

BOLETÍN CIENTÍFICO
CENTRO DE MUSEOS
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
Vol. 20 No. 2

SCIENTIFIC BULLETIN
MUSEUM CENTER
NATURAL HISTORY MUSEUM
Vol. 20 No. 2

| | | | | | | |
|------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| bol.cient.mus.his.nat. | Manizales (Colombia) | Vol. 20 No. 2 | 294 p. | julio-diciembre de 2016 | ISSN 0123-3068 (Impreso) | ISSN: 2462-8190 (En línea) |
|------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|



**BOLETÍN CIENTÍFICO
CENTRO DE MUSEOS
MUSEO DE HISTORIA NATURAL**

*ISSN 0123-3068 (Impreso)
ISSN: 2462-8190 (En línea)
-Fundada en 1995-
Nueva periodicidad semestral
Tiraje 150 ejemplares
Vol. 20 No. 2, 294 p.
julio-diciembre, 2016
Manizales - Colombia*

Rector | *Felipe César Londoño López*
Vicerrector Académico | *Orlando Londoño Betancourt*
Vicerrectora de Investigaciones y Postgrados | *Luisa Fernanda Giraldo Zuluaga*
Vicerrectora Administrativa | *Aura Liliana Gaviria Giraldo*
Vicerrector de Proyección | *Andrés Felipe Betancorrb López*
Decano Facultad de Ciencias Exactas y Naturales | *Marco Tulio Jaramillo Salazar*
Centro de Museos | *Olga Lucía Hurtado*

Boletín Científico | Revista especializada en estudios
Centro de Museos | de Historia Natural y áreas
Museo de Historia Natural | biológicas afines.

Director | *Julián A. Salazar E.*
Médico Veterinario & Zootecnista (MVZ).
Universidad de Caldas, Centro de Museos.

Indexada por | *Publindex Categoría A2*
Zoological Record
SciELO
Index Copernicus
Scopus

Cómite Editorial

Ricardo Walker
Investigador, Fundador Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas
Luis Carlos Pardo-Locarno
Ingeniero Agrónomo, Ph.D., MSc., CIAT Palmira, Valle
John Harold Castaño
MSc. Programa Biología, Universidad de Caldas
Luis M. Constantino
Entomólogo, MSc., Centro de Investigaciones para el café -CENICAFÉ -
Cristóbal Ríos M.
Biólogo, Centro de Ecología IVIC, Caracas, Venezuela
Gabriel Jaime Castaño
Ingeniero Forestal, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad de Caldas
Ricardo Álvarez León
Biólogo Marino, MSc. Fundación Maguaré, Manizales

Cómite Internacional

Ángel L. Viloria
Biólogo-Zoólogo, Ph.D., Centro de Ecología, IVIC, Venezuela
Tomasz Pyrz
Entomólogo, Ph.D., Museo de Zoología Universidad Jaguellónica, Polonia
Zsolt Bálint
Biólogo, Ph.D., Museo de Historia Natural de Budapest, Hungría
Carlos López Vaamonde
Ingeniero Agrónomo, Entomólogo, MSc., Ph.D., BSc. Colegio Imperial de Londres, UK
George Beccaloni
Zoólogo, Ph.D., BSc.- Colegio Imperial de Londres, UK
Olaf Hermann H. Mielke
Zoólogo, Ph.D., Departamento de Zoología, Universidad Federal de Paraná, Brasil
Roger Roy
Entomólogo, Ph.D., Museo de Historia Natural de París, Francia

Comité Técnico de apoyo a la edición
Coordinador Comité Técnico *Juan David Giraldo Márquez*
Diagramación *Juan David López González*
Corrección de Estilo *Camilo Sepúlveda Betancurth*
Traducción de resúmenes al inglés *Silvia L. Spaggiari*
Implementación metodología SciELO *Carlos Fernando Nieto Betancur*
Soporte Tecnológico *Carlos Eduardo Tavera Pinzón*

Ventas, Suscripciones y Canjes

Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados
Universidad de Caldas
Sede Central
Calle 65 No. 26-10
Dirección: 275
Apartado Aéreo: (+6) 8781500 ext. 11222 - 11442
Teléfonos: julianadolfooster@gmail.com
E-mail: revistascientificas@ucaldas.edu.co
Manizales – Colombia

Sitio Web

<http://boletincientifico.ucaldas.edu.co>

Edición

Universidad de Caldas
Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados

Patrocinadores

Universidad de Caldas

Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados
Centro de Museos
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Fotografía Portada

Fasslantonius episcopalis (Fassl), Reserva Montezuma, Risaralda, foto: Michelle Tatiana Tapasco

Créditos Separadores

América Pintoresca

La responsabilidad de lo expresado en cada artículo es exclusiva del autor y no expresa ni compromete la posición de la revista.

El contenido de esta publicación puede reproducirse citando la fuente.

PRESENTACIÓN

Las publicaciones seriadas son un desafío tremendo, máxime en un medio en el cual la buena intención las funda con regularidad, pero que el diario acontecer, muy agreste para tales cosechas, temprano les hace abandonar como proyecto académico de largo plazo. Por ello, resulta motivo de alegría y mucho orgullo que un boletín que hace 20 años abría sus humildes páginas, con una clara vocación científica, naturalista y patriótica, hoy engalane al país con tan fastuosos logros.

