EN) (Galeano y Bernal 2005), *Cedrela odorata* (EN) (Montero *et al.* 2007) y *Rinorea ulmifolia* (VU) (Calderon 1998b), tres especies de peces, *Prochilodus magdalena* (VU), *Leporinus muyscorum* (VU), y *Salminus affinis* (VU) (Mojica *et al.* 2012), una especie de ave, *Agamia agami* (VU) (BirdLife International 2012) y dos especies de mamíferos, *Saguinus leucopus* (EN) (Morales-Jiménez *et al.* 2008) y *Aotus griseimembra* (VU) (Morales-Jiménez y Link 2008.).

El tipo de dispersión con mayor porcentaje de ocurrencia en las especies de plantas registradas en la zona de estudio fue la zoocoria (47,6 %), seguida de autocoria (20,8 %), anemocoria (13,7 %) e hidrocoria (1,0 %). De estos tipos de dispersión, la zoocoria fue el tipo con mayor porcentaje de ocurrencia en la ZB y la ZS, mientras que la autocoria fue el tipo de reproducción vegetal con mayor porcentaje de ocurrencia en la ZM. Se encontraron tres especies de peces indicadoras de buena calidad de agua, *Chaetostoma fischeri*, *Chaetostoma marginatum* y *Cetopsorhamdia nasus* (Mojica *et al.* 2006). Siendo registrada la mayor abundancia de estas especies indicadoras de buena calidad del agua en la ZB (51,9 % del total de peces registrados), seguida ZS (25,9 % del total de peces registrados) y ZM (22,2 % del total de peces registrados).

El 65 % de las especies de anfibios capturadas en la zona de estudio tuvieron modo reproductivo dependiente de cuerpos de agua lótico, mientras que el 17,3 % de las especies de anfibios exhibieron modo reproductivo independiente de cuerpos de agua y el 17,2 % de las especies exhibieron modos reproductivos dependientes de cuerpos de agua lóticos. Para los reptiles, el tipo de micro hábitat con mayor representatividad fue el terrestre (31,0 %), seguido de terrestre – arbóreo (24,1 %) y arbóreos (17,2 %), esta tendencia fue similar en todas las unidades de paisaje.

El 51 % de las especies de aves registradas en la zona de estudio fueron insectívoras, mientras que el 20 % fueron frugívoras y el 15 % carnívoras. La dominancia de aves insectívoras fue una constante en las tres unidades de paisaje evaluadas. Para el grupo de mamíferos la mayor representatividad la tuvieron los frugívoros (36,4 %), seguida de carnívoros e insectívoros con el 18,2 % del total de las especies registradas. La dominancia de especies insectívoras fue una constante en las tres unidades de paisaje evaluadas.

Índice de Integridad Biológica (IIB)

La evaluación de las variables de estado en la matriz de integridad, catalogaron a la ZB como un hábitat regular (107 puntos), la ZS como un hábitat en estado crítico (75 puntos) y ZM como un hábitat pobre (63 puntos). Los estimados para todos los niveles de análisis fueron mayores en la ZB que en la ZS y la ZM, con excepción del número de fragmentos (nivel 6), nivel que tuvo un mayor aporte al IIB en la ZS (Figura 4).

El grupo biológico que más aportó al índice de integridad en ZB fueron las plantas, seguida de mamíferos y anfibios (Figura 4). En ZS, las plantas y los peces aportaron en igual proporción al índice de integridad, seguidos de anfibios, mientras que en la ZM el grupo biológico que mayor aporte hizo al índice de integridad fueron los peces, seguidos de plantas (Figura 5).

La riqueza de especies (Nivel 1), hábitat utilizado por las especies (número de especies exclusivas en cada hábitat) (Nivel 2) y grado de vulnerabilidad (número de especies en categoría de amenaza Vulnerable, En Peligro y En Peligro Crítico) (Nivel 4), fueron las fuentes de diferencias entre las unidades de paisaje. Particularmente, la información sobre especies exclusivas de plantas (N2PP) y anfibios (N2AA) y la riqueza de especies de anfibios (N1AA), fueron los indicadores biológicos que tuvieron mayor influencia en el estimado del IIB para la ZB (Figura 6).



Figura 3. Algunas especies de flora y fauna registradas en la Hacienda la Española durante el desarrollo del muestreo.
A) *Astrocaryum malybo*; B) *Attalea cohune*; C) *Prochilodus magdalenae*; D) *Pristimantis gaegeei*; E) *Chelonoides carbonaria*. F) *Tupinambis teguixin*. G) *Erythrolamprus melanotus*.

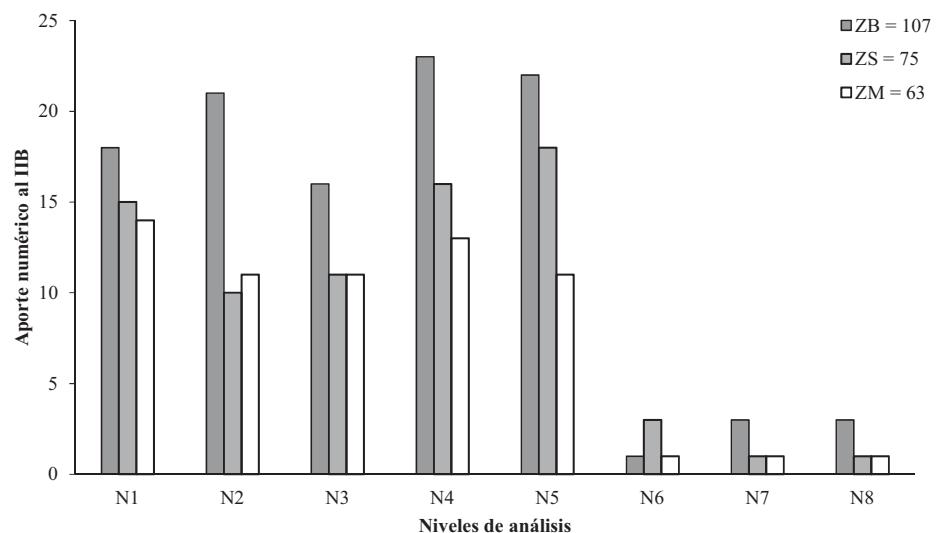


Figura 4. Aporte numérico de cada nivel de análisis al Índice de Integridad Biológico considerando cada unidad de paisaje establecido en la zona de estudio. Se indica el valor del índice para cada unidad del paisaje. ZB: zona de bosque, ZS: zona silvopastoril sin manejo, ZM: zona de minería.

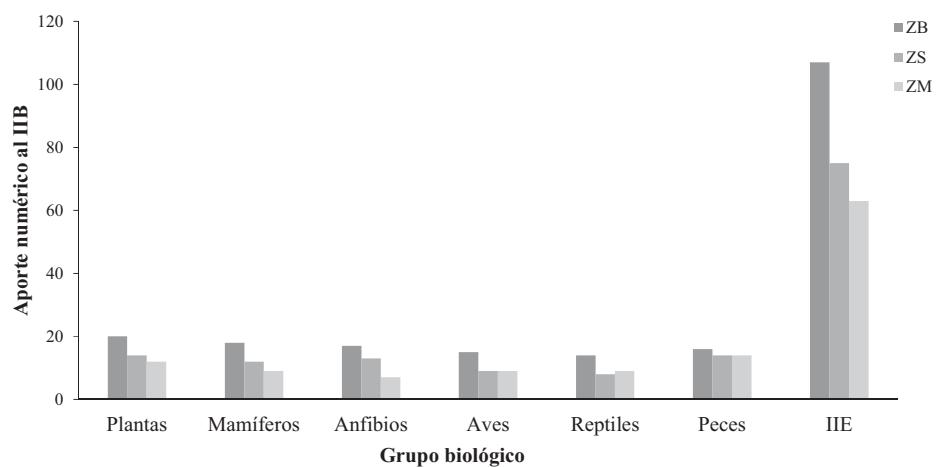


Figura 5. Aporte numérico de cada grupo biológico utilizado como indicador de estado en el análisis de integridad biológica considerando cada unidad de paisaje establecido en la zona de estudio. ZB: zona de bosque, ZS: zona silvopastoril sin manejo, ZM: zona de minería.