Hablar de la pródiga labor del Boletín Científico Museo de Historia Natural, resulta en el escrutinio de un ejercicio científico, de tanto impacto nacional e internacional, que no suena exagerado decir que solo puede hacerse en el contexto de las gestas que la precedieron: la Primera Expedición Botánica de Mutis; la segunda (en palabras textuales del Dr. Pérez-Arbeláez, en la sesión de la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales del 4 de mayo de 1930), conformada por la invaluable obra de los Hermanos Lasallistas, encabezados por el ilustre hermano Apolinar María, quien llegó a Colombia en 1904 y en pocos años lideró a la Sociedad de Ciencias de La Salle, iniciada en 1912, su prestigioso boletín (dicho cubil incluyó entre otros a los Hermanos Nicéforo María, Hermano Idinael Henri, Hno. Daniel, Rdo Enrique Pérez Arbeláez, Dr. Luis María Murillo, etc.); y su gesta histórica: la Sociedad de Ciencias Naturales Caldas del colegio San José de Medellín (fundada por el Hno. Daniel), la Academia Colombiana de Ciencias, el Instituto de Ciencias Naturales y la Colección Taxonómica Nacional Luis María Murillo, en Bogotá, solo por mencionar unos pocos ejemplos bien conocidos (Díaz-Piedrahita, 2012; Hno. Daniel, 1952; López, 1989).

Las siguientes revoluciones científicas han dado también gratos frutos, desde la época del ilustre Enrique Pérez Arbeláez, Armando Dugand, Luis Mora-Osejo, Álvaro Fernández-Pérez, Santiago Díaz-Piedrahita, etc.; a la fecha, son múltiples los naturalistas que le han dado harto brillo al conocimiento biológico nacional.

No se pueden escatimar palabras para poner en alto tenor la mención del boletín y a la labor de su editor, toda vez que, a pesar de todos los avances tecnológicos y científicos de los cuales se disfruta hoy día, algo impensable hace apenas una o dos décadas, los obstáculos para el desarrollo del naturalismo en Colombia, en todas sus expresiones: investigación, museología y labor editorial; siguen siendo formidables. Sin duda más que el apoyo institucional, es la pasión y el apego a la ciencia lo que permite mantener la productividad.

Apreciar y entender los alcances de tan magna obra implica retomar las palabras casi olvidadas del Hermano Daniel (1952), insigne naturalista y orgullo antioqueño, las cuales nos recuerdan de manera vívida como el naturalismo en Colombia trae a nuestras mentes páginas gloriosas llenas de patriotismo, ahínco y pródiga labor; aunque resulta de sentido común entender las terribles y formidables barreras técnicas y científicas que dichos próceres vencieron con el único aliento de su apasionada labor, resulta por decirlo menos, inaceptable el olvido en el que permanecen muchos, cuya ardua labor estuvo sellada por los, siempre presentes, obstáculos sociales en que se debate la ciencia en Colombia y Suramérica, algo que torna la gloria de tan excelsa labor en un tono nostálgico y hasta irremediamente trágico, por las acciones fallidas de los hombres de ciencia que murieron sin poder llevar a feliz término su magna cosecha (Hno. Daniel, 1952; López, 1989).

El logro del boletín, enmarcado en una pujante labor desde la provincia, tiene sus símiles más claros en la histórica labor del Boletín de la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales de la Salle, fundado en 1913 y dirigido por el Hno. Apolinar María (Nicolás Seiler, Remelfing, Lorena 1867-Bogotá 1949), que alcanzó 110 números hasta 1932 y centenares de artículos, escritos por renombrados académicos de diferentes museos y academias, incluidos los mismos miembros de la Sociedad de Ciencias Naturales (López, 1989). El solo Hno. Apolinar María prodigó al naturalismo colombiano con un museo que en su momento registró 73.000 especímenes desde ejemplares botánicos, faunísticos, fósiles y minerales, que solo en insectos sumaba más de 30.000 ejemplares, cifras que, guardadas las proporciones históricas, hoy día suenan algo inocuas, pero no sucede así con el acervo editorial de 263 notas técnicas en español y al menos 15 en idioma francés, que dejó el ilustre naturalista, en sus más de cuatro décadas de dedicación científica y pedagógica en Colombia, sin dejar de lado, que son múltiples los epítetos de registros faunísticos y botánicos colombianos que llevan su nombre; cosecha que quizás, hubiera sido superior de no ser por el extraño clima gubernamental, que deseoso de tan importantes logros

en cabeza de instituciones nacionales, fusionó la entonces SCCN de La Salle con nuestra querida y naciente Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales (López, 1989). Algo similar ocurrió con el boletín de la SCCN, cuya fértil gesta no cesó inmediatamente, pero declinó ostensiblemente, en la medida en que se instauró el marco normativo, por demás hostil de la época (en palabras del Hno. Daniel el decreto 1218 y la ley 34 de 1933).

El Boletín Científico Museo de Historia Natural tuvo su número 1 en septiembre de 1996 como consecuencia de una propuesta previa de Ricardo Walker en 1995. Desde esa fecha a la actualidad ha publicado 20 volúmenes, que suman 401 artículos, escritos por más de 170 autores. El boletín ha contado con las secciones de Botánica, Zoología, Conservación, Biodiversidad en Agroecosistemas y, más recientemente, la denominada Estudios de Organismos del Bosque Húmedo Tropical.

Los logros de la revista la han catapultado a las categorías C y B de Publindex, a partir del volumen 12 de 2008; y a A2, desde el volumen 13 de 2009 a la fecha.

Según la revista *Biodiversidad y Conservación*, el boletín: “se encuentra dentro de las 32 revistas más influyentes en estudios de biodiversidad colombiana y se encontraba en el sexto lugar con 147 trabajos específicos en biodiversidad, con 71 listas de taxones, 26 de ellos nuevos para la ciencia”. El paralelismo de logros históricos del boletín se complementa con el hecho de que su editor es, en pocas palabras, el continuador mismo de la obra de Apolinar María, un destacado investigador de la entomofauna colombiana, con más de 120 publicaciones en reconocidos boletines y revistas del ramo, múltiples nuevas especies descritas y otras que llevan su nombre como dedicación, por lo que ha sido considerado el segundo naturalista más prolífico en la historia reciente nacional, en el marco de un estudio bibliométrico que compiló la obra de 100 autores cuyas obras estuvieran indexadas en los últimos veinte años (Arbeláez-Cortés, 1913).