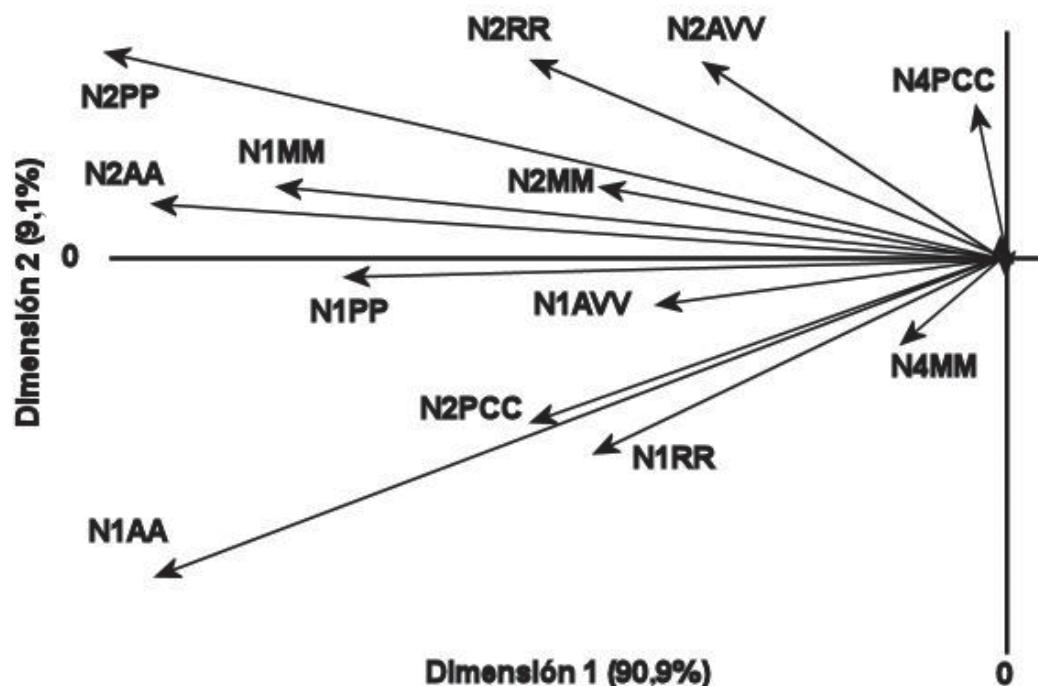


Figura 6. Aporte a la varianza entre unidades de paisaje de los niveles de riqueza de especie (N1), hábitat utilizado por las especies (N2) y grado de vulnerabilidad (N4). (N1PP = Nivel 1 – Plantas; N1PCC = Nivel 1 – Peces; N1AA = Nivel 1 – Anfibios; N1RR = Nivel 1 – Reptiles; N1AVV = Nivel 1 – Aves; N1MM = Nivel 1 – Mamíferos; N2PP = Nivel 2 – Plantas; N2PCC = Nivel 2 – Peces; N2AA = Nivel 2 – Anfibios; N2RR = Nivel 2 – Reptiles; N2AVV = Nivel 2 – Aves; N2MM = Nivel 2 – Mamíferos; N4PP = Nivel 4 – Plantas; N4PCC = Nivel 4 – Peces; N4AA = Nivel 4 – Anfibios; N4RR = Nivel 4 – Reptiles; N4AVV = Nivel 4 – Aves; N4MM = Nivel 4 – Mamíferos).

Discusión

El uso de vertebrados como indicadores biológicos fue propuesto inicialmente por Merriam (1898) y Hall y Grinnell (1919) para caracterizar zonas térmicas o zonas de vida. En los años 80, el uso de vertebrados como indicadores biológicos se incrementó de manera notable en la literatura científica, como elementos para evaluar efectos de contaminantes ambientales (Wren 1986), sostenibilidad del hábitat (Verner *et al.* 1986) o calidad del ecosistema (Cairns 1986). Incluso, han sido usados como elementos para generar índices de medición de carácter global, como el índice del planeta viviente (Collen *et al.* 2009).

En la zona de estudio, la mayor riqueza de especies aún permanece en las coberturas boscosas (71,1 % de las especies), lo que confirma su importancia para

la conservación de la biodiversidad local. Aunque la mayoría de especies de los distintos grupos biológicos considerados para el desarrollo del presente trabajo pueden ser clasificadas como especies generalistas, ya que pueden estar presentes en zonas como minería y el sistema silvopastoril sin manejo, la zona de bosque alojó a las especies que tienen mayores requerimientos de hábitat.

De acuerdo con Law y Dickman (1998), la fauna de vertebrados terrestres tiende a utilizar los recursos ofrecidos por diferentes tipos de hábitat que confluyen en una localidad en particular, e incluso el aprovechamiento puede variar temporalmente o ser dependiente de la edad. Sin embargo, el fácil acceso de individuos a hábitat de menor calidad

aledaños a la zona de bosque (e.g. zona de minería o zona silvopastoril sin manejo), podrían promover el desarrollo de una trampa ecológica local (Schlaepfer *et al.* 2005, Robertson *et al.* 2013), condición que podría llegar incluso a eliminar poblaciones localmente (Battin 2004, Rotem *et al.* 2013, Hale *et al.* 2015) y se convierte en un desafío para los planes de manejo y acciones de conservación.

En la zona de estudio, el paisaje estuvo dominado por un fragmento de bosque seco tropical en recuperación de más de 300 ha, cuya presencia estaría promoviendo una alta riqueza de especies de flora y fauna en esta localidad. Ha sido ampliamente demostrado que un hábitat estructuralmente heterogéneo, como el que se observa en un bosque seco, incrementa significativamente la riqueza de especies de flora y fauna presentes en una localidad (Gascon *et al.* 1999, Hill y Hamer 2004, Ruiz *et al.* 2005, Chazdon *et al.* 2007, Hernández-Stefanoni *et al.* 2011).

El uso de un indicador de integridad biológica, como el desarrollado en el presente trabajo, permite con un valor numérico, representar información estandarizada sobre la estructura y composición del hábitat, y la composición, diversidad y función de las especies presentes, la cual puede ser relacionada con la variación natural histórica del ecosistema o las perturbaciones causadas por las actividades humanas (Tierney *et al.* 2009). Incluso, permite hacer un seguimiento a su dinámica, de tal manera que se puedan detectar de manera temprana los momentos de variación espacio-temporal del sistema para identificar las causas potenciales del mismo, y poder generar acciones de respuesta para su mitigación (Karr 1991, Cairns *et al.* 1993, Noss 1999, Dale y Beyeler 2001). Aunque el uso de vertebrados como especies indicadoras ha sido frecuentemente cuestionado (Landres *et al.* 1988, Parsons 1994, Carignan y Villard 2002, Larsen *et al.* 2009), recientemente, Brown y Williams (2016) destacaron la importancia de los vertebrados como indicadores biológicos en procesos de evaluación de la integridad biológica del ecosistema, calidad del hábitat y procesos de restauración ecológica.

En la zona de estudio los atributos ecológicos de los grupos taxonómicos (plantas y vertebrados) seleccionados como indicadores del estado del ecosistema, estuvieron relacionados con el grado de perturbación de las unidades de paisaje establecidas. Siendo las plantas, anfibios y mamíferos los grupos biológicos que generaron una mayor diferencia en el valor de integridad entre las unidades de paisaje evaluadas, mientras peces, reptiles y aves, aportaron en igual proporción para el estimador de integridad biológico, en todas las unidades de paisaje de la zona de estudio. Particularmente, atributos como riqueza, hábitat utilizado y estado de amenaza de las especies fueron los niveles de análisis que más efecto tuvieron sobre el valor alcanzado por el Índice de Integridad Biológica en la zona de estudio.

De acuerdo con Andreasen *et al.* (2001), un índice de integridad biológico terrestre que incorpore información de diferentes escalas espacio-temporales, esté fundamentado en aspectos de la historia natural de los grupos taxonómicos seleccionados, integre elementos ecológicos terrestres y acuáticos, y sea flexible y medible, como el desarrollado en la presente investigación, sería una herramienta de gran utilidad para los administradores ambientales y tomadores de decisiones. Por lo tanto, análisis de integridad biológica descrito en el presente trabajo para ser usado como referente y herramienta de comparación de la integridad biológica entre diferentes fragmentos de bosque seco del país.

Específicamente, el IIB desarrollado para la hacienda La Española, podría ser utilizado para priorizar localidades del valle del Magdalena o a nivel nacional, en donde persisten fragmentos de bosque seco tropical, y de esta manera direccionar los recursos y acciones de conservación, buscando en el mediano plazo incrementar la representatividad de este tipo de ecosistema en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. Particularmente, para la región del valle del río Magdalena no se tiene registro en el SINAP de áreas naturales protegidas del orden nacional, regional o reservas de la sociedad civil que incluyan fragmentos de bosque seco tropical (García *et al.* 2014).

Agradecimientos

John A. Vargas, Angélica M. Prado, Diego F. Córdoba, Carlos Burbano, Luz A. Flórez, Elkin Tenorio, Andrés Quintero-Ángel, Natalia Cuellar, Mario F. Garcés, Juranny M. Astorquiza, Estefanía Alzate, Santiago Arboleda, Eliana Barona, Isabel C. Calle, Natalia Ferro, Natalia Rivera, Andrés Gómez, Mónica Gómez, Cristian A. Hernández, Martín Llano, Rodrigo Lozano, Diana Motta, Laura Obando, Sebastián Orjuela, Juan Pablo Ospina, Jorge Torres, Daniel Vásquez y David A. Velásquez, por su valioso apoyo durante las jornadas de muestreo. A Mario A. Velasco propietario de la hacienda La Española por permitir el desarrollo de esta investigación en su propiedad. Este trabajo se realizó en el marco del proyecto de investigación “Implementación de indicadores biológicos como herramienta para evaluar cambios en la integridad ecológica de los fragmentos de bosque seco tropical en Victoria, La Dorada, Caldas”, co-financiado por la Universidad del Valle, la Corporación Autónoma Regional de Caldas y Ecopetrol a través de la tercera convocatoria nacional a la Biodiversidad - 2013.

Bibliografía

- Andreasen, J. K., R. V. O'Neill, R. Noss y N. C. Slosser. 2001. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological indicators* 1 (1): 21-35.
- Battin, J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology* 18 (6): 1482-1491.
- BirdLife International. 2012. *Agamia agami*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22697200A40244589. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22697200A40244589.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Borja, A., S. B. Bricker, D. M. Dauer, N. T. Demetriadis, J. G. Ferreira, A. T. Forbes, P. Hutchings, J. Xiaoping, R. Kenchington, J. C. Marques y C. Zhu. 2008. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin* 56: 1519-1537.
- Brown, E. D., y B. K. Williams. 2016. Ecological integrity assessment as a metric of biodiversity: are we measuring what we say we are?. *Biodiversity and Conservation* 25 (6): 1011-1035.
- Bryce, S. A., R. M. Hughes y P. R. Kaufmann. 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental management* 30 (2): 294-310.
- Cairns, J. Jr. 1986. The myth of the most sensitive species. *BioScience* 36: 67-72.
- Cairns, J., P. V. McCormick y B. R. Niederlehner. 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 236: 1-44.
- Calderon, E. 1998a. *Herrania laciniifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T38906A10154681. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38906A10154681.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Calderon, E. 1998b. *Rinorea ulmifolia*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T35991A9967737. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T35991A9967737.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Carignan, V. y M. A. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment* 78 (1): 45-61.
- Chao, A. y C-H. Chiu. 2016. Nonparametric estimation and comparison of species richness. *eLS*: 1-11.
- Chazdon, R. L., S. G. Letcher, M. V. Breugel, M. Martínez-Ramos, F. Bongers y B. Finegan. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362: 273-289.
- Collen, B. E. N., J. Loh, S. Whitmee, L. McRAE, R. Amin y J. E. Baillie. 2009. Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index. *Conservation Biology* 23 (2): 317-327.
- Conroy, M. 1996. Techniques for estimating abundance and species richness. Pp: 177-234. En: Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- Córdoba-Avalos, A., J. L. Alcántara-Carbajal, R. Guzmán-Plazola, G. D. Mendoza-Martínez y V. González-Romero. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y ciencia trópico húmedo* 25 (1): 1-22.
- Corpocaldas. 2001. Plan de gestión ambiental regional para Caldas. Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas. Subdirección de Planeación y Sistemas. Manizales, Caldas. 209 p.
- Dale, V. H. y S. C. Beyeler. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators* 1 (1): 3-10.

- Espinal, S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia: memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D. C. 220 pp.
- Galeano, G. y R. Bernal. 2005. Palmas. Pp. 59-224. En: Calderón, E., G. Galeano y N. García (Eds.). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- García, H., G. Corzo, P. Isaacs y A. Etter. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. Pp: 229-251. En: Pizano, C. y H. García (Eds.) El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.
- Gascon, C., T. E. Lovejoy, R. O. Bierregaard Jr., J. R. Malcolm, P. C. Stouffer, H. L. Vasconcelos, W. F. Laurance, B. Zimmerman, M. Tocher y S. Borges. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91 (2): 223-229.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. Pp. 39-54. En: Magurran, A. E. y B. J. McGill (Eds.). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment Oxford Press. Oxford, U.K.
- Hale, R., E. A. Treml y S. E. Swearer. 2015. Evaluating the metapopulation consequences of ecological traps. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 282 (1804): 20142930.
- Hall, H. y J. Grinnell. 1919. Life-zone indicators in California. *Proceedings of the California Academy of Science* 9:37-67
- Hernández-Stefanoni, J. L., J. M. Dupuy, F. Tun-Dzul y F. May-Pat. 2011. Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26 (3): 355-370.
- Hill, J. K. y K. C. Hamer. 2004. Determining impacts of habitat modification on diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Journal of Applied Ecology* 41 (4): 744-754.
- Jørgensen, S. E., L. Xu y R. Costanza. 2010. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC press, Taylor and Francis, Group. United States of America. 467 pp.
- Karr, J. R. 1991. Biological integrity: a long neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications* 1:66-84.
- Larsen, F. W., J. Bladt y C. Rahbek, 2009. Indicator taxa revisited: useful for conservation planning? *Diversity and Distributions* 15 (1): 70-79.
- Landres, P. B., J. Verner y J. W. Thomas. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation biology* 2 (4): 316-328.
- Law, B. S. y C. R. Dickman. 1998. The use of habitat mosaics by terrestrial vertebrate fauna: implications for conservation and management. *Biodiversity & Conservation* 7 (3): 323-333.
- Lindenmayer, D. B. y G. E. Likens. 2011. Direct measurement versus surrogate indicator species for evaluating environmental change and biodiversity loss. *Ecosystems* 14 (1): 47-59.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel y E. Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en el siguiente sitio Web: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Medeiros, H. R. y J. M. Torezan. 2013. Evaluating the ecological integrity of Atlantic forest remnants by using rapid ecological assessment. *Environmental monitoring and assessment* 185 (5): 4373-4382.
- Medellín, R. A., M. Equihua, y M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675.
- Merriam, C. H. 1898. Life Zones and Crop Zones of the United States. U.S. Department of Agriculture, Division of Biological Survey, Bulletin 10. Government Printing Office, Washington, D. C., 79 pp.
- Mojica, J. I., G. Galvis, P. Sánchez-Duarte, C. Castellanos y F. A. Villa-Navarro. 2006. Peces del valle medio del río Magdalea, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1):23-38.
- Mojica, J. I., J. S. Usma, R. Álvarez-León y C. A. Lasso. 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., 319 pp.
- Montero, I., R. López Camacho, D. Cárdenas López y N. R. Salinas. 2007. Cedro: *Cedrela odorata*. Pp. 127-132. En: Cárdenas, D. L. y N. R. Salinas (Eds.). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Morales-Jiménez, A. L. y A. Link. 2008. *Aotus griseimembra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T1807A7650460. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T1807A7650460.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Morales-Jiménez, A. L., A. Link y P. Stevenson. 2008. *Saguinus leucopus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T19819A9019454. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19819A9019454.en>. Downloaded on 22 June 2016.
- Noss, R. F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest ecology and management* 115: 135-146.
- Oliveira-Junior, J. M. B., Y. Shimano, T. A. Gardner, R. M. Hughes, P. Marco Júnior y L. Juen. 2015. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecology* 40 (6): 733-744.
- Pearson, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 345 (1311): 75-79.
- Pérez-Torres, J. 2000. Estructura y composición de la comunidad de murciélagos: Comparación entre fragmentos y áreas continúas de bosque andino. Fundación para la Promoción de la investigación y la tecnología. Proyecto No. 915. Bogotá, D. C.
- Robertson, B. A., J. S. Rehage y A. Sih, 2013. Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. *Trends in ecology & evolution* 28 (9): 552-560.
- Rotem, G., Y. Ziv, I. Giladi y A. Bouskila. 2013. Wheat fields as an ecological trap for reptiles in a semiarid agroecosystem. *Biological conservation* 167: 349-353.
- Ruiz, J., M. C. Fandiño y R. L. Chazdon. 2005. Vegetation structure, composition, and species richness across 56-year chronosequence of dry tropical forest on Providencia Island, Colombia. *Biotropica* 37: 520-530.
- Sánchez, F., P. Sánchez-Palomino y A. Cadena. 2004. Inventario de mamíferos en un Bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia* 26:291-309.
- Savilaakso, S., E. Meijaard, M. R. Guariguata, M. Boissiere y L. Putzel. 2015. A review on compliance and impact monitoring indicators for delivery of forest ecosystem services. Center for International Forestry Research, CIFOR. Vol. 188. Bogor, Indonesia. 52 pp.
- Schlaepfer, M. A., P. W. Sherman, B. Blossey y M. C. Runge. 2005. Introduced species as evolutionary traps. *Ecology Letters* 8 (3): 241-246.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?. *Biological conservation* 83 (3): 247-257.
- Simon, T. P, R. Jankowski y C. Morris. 2000. Modification of an index of biotic integrity for assessing vernal ponds and small palustrine wetlands using fish, crayfish, and amphibian assemblages along southern Lake Michigan. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 407-418.
- Tierney, G. L., D. Faber-Langendoen, B. R. Mitchell, W. G. Shriver y J. P. Gibbs. 2009. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and Environment* 7: 308–316.
- Vargas-Figueroa, J. A., A. M. González-Colorado, E. Barona-Cortés, W. Bolívar-García y A. Giraldo-López. 2016. Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada-Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias* 20 (2): 13-60.
- Vargas, W. y W. Ramírez. 2014. Lineamientos para la restauración del Bosque Seco Tropical en Colombia. Pp: 252-291. En: Pizano, C. y H. García. (Eds.). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C.
- Vélez-Restrepo, L. A. y A. Gómez-Sal. 2008. Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor* 184 (729): 31-44.
- Verner, J., M. L. Morrison y C. J. Ralph. 1986. Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. 470 pp.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 236 pp.
- Welsh, H. H. y L. M. Ollivier. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods. *Ecological Applications* 8 (4): 1118-1132.
- Wren, C. D. 1986. Mammals as biological monitors of environmental metal levels. *Environmental Monitoring and Assessment* 6: 127-144.
- Zambrano, H., P. Marco y L. Naranjo. 2003. Evaluación de integridad ecológica propuesta metodológica. WWF – Parques Nacionales Naturales de Colombia – Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 30 pp.
- Zamora, L. L., A. Vila y J. Naspleda. 2009. La biota de los ríos: Los Peces. Pp: 271-291. En: Elosegui, A. y S. Sabater. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA. España.