Si bien se rinde un tributo a la pródiga labor del boletín, no dejamos de reconocer la extensa obra de su editor Julián Salazar, cuya labor sintetiza mucho mejor la fina prosa de Ramón Cajal aludida por el Hno. Daniel, al referirse al homólogo histórico el Hno. Apolinar María: “las ideas no se muestran fecundas con quien las sugiere o las aplica por primera vez, si no con los tenaces que las sienten con vehemencia y en cuya virtualidad ponen toda su fe y todo su amor... (por lo que)... las conquistas científicas, son creaciones de la voluntad y ofrendas de la pasión”; por supuesto, habrá otras mejores maneras de apreciar la obra del Maestro Julián Salazar, pero por

ahora, retomamos las del Hno. Daniel por lo profundo de su significado y por lo hondo de su sentimiento.

No se puede menos que exaltar la fecunda labor del boletín, sus visionarios gestores y la de todos aquellos autores que le contribuyeron con sus mejores logros, pues ello hoy nos permite pregonar con orgullo la singularidad de su fruto por el bien del naturalismo colombiano, felicitaciones a su cuerpo directivo y en especial a su editor: Julián Salazar.

Luis Carlos Pardo Locarno,
Universidad del Pacifico
Mayo 14 de 2016

REFERENCIAS

- ARBELÁEZ, E., 1913.- Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodivers Conserv.* pp. 32. (HNO. DANIEL). GONZÁLEZ, J., 1952.- El Hermano Apolinar María. El científico ante el mundo vegetal. *BIS*, Bogotá 190-191: 32-43.
- DÍAZ-, S., 2012.- *La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en los Albores del Siglo XXI* (ed) FORERO, E Enrique & DÍAZ, S. Volumen I: 14-44. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Edición Especial Bogotá, D.C. .
- LÓPEZ, H., 1989.- *Contribución de los Lasallistas a las Ciencias Naturales en Colombia*. Fondo FEN, Bogotá, Colombia.

CATÁLOGO DE BRIÓFITOS EPÍFITOS DE ROBLE (*Quercus humboldtii*: Fagaceae), EN EL MUNICIPIO DE TIPACOQUE, BOYACÁ-COLOMBIA.

CATALOGUE OF OAK'S EPIPHYTIC BRYOPHYTES
(*Quercus humboldtii*: Fagaceae), IN THE MUNICIPALITY OF TIPACOQUE,
BOYACÁ-COLOMBIA

Jorge Enrique Gil-N, Maria Eugenia Morales-P.

19

HEPÁTICAS EPÍFITAS: RIQUEZA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL ANDINO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

FLORISTIC CHARACTERIZATION OF A HIGH ANDEAN FOREST IN THE PURACE
NATIONAL NATURAL PARK, CAUCA, COLOMBIA

Carolina Feuillet-Hutadó & Alba Marina Torres

33

CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS
Conservation and Biodiversity in Agroecosystems

COLONIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN HOJAS DE *Miconia* sp. Y *Eucalyptus* sp. EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO CHINCHINÁ, COLOMBIA

COLONIZATION BY AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN LEAVES OF *Miconia*
sp. AND *Eucalyptus* sp. IN HIGH MICROCATCHMENT OF CHINCHINÁ RIVER,
COLOMBIA

Juliana Rubio-M., Ana María Meza-S., Lucimar G-Díaz.

45

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DEL BOSQUE SECO SUBTROPICAL DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA, LA GUAJIRA, COLOMBIA

SOCIO-ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE SUBTROPICAL DRY FOREST OF
THE RANCHERIA RIVER BASIN, LA GUAJIRA, COLOMBIA

Reynaldo Arteta B. Lenix Lazaro Molina

57

| | | | | | | |
|------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| bol.cient.mus.his.nat. | Manizales (Colombia) | Vol. 20 No. 2 | 294 p. | julio-diciembre de 2016 | ISSN 0123-3068 (Impreso) | ISSN: 2462-8190 (En línea) |
|------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|

**ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE HONGOS Y BACTERIAS
ENTOMOPATÓGENAS SOBRE *Diatraea saccharalis* Fabricius
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDE)**

BIOLOGICAL ACTIVITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI AND BACTERIA ON
Diatraea saccharalis Fabricius (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Marco Antonio Zúñiga-Oviedo, Alberto Soto-Giraldo y Gabriel Cruz-Cerón

82

**VALORACIÓN HIDROLÓGICA E ICTIOLÓGICA DE
LOS SECTORES DEL MEDIO RÍO CAUCA, ENTRE SUS
EFLUENTES (RÍOS SAN FRANCISCO, CAMPOALEGRE Y
CHINCHINÁ) CALDAS (COLOMBIA)**

HYDROLOGIC AND ICTHYOLOGIC EVALUATION OF THE MIDDLE COURSE
OF THE CAUCA RIVER BETWEEN ITS TRIBUTARIES (SAN FRANCISCO,
CAMPOALEGRE AND CHINCHINA RIVERS) CALDAS (COLOMBIA)

*Ricardo Álvarez-León, Luis Alberto Vargas-Marin, Diego García-Hernández
& Andrés Fernando Botero-Cardona*

93

**AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS
NATIVOS EN CULTIVOS DE CAÑA PANELERA Y PRUEBAS
DE PATOGENICIDAD SOBRE *Diatraea saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)**

ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES NATIVE IN RAW
CANE SUGAR CROPS AND PATHOGENICITY TESTS ON *Diatraea saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Rubian Augusto López-Llano & Alberto Soto-Giraldo