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

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

Ángela M. González-Colorado
Grupo de Investigación en Ecología Animal,
Departamento de Biología,
Universidad del Valle
Cali, Colombia
angelamgonzalezc@gmail.com

La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia

Citación del artículo: Bolívar-García, W., A. Giraldo y Á. M. González-Colorado. 2017. La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 352-370. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a21

Recibido: 17 de junio de 2016
Aprobado: 16 de mayo de 2017

Ampliación de la distribución geográfica de *Microgenys minuta* Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia

Expansion of distribution of *Microgenys minuta* Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) in the Magdalena River basin, Colombia

Lina M. Mesa-S. y Juan G. Albornoz

Resumen

Se amplía la distribución de *Microgenys minuta* (Characiformes, Characidae) desde la sección medio-alta del río Cauca y el tramo alto del río Magdalena hasta la porción media de la cuenca del río Magdalena, con base en ejemplares colectados en el piedemonte del departamento de Santander, Colombia.

Palabras clave. Distribución trasandina. Especie endémica. Peces. Santander.

Summary

The distribution of *Microgenys minuta* (Characiformes, Characidae) is expanded to include the area from the mid-upper section of the Cauca River and the high stretch of the Magdalena River to the middle portion of the Magdalena River Basin, based on specimens collected in piedmont streams of Santander Department, Colombia.

Key words. Endemic species. Fishes. Santander. Transandean distribution.

Microgenys minuta Eigenmann 1913 (Figuras 1 y 2), es un carácido de pequeño porte que alcanza aproximadamente 30 mm de longitud estándar (LE) cuando adulto.

Se caracteriza por presentar dos series de dientes tricúspides en el premaxilar (cada serie con cuatro dientes) y una aleta anal corta (con i, 10 radios) (Eigenmann 1913). Es endémico del sistema Magdalena-Cauca, en la región trasandina de Colombia, generalmente habita quebradas típicas del piedemonte con vegetación marginal, lecho rocoso, pendiente moderada y relativa torrencialidad (Figuras

3 y 4). Según Lozano-Zarate *et al.* (2008) presenta una dieta insectívora, basada en material alóctono en período de lluvias, mientras que en época de sequía muestra mayor preferencia por material autóctono. Está evaluada con categoría de Casi Amenazada (NT) a nivel nacional (Usma y Lehman 2012) y como de Preocupación Menor (LC) a nivel global (Mesa-S. y Sanchez-Duarte 2016).

La distribución más reciente reportada para la especie se encuentra en la evaluación realizada en el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.* 2012), donde mencionan que habita la porción media-



Figura 1. *Microgenys minuta* (27 mm LE), IAvH-P-15805. Fotografía: A. Romero (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt).



Figura 2. *Microgenys minuta*, CZUT-IC-10722. Fotografía: C. C. Conde-Saldaña y J. G. Albornoz-Garzón.

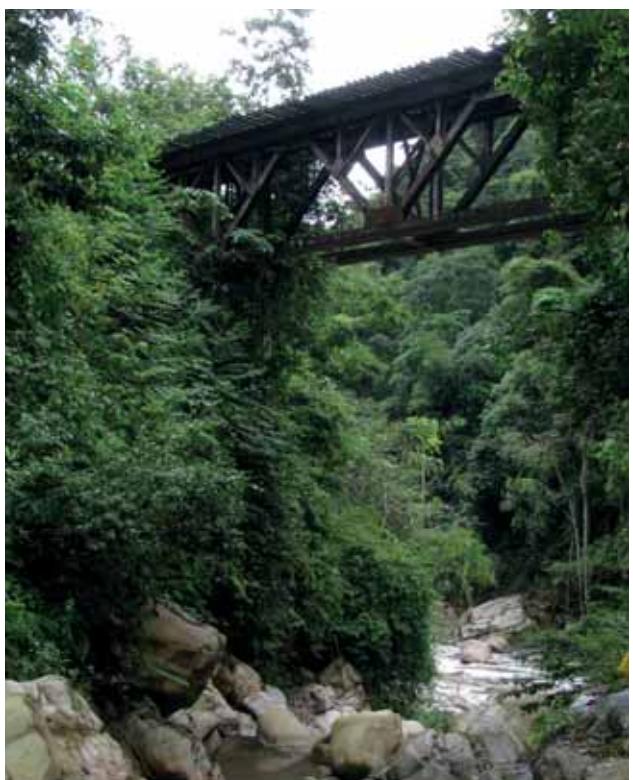


Figura 3. Quebrada NN, afluente del río Lebrija, sector de la antigua vía del ferrocarril. Fotografía: L. M. Mesa-S.



Figura 4. Río Blanco, afluente río Horta, cuenca río Carare. Fotografía: L. M. Mesa-S.

alta de la cuenca del río Cauca (ríos Bugalagrande, Ansermanuevo y La Vieja) y la cuenca alta del río Magdalena en los departamentos de Tolima y Huila: ríos Coello, Opía, Tetúan, Peralonso, Anchique, Pata y quebradas Gualanday y La Fragua (Maldonado-Ocampo *et al.* 2005, Villa-Navarro *et al.* 2006). En colecciones posteriores ha sido registrada para los ríos Totare y Alvarado (Figura 5).

Recientemente en el marco del proyecto “Planeación Ambiental para la Conservación en las Áreas Operativas de Ecopetrol”, realizado entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) y la empresa de petróleo (Ecopetrol), se efectuó una expedición al departamento de Santander, en septiembre de 2013, en donde se colectaron 46 ejemplares de la especie (IAvH-P-13778 y IAvH-P-13779), en un pequeño afluente del río Lebrija, en la vereda Palmas (municipio de Rionegro), en la antigua vía del ferrocarril, a 350 m s.n.m. ($07^{\circ}14'08,3''N$ $73^{\circ}14'51,6''W$) (Figuras 3 y 5a). Posteriormente en agosto de 2016, en el marco de las expediciones Colombia BIO (Colciencias-IAvH), la especie volvió a ser colectada en el departamento de Santander, en esta oportunidad en el municipio de El Peñón, corregimiento de Río Blanco. Se recolectaron en esta oportunidad, tres ejemplares

(IAvH-P-15807) en el río Blanco, segundo afluente en importancia del río Carare (cuenca del río Horta) (Figuras 4 y 5a), a una altitud de 394 m s.n.m. ($07^{\circ}14'08,3''N$ $73^{\circ}14'51,6''W$) y un ejemplar (IAvH-P-15805) (Figura 1), para la parte baja de la quebrada Aventadero, principal afluente a su vez del río Blanco.

Con las colectas mencionadas, se amplía la distribución de *Microgenys minuta* a la porción media de la cuenca del río Magdalena (Figura 5a). Estas dos regiones que aquí se mencionan, no contaban con evaluaciones ictiológicas, además, geográficamente se encuentran en zonas remotas, a pesar de estar en un departamento de ocupación antigua.