114

**EVALUACIÓN DE INVERNADEROS
EN PRODUCCIONES PISCÍCOLAS**

EVALUATION OF GREENHOUSES IN FISH PRODUCTION

Christine M. Hahn-von-Hessberg & Alberto Grajales-Quintero

124

**NIDOS DE *Atta cephalotes* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE)
EN SISTEMAS CAFETEROS CONTRASTANTES,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA**

NESTS OF *Atta cephalotes* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE) IN CONTRASTING
COFFEE MANAGEMENT SYSTEMS IN THE DEPARTMENT OF CAUCA,
COLOMBIA

Daniela Villanueva, Rocío García & James Montoya Lerma

138

**DIETA DE AVES MIGRATORIAS EN UN SISTEMA
AGROECOLÓGICO DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA**

MIGRATORY BIRD DIET IN AN AGROECOLOGICAL SYSTEM IN VALLE DEL
CAUCA, COLOMBIA

Alejandra Hurtado-Giraldo; Lorena Cruz-Bernate & Enrique José Molina

151

**PRESENCIA DE *Eleutherodactylus johnstonei* (ANURA:
ELEUTHERODACTYLIDAE) EN IBAGUÉ, TOLIMA,
COLOMBIA: EL PAPEL DE LOS VIVEROS COMERCIALES**

PRESENCE OF *Eleutherodactylus johnstonei* (ANURA: ELEUTHERODACTYLUS) IN
IBAGUÉ, TOLIMA, COLOMBIA: THE ROLE OF COMMERCIAL GARDEN CENTERS

Mario J. Gómez-Martínez, Julián Llano-Mejía, Ángela María Cortés-Gómez

164

**ESTUDIOS DE ORGANISMOS DEL
BOSQUE HUMEDO TROPICAL**

Organisms studies of the tropical rainforest

**OCCURRENCE OF *Armases angustum* (SMITH, 1870)
(DECAPODA, SESARMIDAE) IN TANKS OF *Guzmania* sp.
(BROMELIACEAE) AT TROPICAL RAIN FOREST OF CHOCÓ
(COLOMBIA)**

PRESENCIA DE *Armases angustum* (SMITH, 1870) (DECAPODA, SESARMIDAE)
EN ESTANQUES DE *Guzmania* sp. (BROMELIACEAE) EN EL BOSQUE HUMEDO
TROPICAL DEL CHOCÓ (COLOMBIA)

Fabiola Ospina-B., Emilio Realpe and J.Y. Arias-Pinedaz

173

ZOOLOGÍA VERTEBRADOS

Vertebrate Zoology

**USO DE MICROHÁBITAT POR ANUROS EN UN
FRAGMENTO DE BOSQUE SECO INTERVENIDO DEL
MAGDALENA MEDIO, GUARINOCITO, CALDAS**

USE OF MICROHABIT BY ANURANS IN AN INTERVENED DRY FOREST
FRAGMENT OF THE MAGDALENA MEDIO AREA IN GUARINOCITO, CALDAS

*Cristian Román-Palacios, Sara Fernández-Garzón, Mónica Hernández, Jun
Ishida-Castañeda, Jenny J. Gallo-Franco, Wilmar Bolívar-García & Alan Giraldo*

181

MORFOLOGÍA DESCRIPTIVA DE LOS GENITALES
MASCULINOS EN ALGUNAS ESPECIES NEOTROPICALES
PERTENECIENTES A LA TRIBU ANAEINI
(Lepidoptera: Charaxidae)

DESCRIPTIVE MORPHOLOGY OF THE MALE GENITALIA IN SOME
NEOTROPICAL SPECIES OF THE TRIBE ANAEINI (Lepidoptera, Charaxidae)

Julían A. Salazar-E & Alfonso Villalobos

199

REGISTRO DEL GÉNERO *Hebrus* CURTIS, 1879
(HEMIPTERA: HEBRIDAE) PARA EL DEPARTAMENTO DE
CALDAS: UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE
LA BIOTA LOCAL

RECORD OF *Hebrus* CURTIS, 1879 (HEMIPTERA: HEBRIDAE) FOR THE
DEPARTMENT OF CALDAS: A CONTRIBUTION TO THE LOCAL BIOTA
KNOWLEDGE

Camilo Llano, Sebastián Villada-Bedoya & Ana María Meza-S

225

FIRST REPORT OF FLESH FLY EGGS (DIPTERA:
SARCOPHAGIDAE) IN *Pristimantis abatinus*
(ANURA: CRAUGASTORIDAE) FROM COLOMBIA

*Sebastián Escobar-Vargas, Mateo Marín-Martínez & Juan Camilo
Zuluaga-Isaza*

231

CHIASOGNATHINI COLOMBIANOS: REDESCRIPCIÓN Y
ADICIONES A LA DISTRIBUCIÓN DE SPHAENOGNATHUS
ROTUNDATUS LACROIX Y SPHAENOGNATHUS
PRIONOIDES BUQUET (COLEOPTERA: LUCANIDAE)

COLOMBIAN CHIASOGNATHINI: REDESCRIPTION AND ADDITIONS TO
THE DISTRIBUTION OF SPHAENOGNATHUS ROTUNDATUS LACROIX AND
SPHAENOGNATHUS PRIONOIDES BUQUET (COLEOPTERA: LUCANIDAE)

Luis Carlos Pardo-Locarno PhD & Alfonso Villalobos-Moreno

235

DIVERSIDAD DE REDUVIIDAE (HEMIPTERA:
HETEROPTERA) EN TRES FRAGMENTOS DE BOSQUE
TROPICAL (BST) EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO,
COLOMBIA

GENERA OF REDUVIIDAE (HEMIPTERA: HETEROPTERA) IN THREE FRAGMENTS
OF TROPICAL DRY FOREST (TDF) IN THE DEPARTMENT OF ATLANTICO,
COLOMBIA

*María Cristina Román-Garrido, Katherine Chamorro-Pérez
& Neis José Martínez-Hernández*

250

NOVEDADES EN HISTORIA NATURAL
NATURAL HISTORY NEWS 273

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES
AUTHOR GUIDELINES 279

AUTORES
AUTHORS 287

“Vivir abrazados en Amor por esta maravilla que es existir,
Medítese bien!.. Existir!!”