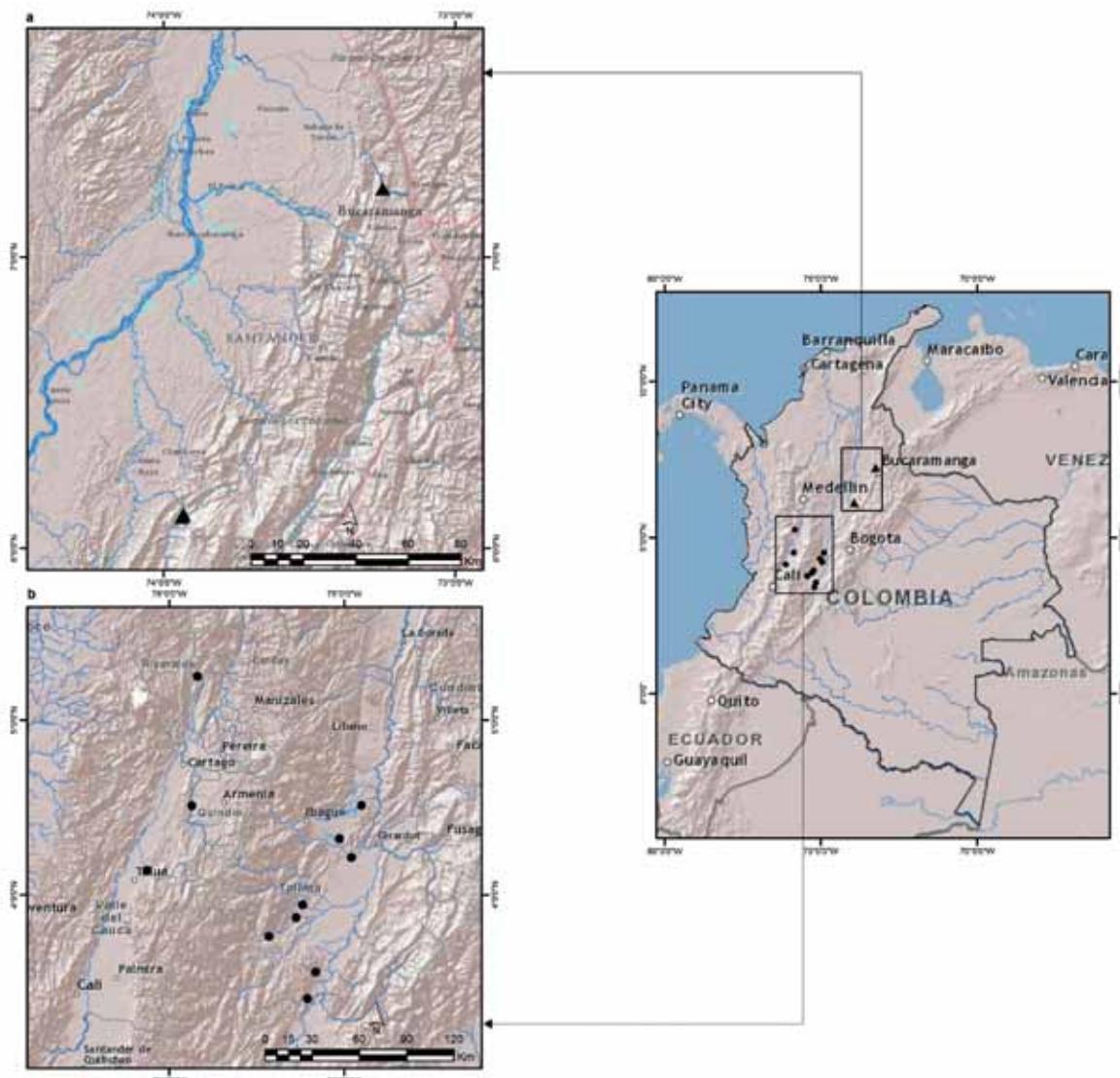


Figura 5. Distribución de *Microgenys minuta*. a) Ampliación de distribución reportada para la especie (cuencas de los ríos Lebrija y Carare, Magdalena medio); b) distribución reconocida de la especie para el alto Magdalena y alto medio Cauca. Mapa elaborado por D. Córdoba.

Agradecimientos

Proyecto “Planeación Ambiental para la Conservación de la Biodiversidad en las Áreas Operativas de Ecopetrol”, IAvH – Ecopetrol -convenio número 12-067-, y proyecto “Colombia BIO”, IAvH – Colciencias –convenio número 16-062-. A Diego Córdoba por la colaboración en la elaboración del mapa, a Andrés Romero y Cristhian Camilo Conde-Saldaña por las fotografías de la especie, a Michael Galeano, Karen Peña y Francisco Correa por su colaboración en campo.

Literatura citada

- Eigenmann, C. H. 1913. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part II. *Contributions from the Zoological Laboratory of Indiana University* 131: 1-30.
- Lozano-Zárate, Y. Y., F. A. Villa-Navarro, L. J. García-Melo, J. E. García-Melo y G. Reinoso-Flórez. 2008. Aspectos bioecológicos de *Microgenys minuta* (Characidae) en la cuenca del río Totare, sistema del río Magdalena, Colombia. *Dahlia* 10: 65-82.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma O., G. Galvis, F. A. Villa-Navarro, L. Vasquez, S. Prada y C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 346 pp.
- Mesa-Salazar, L. y P. Sanchez-Duarte. 2016. *Microgenys minuta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T49830423A61473978. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49830423A61473978.en>
- Mojica, J. I., J. S. Usma O., R. Álvarez L. y C. A. Lasso (Eds.). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 319 pp.
- Villa-Navarro, F. A., P. T. Zúñiga-Upegui, D. Castro-Roa, J. E. García-Melo, L. J. García-Melo y M. E. Herrada-Yara. 2006. Peces del alto Magdalena, cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 7 (1): 3-22.
- Usma, J. S. y P. Lehman A. 2012. *Microgenys minuta*. Pp. 215-216. En: Mojica, J. I., J. S. Usma O., R. Álvarez L. y C. A. Lasso (Eds.). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Lina M. Mesa S.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt,

Bogotá, Colombia

lmesa@humboldt.org.co

Juan Gabriel Albornoz

Grupo de Investigación en Zoología, Departamento de Biología, Universidad del Tolima,

Ibagué, Tolima, Colombia

jgalbornoz@ut.edu.co

Nota - Ampliación de la distribución geográfica de *Microgenys minuta* Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia

Citación del artículo: Mesa S., L. M. y J. G. Albornoz. 2017. Nota - Ampliación de la distribución geográfica de *Microgenys minuta* Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 371 -374. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a22

Recibido: 7 de febrero de 2017

Aprobado: 29 de marzo de 2017

Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, Colombia

Ichthyology Collection of the Industrial University of Santander, Colombia

Mauricio Torres, Egna Mantilla-Barbosa, Federico Rangel-Serpa

Citación del recurso. Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander (2017). 1665 registros, aportados por Mauricio Torres (proveedor de datos, procesador, custodio, proveedor de metadatos, publicador, editor). En línea: <http://ipt.biodiversidad.co/sib/resource.do?r=uist>, publicado el 12/02/2015

Resumen

La ictiofauna de la cuenca del río Magdalena, la mejor muestreada de Colombia, todavía presenta información escasa para algunas subcuenca. Tal es el caso de las subcuenca que drenan el nororiente colombiano, donde se están descubriendo nuevas especies y haciendo los primeros inventarios de muchos cuerpos de agua. En este artículo se describen los datos de la principal colección de peces del nororiente colombiano, la Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, en Bucaramanga. Los primeros registros de la colección datan de diciembre de 2002 y a la fecha las colectas continúan activas. La mayoría de los ejemplares han sido recolectados en el sistema de la cuenca del Magdalena y en el departamento de Santander. También incluye ejemplares recolectados en los departamentos de Arauca, Atlántico, Bolívar, La Guajira, Meta, Norte de Santander y Valle del Cauca. La mayoría de los especímenes se fijaron en formol y preservaron en alcohol al 70 %. Actualmente la colección cuenta con 1665 registros, pertenecientes a 9 órdenes, 33 familias, 74 géneros y 100 especies. Los órdenes mejor representados son Characiformes (38,4 % de los registros), Perciformes (31,4 %) y Siluriformes (18,6 %). Entre los especímenes se cuenta con los holotipos de *Astyanacinus yarigues* y *Gephyrocharax torresi* y con paratipos de estas dos especies y de *Trichomycterus uisae*.

Palabras clave. Andes tropicales. Diversidad. Especímenes de museo. Peces de agua dulce. Río Magdalena.

Abstract

The ichthyofauna of the Magdalena River Basin is the best sampled of Colombia and yet, there is scant information about the fish of some of its drainages. That is the case for the drainages of Colombia's North-East, where new species are being found during the first inventories of many freshwater sites. In this paper, we describe the database of the main freshwater fish collection of North-Eastern Colombia, the Ichthyological Collection of the Universidad Industrial de Santander in Bucaramanga. The collection started in December of 2002 and still active. Most of the specimens were collected in the Magdalena river basin system in the department of Santander. There are also specimens collected from the departments of Arauca, Atlántico, Bolívar, La Guajira, Meta, Norte de Santander and Valle del Cauca. Most of the specimens were fixed in formalin and preserved in 70% alcohol. There are currently 1665 records, corresponding to 9 orders, 33 families, 74 genera, and 100 species. The most frequent orders were Characiformes (38.4% of the records), Perciformes (31.4%), and Siluriformes (18.6%). Among the specimens in collection are the holotype and paratypes of *Astyanacinus yarigues* and *Gephyrocharax torresi*, and paratypes of *Trichomycterus uisae*.

Key words. Diversity. Freshwater fishes. Magdalena River. Museum specimens. Tropical Andes.