Fernando Gonzalez (1895-1964)



BOTÁNICA

Botany



CATÁLOGO DE BRIÓFITOS EPÍFITOS DE ROBLE (*Quercus humboldtii*: Fagaceae), EN EL MUNICIPIO DE TIPACOQUE, BOYACÁ-COLOMBIA.

Jorge Enrique Gil-N¹, María Eugenia Morales-P²

Resumen

Como un avance en los estudios de la brioflora del departamento de Boyacá, se presenta un catálogo de los briófitos (hepáticas y musgos) presentes en un bosque de roble (*Quercus humboldtii*: Fagaceae) del municipio de Tipacoque (Boyacá-Colombia). Se registran 68 especies (26 hepáticas y 42 musgos), de los cuales 15 son nuevos registros para el departamento de Boyacá. Además de información sobre la distribución vertical en el árbol, y geográfica en el Parque.

Palabras clave: Distribución vertical, epífitas, hepáticas, *Quercus humboldtii*, musgos.

CATALOGUE OF OAK'S EPIPHYTIC BRYOPHYTES (*Quercus humboldtii*: Fagaceae), IN THE MUNICIPALITY OF TIPACOQUE, BOYACÁ-COLOMBIA

Abstract

As a step forward in the studies of the brioflora in Boyaca department, presents a description of the bryophytes (liverworts and mosses) present in a forest of oak (*Quercus humboldtii*: Fagaceae) of the municipality of Tipacoque (Boyaca-Colombia). We are recorded 68 species (26 liverworts and 42 mosses), of which 15 are new records for the department of Boyaca. In addition to information on the vertical distribution in the tree and its geographical distribution in the Park.

Key words: Vertical distribution, epiphytes, liverworts, *Quercus humboldtii*, mosses.

* FR: 12-IV-2016. FA: 26-VIII-16

¹ Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. jorge.gil@uptc.edu.co

² Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. maria.morales@uptc.edu.co

CÓMO CITAR:



INTRODUCCIÓN

Las epífitas conforman un componente importante de la diversidad vegetal de los bosques tropicales (GENTRY & DODSON, 1987), las cuales son particularmente conspicuas en el neotrópico, y cuyo número de especies supera en gran medida al paleotrópico (KELLY *et al.*, 2004). Los diferentes tipos de vegetación pueden señalar el hábitat de una epífita, donde la precipitación es el factor con mayor incidencia sobre el crecimiento de éstas (ZOTZ & ANDRADE, 2002) y dentro de estos bosques, los briófitos son un componente relevante de la flora neotropical (ACEBEY *et al.*, 2003; CORNELISSEN & TER STEEGE, 1989; GIL & MORALES, 2014; GRADSTEIN *et al.*, 2001; HOLZ *et al.*, 2002; ROMANSKI *et al.*, 2011; WOLF, 1993), trabajos que además demuestran que en los últimos años se ha incrementado el número de investigaciones sobre briófitos epífitos, en las cuales, se profundiza sobre las características de la corteza del hospedero, que junto con el microclima pueden definir la distribución de estas plantas.

Existen también estudios puntuales en criptógamas epífitas que crecen sobre forófitos específicos, como en *Quercus*. Un ejemplo de ello, son los adelantados por HOLZT & GRADSTEIN (2005a, 2005b) para bosques de *Q. copeyensis* y *Q. costaricensis* en Costa Rica.

Los ecosistemas de alta montaña colombianos son considerados hoy día como áreas prioritarias para la conservación por su riqueza biológica, además del alto grado de endemismo. Esta prioridad se fundamenta, debido a las amenazas por las actividades humanas y el cambio climático global (MEDINA *et al.*, 2015). Es así como en Colombia, son incipientes los trabajos enfocados en el estudio sobre un forófito específico, como lo resaltan HOLZ & GRADSTEIN (2005a, 2005b) para Costa Rica. No obstante, este tipo de investigaciones debe ampliarse, dada la importancia que algunas especies tienen, como es el caso de *Quercus humboldtii* para el país, la cual actúa como especie dominante en algunos ecosistemas, dando formación a los conocidos rodales o robledales; además es una especie reconocida como fijadora de nitrógeno atmosférico y como forófito potencial para el desarrollo de epífitas, debido a la riqueza de plantas que pueden crecer sobre ésta (SUÁREZ & ESTUPIÑAN, 2002; GALEANO, 2009). En Colombia se registran algunas publicaciones, donde se evalúa a *Q. humboldtii* como forófito y se evidencia la estratificación vertical de líquenes y briófitos en el Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque” (Tipacoque, Boyacá-Colombia) (GIL-NOVOA, 2012; SIMIJACA, 2011; GIL & MORALES, 2014), además que se resalta la importancia de ésta especie dentro del ecosistema.

MÉTODOS

Área de estudio: El Parque Natural Municipal Robledales de Tipacoque (PNMRT) se encuentra ubicado al norte del departamento de Boyacá, en la zona rural del municipio

de Tipacoque. El área de influencia está representada por 1 159 ha, entre los 2 800 a 3 300 m y precipitaciones promedio de 1 081.85mm/año, y una temperatura promedio de 17.4°C (FUNDACIÓN NATURA COLOMBIA, 2007).

Se seleccionaron cinco puntos de muestreo de manera aleatoria y cubriendo diferentes sectores del Parque: El Encerrado (zona 1) 6°23'51.1"N, 72°43'34.1"O, 2 848 m; Alto de Las Águilas (zona 2) 6°23'37.5"N, 72°43'27.4"O; 3 048 m; Alto El Encenillo (zona 3) 6°22'19.4"N, 72°43'29.9"O, 3 438 m; Ato de La Paja (zona 4) 6°23'27.8"N, 72°41'51.5"O; 3 233 m; Alto El Frailejonal (zona 5) 6°24'53.6"N, 72°44'06.1"O; 3 195 m (Figura 1).

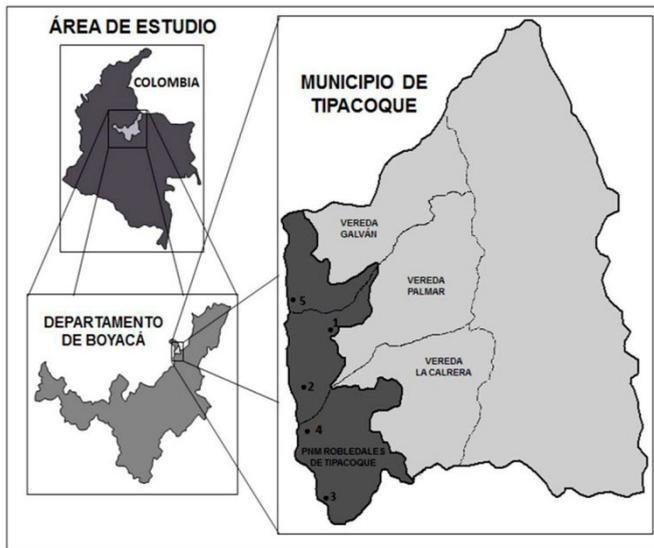


Figura 1. Municipio de Tipacoque con el Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque” (área oscura) y su área de influencia. Los puntos y los números muestran las zonas de estudiadas (elaborado por P.A. Gil-L, Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC).

El muestreo se realizó mediante transectos de 100 m. de largo, uno por cada sector (PINZÓN & LINARES, 2006, GIL & MORALES, 2014) y para el ascenso a los robles (forófitos) se utilizó la técnica de PERRY (1978), y el levantamiento en cada árbol fue a través de la estratificación vertical según JOHANSSON (1974).

El proceso de determinación del material se llevó a cabo en el herbario UPTC, mediante la utilización de claves especializadas: para musgos se consultó a CHURCHILL & LINARES (1995), GRADSTEIN *et al.* (2001) y SHARP *et al.* (1994), y para hepáticas a GRADSTEIN (1994), GRADSTEIN *et al.* (2001), HEINRICHS (2002) y URIBE & AGUIRRE (1997). Luego del proceso curaduría, el material se incluyó

en la colección de referencia (UPTC). Se realizó una revisión de literatura (AGUIRRE, 2008; BARBOSA, *et al.*, 2007; ÁLVARO *et al.*, 2007; REESE, 1993; entre otras) y de bases de datos en línea (Tropicos®, Herbario Nacional Colombiano y el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia, por BERNAL, *et al.* (2015) para indicar la presencia de los taxones en el departamento y país.

Para la construcción del catálogo generado a partir del muestreo vertical en los robles de Tipacoque, se organizaron los taxones desde familia, género y especie, con información del estrato en el cual se encontró, la zona en el Parque, y finalmente, el material examinado.

RESULTADOS

Se encontraron 68 especies (26 hepáticas y 42 musgos), distribuidos de la siguiente manera: el 73.61% se encontraron en la base de los árboles, el 59.63% se encuentran en el tronco, el 38.88% en el dosel interno, 25% en el dosel medio y 20.83% son del dosel externo. Las familias con mayor riqueza fueron Dicranaceae y Sematophyllaceae con 13 y 12 géneros respectivamente; y los géneros con mayor número de especies fueron *Campylopus* y *Plagiochila* con seis y cinco especies cada una, correspondientes a un 65.54% de musgos acrocárpicos, y un 33.46% de pleurocárpicos, mientras las hepáticas foliosas se encontraron con el 84.37% y las talosas con el 15.63%.

Se encontraron 15 registros nuevos para el departamento de Boyacá, cuatro de ellos hepáticas: *Lejeunea laetevirens* Nees & Mont., *Metzgeria neotropica* Kuwah, *M. filicina* Mitt. y *Plagiochila husnotii* Stephani; y 11 musgos: *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Campylium praegracile* (Mitt.) Broth., *Calymperes rubiginosum* (Mitt.) W.D. Reese, *Syrrophodon xanthophyllus* Mitt., *S. cryptocarpus* Dozy & Molck., *Daltonia pulvinata* Mitt., *Campylopus zygodonticarpus* (Müll. Hal.) Paris, *Holomitrium pulchellum* Mitt., *H. sinuosum* B.H. Allen, *Acroporium estrellae* (Müll. Hal.) W.R. Buck & A. Schäfer-Verwimp y *Wijkia subnitida* (Hampe) H.A. Crum.

HEPÁTICAS

Acrobolbaceae

***Tylimanthus diversifolius* E.A. Hodgs.** En base de árbol, **El Frailejónal**, *Gil-N, J & DF Simijaca 138* (UPTC); en base de árbol, **Alto del Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 194* (UPTC).

Adelanthaceae

***Adelanthus decipiens* (Hook.) Mitt.** En base de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 288* (UPTC).

Herbertaceae

***Herbertus acanthelium* Spruce.** En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 110 (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 232.

***Triandrophyllum subtrifidum* (Hook. f. & Tayl.) Fulford & Hatcher.** En tronco de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 260 (UPTC).

Jungermaniaceae

***Syzygiella rubricaulis* (Nees) Steph.** En base y tronco de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 178 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 196 (UPTC).

***Syzygiella* sp1.,** En dosel externo, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 247 (UPTC).

***Syzygiella* sp2.,** En base de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 133 (UPTC).

Lejeuneaceae

***Anoplolejeunea conferta* (C.F.W. Meissn. ex Spreng.) A. Evans.** En base y tronco de árbol, dosel interno, medio y externo, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 242 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 177 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 98 (UPTC).