Introducción

Propósito: Los tres países del mundo con mayor diversidad de peces dulceacuícolas son Brasil (2122 sp. - Agostinho *et al.* 2005), Colombia (1494 sp. - DoNascimento *et al.* 2017) e Indonesia (~1300 sp. - Kottelat y Whitten 1996). Si se tiene en cuenta la diferencia de estos países en área continental, Colombia pasa a ser de lejos el país con mayor diversidad de peces dulceacuícolas por km² del mundo (COL: 1,44 sp. *10³*km⁻²; IND: 0,68 sp.*10³*km⁻²; BRA: 0,25 sp.*10³*km⁻²). Esa gran diversidad de peces dulceacuícolas colombianos sigue creciendo con el descubrimiento constante de nuevas especies (DoNascimento *et al.* 2017) en zonas poco muestreadas (i.e. todo el país excepto el altiplano cundiboyacense y los cauces principales de la cuenca Magdalena-Cauca; Maldonado-Ocampo *et al.* 2005). Una región relativamente poco muestreada es el nororiente del país, que comprende los departamentos de Cesar, Norte de Santander, Santander y parte de Arauca. En el nororiente del país hay cuencas importantes que vierten sus aguas al río Magdalena (ríos Carare, Opón, La Colorada, Sogamoso, Lebrija y Cesar), el lago de Maracaibo (río Catatumbo) y la cuenca del Orinoco (río Arauca). En estas cuencas se han desarrollado muestreos dispersos y esporádicos cuyos especímenes se depositaron casi en su totalidad en colecciones nacionales e internacionales por fuera de la región. Con miras a contribuir al conocimiento de la ictiofauna regional se estableció en 2004 la Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, cuya base de datos se presenta en este artículo.

Datos del proyecto

Título. Sistematización y actualización de la Colección Ictiológica de la UIS.

Nombre. Mauricio Torres (Custodio de los Datos).

Fuentes de financiación. Convenio de Cooperación No. 13-13-014-234CE entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad Industrial de Santander.

Descripción del área estudio. Colombia, principalmente la cuenca del río Magdalena. Una muestra de Trinidad y Tobago, cuenca del Quare River.

Cobertura taxonómica

Para la determinación taxonómica se usó la clasificación de Eschmeyer *et al.* (2016). En la Colección Ictiológica 1665 registros de las clases Actinopterygii (94 % de los registros) y Chondrichthyes (6 % restante), pertenecientes a 9 órdenes, 33 familias, 74 géneros y 100 especies. Los órdenes mejor representados son Characiformes (38,4 % de los registros), Perciformes (31,4 %) y Siluriformes (18,6 %). Las familias más comunes en colección son Characidae (34,8 % de los registros), Cichlidae (31,1 %) y Loricariidae (9,5 %). Los géneros con más registros en colección fueron *Geophagus* (27 %), *Creagrutus* (21 %) y *Hemibrycon* (7 %).

Categorías

Clase. Actinopterygii, Chondrichthyes

Orden. Characiformes, Siluriformes, Cyprinodontiformes, Perciformes, Myliobatiformes, Synbranchiformes, Syngnathiformes, Atheriniformes, Gymnotiformes.

Nombres comunes. Sardinas, bocachicos, perralocas, bagres, chocas, lauchas, jaboneros, piponitas, mojarras, rayas, anguilas, trompetas, plateados y peces cuchillo.

Cobertura geográfica

Colectados principalmente en aguas dulces, pocos registros de aguas estuarinas. La mayoría colectados en el departamento de Santander (Colombia), dentro del sistema de la cuenca del río Magdalena. Los tres municipios con mayor porcentaje de especímenes registrados en colección son los municipios santandereanos de Páramo (29 %), San Gil (26 %) y Puerto Wilches (8 %). Se cuenta con una muestra de Trinidad y Tobago, de la cuenca del Quare River.

Coordenadas: 3°28'58.8"N y 11°11'16.8"W Latitud; 76°58'33.6"W y 61°11'34.8"W Longitud.

Cobertura temporal

1 de Diciembre de 2002 - 20 de Septiembre de 2014.

Datos de la colección

Nombre de la colección. Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander.

Identificador de la colección. UIS-MHN-T (RNC: 42).

Identificador de la colección parental. UIS-MHN.

Método de preservación de los especímenes.

Los ejemplares han sido fijados en solución de formol tamponado al 5 % (para especímenes de Cyprinodontiformes pequeños destinados a análisis de historias de vida), formol tamponado al 10 % (la mayoría de los especímenes), o alcohol al 95 % (para especímenes destinados a análisis genético). Los especímenes fijados en formol al 10 % fueron preservados en alcohol al 70 %.

Material y métodos

Área de estudio

Colectados principalmente en aguas dulces, pocos registros de aguas estuarinas. En Colombia, la mayoría colectados en el departamento de Santander, dentro del sistema de la cuenca del río Magdalena. En Trinidad y Tobago se colectó una muestra en la cuenca del Quare River. Las localidades únicas son en total 147, la mayoría en Santander dentro del sistema cuenca río Magdalena. Las localidades son en su mayoría ríos de montaña y ríos de planos inundables. Pocas muestras son de sistemas léticos como ciénagas, estuarios o represas.

Descripción del muestreo

Colectados con redes manuales, atarrayas de diferentes ojos de malla, chinchorros, nasas, electropesca y trasmallos, dependiendo de las

condiciones del hábitat a muestrear. Los ejemplares han sido fijados en solución de formol tamponado al 5 % (para especímenes de Cyprinodontiformes pequeños destinados a análisis de historias de vida), formol tamponado al 10 % (la mayoría de los especímenes), o alcohol al 95 % (para especímenes destinados a análisis genéticos). Los especímenes fijados en formol al 10 % fueron preservados en alcohol al 70 %.

Metodología paso a paso

Una vez colectados, la mayoría de los especímenes se fijaron en formol al 10 % y posteriormente preservaron en alcohol al 70 %, si era el caso, y se depositaron en la colección asignándose un número de catálogo (e.g. UIS-T-001). En cada frasco se insertó una etiqueta en papel Resistall (University Products Inc., USA), la cual fue escrita a mano en tinta china dadas las recientes experiencias de otros museos nacionales donde se ha observado despegue de caracteres en etiquetas impresas una vez ha transcurrido una década de preservación. La etiqueta, de 10.7x7.0 cm, contiene la siguiente información: número de catálogo, número de ejemplares, familia, especie, nombre común, localidad, cuenca, subcuenca, latitud, longitud, número de campo, colector, fecha de colección, determinador y fecha de determinación. La determinación se llevó a cabo utilizando claves taxonómicas y descripciones originales de las especies. Las claves taxonómicas más utilizadas fueron las de Eigenmann (1917), Dahl (1971), Harold y Vari (1994), Ballen y Vari (2012), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005) y Román-Valencia *et al.* (2008). La georreferenciación se realizó usando el método radio-punto (Wieczorek *et al.* 2004).

Resultados

Descripción de conjunto de datos

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

IPT. <http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=uist>

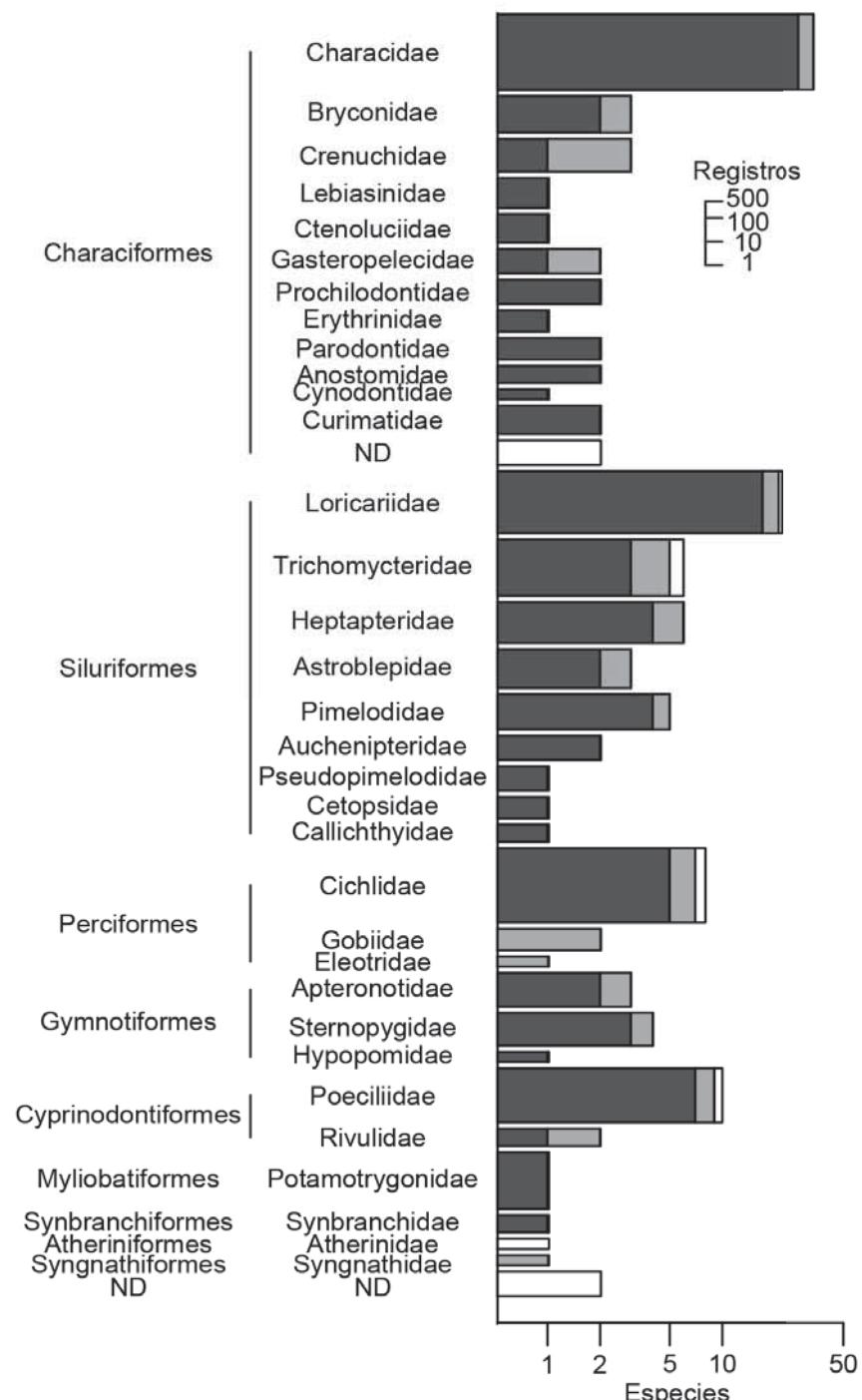


Figura 1. Representación taxonómica del material registrado en la Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander. Los colores de las barras indican el nivel taxonómico hasta el cual fueron determinados los especímenes (gris oscuro= especie, gris claro=género, blanco=familia o no determinado). El ancho de las barras es proporcional al número de registros, según la escala.

Portal de datos. <http://data.sibcolombia.net/conjuntos/resource/198>

Portal GBIF. <http://www.gbif.org/dataset/eaad657f-7bda-4705-a181-053d9e38033f>

Nombre. Archivo Darwin Core Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander

Idioma. Español.

Codificación de caracteres. UTF-8.

URL del archivo. Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo:

IPT. <http://ipt.biodiversidad.co/sib/resource.do?r=uist>

Formato del archivo. Darwin Core

Versión del formato del archivo. 1.0

Nivel de jerarquía. Conjunto de datos

Fecha de publicación de los datos. 2015-02-12

Idioma de los metadatos. Español

Fecha de creación de los metadatos. 2015-02-10

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

Conjuntos de datos Externos

Descripción del conjunto de datos

Nombre: Museo de Historia Natural UIS

Codificación de caracteres: UTF-8

Formato del archivo: HTML

Distribución: <http://ciencias.uis.edu.co/museocolecciones/>

Discusión

La Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander-UIS se ha establecido como la principal colección de referencia de este grupo de vertebrados

del nororiente colombiano. Su continuo crecimiento permite en este documento aumentar el listado de especies reportadas por Castellanos-Morales *et al.* (2011) para el departamento de Santander. Se encontraron en la colección siete nuevos registros para Santander: *Argopleura diquensis*, *Astyanax filiferus*, *Cetopsorhamdia molinae*, *Crossoloricaria variegata*, *Megalonema xanthum*, *Sternopygus macrurus* y *Sturisomatichthys leightoni*. La colección cuenta con los holotipos de *Astyanacinus yariguies* y *Gephyrocharax torresi* y paratipos de esas dos especies y de *Trichomycterus uisae*; cuenta también con los únicos ejemplares de *Gambusia lemairei* y *Priapichthys chocoensis* en colecciones colombianas. En colección se encuentran ejemplares de 13 especies incluidas en la más reciente lista roja de peces de agua dulce (Mojica *et al.* 2012): *Ichthyoelephas longirostris* (En Peligro), *Aramites eques* (Vu=Vulnerable), *Ageneiosus pardalis* (Vu), *Apterodonotus magdalenensis* (Vu), *Curimata mivartii* (Vu), *Leporinus muyscorum* (Vu), *Pimelodus grosskopffii* (Vu), *Prochilodus magdalena* (Vu), *Salminus affinis* (Vu), *Sorubim cuspicaudatus* (Vu). *Cynopotamus magdalena* (CA=Casi Amenazada), *Megalonema xanthum* (CA), *Potamotrygon magdalena* (CA). Se destaca que en la Colección Ictiológica se encuentran depositados ejemplares de *Astyanax* y *Ancistrus* que pueden corresponder a especies por describir. El valor de la colección y sus ejemplares se debe aumentar por medio de nuevos muestreos que complementen la diversidad referenciada y que amplíen la cobertura espacial. Por ejemplo, se podría buscar que la colección contara con ejemplares de cada una de las especies registradas para Santander (Castellanos-Morales *et al.* 2011). Una estrategia de enriquecimiento de la colección puede ser el depósito de ejemplares colectados por empresas consultoras en el marco de caracterizaciones bióticas y estudios de impacto ambiental. Ese tipo de estudios son frecuentes en la región debido a que la extracción de petróleo, carbón y oro son el principal renglón de la economía de esta zona del país. Como esos estudios están obligados por normativa nacional (Decreto 3016 de 2013) a depositar los ejemplares colectados en colecciones registradas, al acoger esos ejemplares, así como de ejemplares obtenidos en investigaciones

científicas, la Colección Ictiológica de la UIS, puede continuar consolidándose como la principal colección de referencia de la región.

Agradecimientos

Rosa A. Gavilán-Díaz y Martha P. Ramírez-Pinilla (UIS) apoyaron la creación de la colección con equipos, espacio de laboratorio y fondos para procesamiento de material. Muchas gracias a la larga lista de investigadores que han enriquecido la colección depositando especímenes. Marcela Delgado (SiB Colombia, IAvH) acompañó amablemente el proceso de estructuración y validación de la base de datos de la colección.

Referencias

- Agostinho, A. A., S. M. Thomaz y L. C. Gomes. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology* 19: 646–652.
- Ballen, G. A. y R. P. Vari. 2012. Review of the Andean armored catfishes of the genus *Dolichancistrus* Isbrücker (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology* 10: 499-518.
- Castellanos-Morales C. A., L. L. Marino-Zamudio, L. Guerrero-V., J. A. Maldonado-Ocampo. 2011. Peces del departamento de Santander, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 35: 189-212.
- Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. MinAgricultura-INDERENA. Talleres Litografía Arco. Bogotá D.C. 391 pp.
- Decreto 3016 de 2013. Por el cual se reglamenta el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales. República de Colombia. 8 pp.
- DoNascimento, C., E. E. Herrera-Collazos, G. A. Herrera-R., A. Ortega-Lara, F. A. Villa-Navarro, J. S. Usma Oviedo y J. A. Maldonado-Ocampo. 2017. Checklist of the freshwater fishes of Colombia: a Darwin Core alternative to the updating problem. *ZooKeys* 708: 25–138.
- Eigenmann, C. H. 1917. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 43: 1-102.
- Eschmeyer, W. N., R. Fricke y R. van der Laan (Eds.). 2016. Catalog of Fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Versión electrónica consultada el 20-01-2016.
- Harold, A. S. y R. P. Vari. 1994. Systematics of the Trans-Andean species of *Creagrutus* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 551: 1-31.
- Kottelat, M. y T. Whitten. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish. *World Bank Technical Papers* 343: 59-67.
- Maldonado-Ocampo, J. A., A. Ortega-Lara, J. S. Usma-Oviedo, G. Galvis, F. A. Villa-Navarro, L. Vasquez, S. Prada-Pedreros y C. A. Rodriguez. 2005. Peces de los Andes de Colombia: guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 346 pp.
- Mojica, J. I., J. S. Usma-Oviedo, R. Álvarez-León y C. Lasso (Eds.). 2012. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., 319 pp.
- Román-Valencia, C., A. J. Vanegas-Ríos y R. I. Ruiz-C. 2008. Una nueva especie de pez del género *Bryconamericus* (Ostariophysi: Characidae) del río Magdalena, con una clave para las especies de Colombia. *Revista de Biología Tropical* 56: 1749-1763
- Wieczorek, J., Q. Guo y R. Hijmans. 2004. The point-radius method for georeferencing locality descriptions and calculating associated uncertainty. *International Journal of Geographical Information Science* 18: 745-767.