***Lejeunea laetevirens* Nees & Mont.** En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 146 (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Lejeunea pterigonia* (Lehm. & Lindenb.) Mont.** En tronco de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 175 (UPTC).

Lepidoziaceae

***Bazzania* aff. *pallide-virens* (Stephani) Fulford.** En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 137 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 241 (UPTC).

***B. gracilis* (Hampe & Gottsche) Stephani.** En tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 093 (UPTC).

***B. serrata* Fulford.** En base y tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 144 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 251 (UPTC).

Bazzania sp. En base y tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 157 (UPTC).

Lepidozia brasiliensis Stephani. En base y tronco de árbol, **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 324 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 182 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 226 (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 146 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 120 (UPTC).

Lophocoleaceae

Heteroscyphus integrifolius (Lehm. & Lindenb.) Fulford. En base de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 183 (UPTC).

Heteroscyphus elliottii (Stephani) Pagan. En dosel medio, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 145 (UPTC).

Lophocolea muricata (Lehm.) Nees. En base de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 162, (UPTC).

Metzgeriaceae

Metzgeria aff. neotropica Kuwah. En dosel interno y externo, **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 306 (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

M. filicina Mitt. En dosel interno, medio y externo, **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 383 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 184 (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

Pallaviciniaceae

Symphyogyna brongniartii Mont. En dosel interno, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 276 (UPTC).

Plagiochilaceae

Plagiochila aff. amicta Stephani. En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 122 (UPTC).

P. aérea, Taylor. En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 336 (UPTC).

***P. boryana* Gottsche ex Stephani.** En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 344* (UPTC).

***P. husnotii* Stephani.** En base de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 223* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

P. sect. Fuscolutea. En base, tronco y dosel medio de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 245* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 102* (UPTC).

MUSGOS

Amblystegiaceae

***Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp.** En base y tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 418* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 412* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Campylium praegracile* (Mitt.) Broth.** En base y tronco de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 243* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 135* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

Calymperaceae

***Calymperes* aff. *levyanum* Besch.** En tronco de árbol, dosel interno y dosel medio, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 228* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 398* (UPTC).

***C. rubiginosum* (Mitt.) W.D. Reese.** En base y tronco de árbol, dosel interno y externo. **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 230* (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 322* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 371* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Syrrhopodon cryptocarpus* Dozy & Molk.** En base y tronco de árbol, dosel medio, interno y externo, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 358* (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 450* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 401* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***S. gaudichaudii* Mont.** En tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 109* (UPTC).

***S. incompletus* Schwägr.** En base, tronco y dosel interno de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 345* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 381* (UPTC).

S. aff. *xanthophyllus* Mitt. En base y tronco de árbol, dosel interno y medio, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 127* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

Daltoniaceae

***Adelothecium bogotense* (Hampe) Mitt.**, En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 444* (UPTC).

***Daltonia pulvinata* Mitt.** En base de árbol, Alto de Las Águilas, *Gil-N, J & DF Simijaca, 290* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

Dicranaceae

***Atractylocarpus longisetus* (Hook.) E.B. Bartram.** En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 323* (UPTC).

***Campylopus argyrocaulon* (Müll. Hal.) Broth.**, En base de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 255* (UPTC).

***C. jamesonii* (Hook.) A. Jaeger.** En base, tronco y dosel interno de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 221* (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 180* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 377* (UPTC).

***C. longicellularis* J.-P. Frahm.** En base de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 435* (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 250* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 375* (UPTC).

***C. zygodonticarpus* (Müll. Hal.) Paris.** En base de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 303* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Campylopus* sp1.**, En base, tronco y dosel interno de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca 312* (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 259* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 124* (UPTC).

***Campylopus* sp2.** En base de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 210* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 388* (UPTC).

***Dicranella bilariana* (Mont.) Mitt.** En tronco de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 173* (UPTC).

***Dicranum frigidum* Müll. Hal.** En base y tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 331* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 150* (UPTC).

***Holomitrium pulchellum* Mitt.** En base, dosel medio y dosel externo de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 429* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca 108* (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 365* (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 278* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***H. sinuosum* B.H. Allen.** En base de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 097* (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 181* (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 320* (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Holomitrium* sp1.** En tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 142* (UPTC).

***Orthodicranum flagellare* (Hedw.) Loeske,** En base tronco de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 359* (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 283* (UPTC).

Lembophyllaceae

***Pilotrichella flexilis* (Hedw.) Ångström.** En tronco, dosel medio y dosel externo de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 202* (UPTC); **Alto de la Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 365* (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 446* (UPTC).

Leucobryaceae

***Leucobryum crispum* Müll. Hal.** En tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 114* (UPTC).

***L. martianum* (Hornsch.) Hampe ex Müll. Hal.** El Encerrado, en base de árbol, 14 Abr 2010, *Gil-N, J & DF Simijaca, 132* (UPTC); Alto de Las Águilas, en base de árbol, 20 Ago 2010, *Gil-N, J & DF Simijaca, 305* (UPTC).

Neckeraceae

***Neckera ehrenbergii* Müll. Hal.** En tronco de árbol, **Alto de la Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 408* (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca, 098* (UPTC).

Pottiaceae

***Leptodontium viticulosoides* (P. Beauv.) Wijk & Margad.** En tronco, dosel interno, medio y externo de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 203 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 361 (UPTC).

***Leptodontium* sp.** En tronco de árbol, dosel interno, medio y externo, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 340 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 189 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 298 (UPTC); **Alto de la Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 298 (UPTC); **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 155 (UPTC).

Sematophyllaceae

***Acroporium* aff. *longirostre* (Brid.) W.R. Buck.** En tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 155 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 420 (UPTC).

***A. estrellae* (Müll. Hal.) W.R. Buck & A. Schäfer-Verwimp.** En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 104 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 271 (UPTC).