Mauricio Torres
Escuela de Biología,
Universidad Industrial de Santander,
Bucaramanga, Colombia
mauriciotorres@iguaque.org

Egna Mantilla-Barbosa
Escuela de Biología,
Universidad Industrial de Santander,
Bucaramanga, Colombia
egnamin@gmail.com

Federico Rangel-Serpa
Escuela de Biología,
Universidad Industrial de Santander,
Bucaramanga, Colombia
federicorangelserpa@gmail.com

Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de
Santander, Colombia

Citación del artículo: Torres, M., E. Mantilla-Barbosa y F. Rangel-Serpa. 2017. Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. *Biota Colombiana* 18 (1): 375-381. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a23

Recibido: 24 de marzo de 2015
Aprobado: 9 de marzo de 2017

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* (italica). 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.sec⁻¹.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Exprese los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02°37'53''N-56°28'53''O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l.).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- RESUMEN: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- PALABRAS CLAVE: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

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

Fotografías, figuras, tablas y anexos

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

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobre cargadas 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 from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the exception of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02°37'53''N-56°28'53''O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.

- When quoting references in the text mentioned author's last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- ABSTRACT: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- KEY WORDS: six key words maximum, complementary to the title.

Pictures, Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periods, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

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

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

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

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

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe

Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 80 pp.

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

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

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Guía para autores - Artículos de Datos

www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/biota- biotacol@humboldt.org.co
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 el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede

en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)².

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*³ (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

¹ Wieczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wieczorek, 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_atestinije 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 **negrita**.
 - 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 qué 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

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 Who, 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*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. Accesible at <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
TITLE	Derived from the 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.

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

Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. Groundwater, wetlands and ecosystem services in Colombia. <i>Teresita Betancur-Vargas, Daniel A. García-Giraldo, Angélica J. Vélez-Duque, Angélica M. Gómez, Carlos Flórez-Ayala, Jorge Patiño y Juan Á. Ortiz-Tamayo</i>	1
Efecto del CaCl_2 sobre el contenido de proteínas, prolina, acidez titulable, clorofila y contenido relativo de agua de <i>Aloe vera</i> expuesta a salinidad por NaCl . CaCl_2 effect on protein, proline, titratable acidity, chlorophyll and relative water content from <i>Aloe vera</i> exposed to salinity by NaCl . <i>Selwin Pérez-Nasser</i>	29
Efecto del Ca^{2+} sobre algunas variables de crecimiento de <i>Aloe vera</i> cultivada con NaCl . Effect of Ca^{2+} on some growth variables from <i>Aloe vera</i> grown on NaCl . <i>Selwin Pérez-Nasser</i>	41
Charophyta, Chlorophyta y Cryptophyta del embalse Riogrande II (Antioquia), Colombia. Charophyta, Chlorophyta and Cryptophyta in Riogrande II reservoir (Antioquia), Colombia. <i>Mónica T. López Muñoz, Carlos E. De Mattos-Bicudo, Ricardo O. Echenique, John J. Ramírez-Restrepo y Jaime A. Palacio</i>	50
Diferencias del contenido nutricional de hojas jóvenes y maduras de dos especies de puya (<i>Puya santosii</i> Cuatrec., <i>Puya goudotiana</i> Mez; Bromeliaceae), en la región del Guavio, Cundinamarca, Colombia. Differences in the nutritional content of mature and young Puya leaves (<i>Puya santosii</i> Cuatrec., <i>Puya goudotiana</i> Mez; Bromeliaceae) in the Guavio region, Cundinamarca, Colombia. <i>Luis J. Romero-Puentes, Brayan L. Torres-Clavijo y Ángela Parrado-Rosselli</i>	68
Características físicas y germinativas de semillas de la orquídea <i>Prosthechea</i> sp. de la zona andina, Fusagasugá, Colombia. Physical and germinative characteristics of <i>Prosthechea</i> sp. (Orchidaceae) native to Fusagasugá – Colombia. <i>Laguardia del C. Banda-Sánchez, Yeison H. Pinzón-Ariza y Luis E. Vanegas-Martínez</i>	80
Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia. Colonizer plant species of sites disturbed by mining in the Chocoan rain forests, Colombia. <i>Hamleth Valois-Cuesta y Carolina Martínez-Ruiz</i>	88
Catálogo de la flora vascular de los Parques Nacionales de Colombia: Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y su zona de amortiguamiento. Catalog of the vascular flora of the National Parks of Colombia: Iguaque Fauna and Flora Sanctuary and buffer zone. <i>Humberto Mendoza-Cifuentes</i>	105
Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. Structural changes of mesozooplankton in relation to hydrographic conditions in the Gulf of Cariaco, Venezuela. <i>Brightdom Márquez-Rojas, Evelyn Zoppo de Roa, Luis Troccoli y Edy Montiel</i>	148
Chinchas patinadoras marinas (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversidad de los hábitats oceánicos del Neotrópico. Marine water striders (Hemiptera: Heteroptera: Gerromorpha): diversity of ocean habitats in the Neotropics. <i>Fredy Molano-Rendón e Irina Morales</i>	172
Descripción de una nueva especie de mariposa del género <i>Wahydra</i> Steinhäuser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) para Colombia. Description of a new species of butterfly of the genus <i>Wahydra</i> Steinhäuser (Lepidoptera: Hesperiidae: Hesperiinae: Anthoptini) from Colombia. <i>Efraín R. Henao-Bañol, Fabián G. Gaviria y Julián A. Salazar-Escobar</i>	192
Pseudoscorpiones (Arachnida: Pseudoscorpiones) del nororiente andino de Colombia. Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) in the northeastern Andean region of Colombia. <i>Catalina Romero-Ortiz</i>	198
Primer registro de cuatro especies de camarones de agua dulce (Palaemonidae) para Colombia. First records of four species of freshwater shrimp (Palaemonidae) from Colombia. <i>Ada Acevedo y Carlos A. Lasso</i>	206
Lista anotada de los tipos de peces en la colección del Laboratorio de Ictiología, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). Annotated list of types of fishes in the collection of the Laboratory of Ichthyology, University of Quindío, Armenia, Colombia (IUQ). <i>César Román-Valencia, Donald C. Taphorn, Carlos A. García-Alzate, Sebastián Vásquez-P. y Raquel I. Ruiz-C.</i>	217
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Siluriformes: Loricariidae): una especie trasplantada en la cuenca del río Patía, vertiente Pacífico, Colombia. <i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Siluriformes: Loricariidae): a species transplanted to the Basin of the Patía River, Colombia. <i>Alberto Moncayo-Fernández, Ofelia Mejía-Egas y Héctor E. Ramírez-Chaves</i>	243
Lista anotada de la herpetofauna del departamento del Quindío, Colombia. Checklist of the herpetofauna of the department of Quindío, Colombia. <i>Cristian Román-Palacios, Sara Fernández-Garzón, Alejandro Valencia-Zuleta, Andrés F. Jaramillo-Martínez y Ronald A. Viáfara-Vega</i>	251
Batracofauna de los bosques de niebla y estribaciones del piedemonte en el municipio de Yopal (Casanare), Orinoquia colombiana. Frogs and toads of cloud forests and foothills in the Yopal municipality (Casanare), Colombia. <i>Andrés R. Acosta-Galvis</i>	282
Jagüeyes y su papel potencial en la conservación de tortugas continentales en el golfo de Morrosquillo, Sucre, Caribe colombiano. Cattle ponds and their potential role in conservation of freshwater turtles in the Gulf of Morrosquillo, Sucre, Colombia. <i>Jaime De La Ossa-V., Merly Ardila-Marulanda, Alejandro De La Ossa-Lacayo</i>	316
Aspectos poblacionales de primates diurnos simpátricos que habitan parches de bosque seco tropical en los Montes de María, Sucre, Colombia. Populational aspects of diurnal sympatric primates inhabiting patches of tropical dry forest in the Montes de María, Sucre, Colombia. <i>Jaime De La Ossa-V. y Silvia Galván-Guevara</i>	325
Diversidad de pequeños mamíferos no voladores (Didelphimorphia, Paucituberculata y Eulipotyphla) en Áreas de Protección Estricta de Venezuela. Diversity of non-volant small mammals (Didelphimorphia, Paucituberculata and Eulipotyphla) in the Strictly Protected Areas in Venezuela. <i>Franger J. García, Mariana I. Delgado-Jaramillo y Marjorie Machado</i>	335
La integridad biológica como herramienta de valoración cuantitativa del estado de conservación del bosque seco en Colombia. Biological integrity as a tool for quantitative assessment of the conservation status of dry forest in Colombia. <i>Wilmar Bolívar-García, Alan Giraldo y Ángela M. González-Colorado</i>	352
Nota	
Ampliación de la distribución geográfica de <i>Microgenys minuta</i> Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. Expansion of distribution of <i>Microgenys minuta</i> Eigenmann 1913 (Characiformes, Characidae) in the Magdalena River basin, Colombia. <i>Lina M. Mesa-S. y Juan G. Albornoz</i>	371
Artículo de datos	
Colección Ictiológica de la Universidad Industrial de Santander, Colombia. Ichthyology Collection of the Industrial University of Santander, Colombia. <i>Mauricio Torres, Egna Mantilla-Barbosa, Federico Rangel-Serpa</i>	375
Guía para autores. Guidelines for authors	382