***Aptychella prolifera* (Broth.) Herzog.** En base y tronco de árbol, dosel interno y medio, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 104 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 168 (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 389 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 441 (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

***Heterophyllum* aff. *nemorosum* (Koch ex Brid.) Kindb.** En base y tronco de árbol, dosel interno, medio y externo. **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 119 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 187 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 304 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 431 (UPTC).

***H. affine* (Hook.) M. Fleisch.,** En base de árbol, **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 222 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 279 (UPTC).

***Pterogonidium pulchellum* (Hook.) Müll. Hal.** En tronco y dosel interno de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 172 (UPTC).

***Sematophyllum napoanum* (De Not.) Steere.** En base, tronco y dosel interno de árbol, **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 305 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 399 (UPTC).

S. swartzii (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum, En tronco, dosel interno y medio de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 160 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 176 (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 411 (UPTC).

S. aff. subsimplex (Hedw.) Mitt. En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 095 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 432 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 281 (UPTC); **Alto de La Paja**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 364 (UPTC).

Taxitbelium pluripunctatum (Renauld & Cardot) W.R. Buck. En base y tronco de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 161 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 317 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 295 (UPTC).

T. portoricense R.S. Williams. En base de árbol, **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 287 (UPTC); **El Frailejonal**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 436 (UPTC).

Wijkia subnitida (Hampe) H.A. Crum. En base de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 163 (UPTC); **Alto de Las Águilas**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 287 (UPTC). Nuevo registro para el departamento de Boyacá.

Thuidiaceae

Thuidium peruvianum Mitt. En base de árbol, **El Encerrado**, *Gil-N, J & DF Simijaca* 121 (UPTC); **Alto El Encenillo**, *Gil-N, J & DF Simijaca*, 219 (UPTC).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los briófitos asociados a bosques de roble, tienen una mayor preferencia por los estratos bajos del árbol, debido a las variables microambientales que se generan en este estrato, como la mayor humedad (50-80%) y la reducida iluminación (20-30%), factores óptimos para el desarrollo de los briófitos en los bosques andinos (GRADSTEIN, 2001; HOLZ & GRADSTEIN, 2005b; MOTA *et al.*, 2009; WOLF, 1993). De igual manera, se identifican especies de las familias Dicranaceae y Sematophyllaceae como las principales hospederas en *Quercus humboldtii*; se evidencia tal preferencia, debido a características morfológicas como la presencia de células alares grandes y de paredes firmes, que les permiten la retención de agua (CHURCHIL & LINARES, 1995; GRADSTEIN *et al.*, 2001), además de las características propias del hospedero en cuanto a la arquitectura de la corteza, caracterizada por fisuras profundas que permiten la acumulación de agua y nutrientes para el anclaje de epífitas (LINARES, 1999). La presencia de *Campylopus*

y *Plagiochila*, como los géneros más diversos, se debe a la capacidad de éstos para adaptarse a varios tipos de ambientes, y además son elementos típicos de bosques de roble (AGUIRRE-C, 2008).

Existe un mayor número de musgos que de hepáticas (42/26), al comparar este estudio con HOLZ & GRADSTEIN (2005b) en la investigación realizada en bosque de *Quercus* en Costa Rica encontraron mayor número de hepáticas que de musgos (67/41); posiblemente se deba, a que el trabajo realizado en Costa Rica fue en bosques primarios y con doseles bastante cerrados, mientras que los robledales de Tiapcoque son bosques muy intervenidos y los doseles en su mayoría son abiertos, factores que influyen en la pérdida de especies de hepáticas, debido a sus características como simetría dorsoventral, uniestratificas y cuerpos reptantes, que pueden ser más sensibles a los cambios ambientales (MARTINS, 2009) como radiación solar, temperatura del aire, humedad entre otras (SEPULVEDA *et al.*, 2015).

Este trabajo presenta 15 nuevos registros para el departamento, lo que indica que aún hace falta mucho por conocer de la brioflora de esta región del país, así como de estos ambientes; más aún en familias como Calymperaceae y Dicranaceae, dado que son taxonómicamente complejas y que del total de estos nuevos registros, seis pertenecen a estas dos familias.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a la Escuela de Biología y a la Maestría en Ciencias Biológicas. Al Grupo Sistemática Biológica y al herbario UPTC por todo el apoyo logístico y financiero. A especialistas I. SASTRE DE JESÚS (Universidad de Puerto Rico), E. LINARES (Universidad Nacional de Colombia), P. E.A.S. CÂMARA (Universidad de Brasilia), R. GRADSTEIN (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris) y M.E. REINIER (University of Göttingen) por su constante asesoría y corroborar algunos de los ejemplares. A, C.N. DÍAZ, D. SIMIJACA, S. PORRAS, L. VARGAS, L. HERNÁNDEZ y en general a los miembros del grupo por su apoyo en campo y laboratorio. A, P.A. GIL, por la elaboración del mapa. Así también a la administración del municipio de Tipacoque, Al Sr. Alcalde del municipio de Tipacoque N.H. MELGAREJO. A los evaluadores por sus valiosos aportes al manuscrito.

REFERENCIAS

- ACEBEY, A., GRADSTEIN, S. R. & KRÖMER, T. 2003.- Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *J. Trop. Ecol.*, 19 (1): 9-18.
- AGUIRRE-C.J. 2008.- Diversidad y riqueza de musgos y líquenes en Colombia-Generalidades y metodología: 1-17 (en) RANGEL-CH, O. (ed). *Colombia diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- ÁLVARO, W., DÍAZ, M. & MORALES, M. E. 2007.- Catálogo comentado de las hepáticas del Cerro de Mamapacha, municipio de Chinavita-Boyacá, Colombia. *Acta Biolo. Colomb.*, 12 (1): 67-86.
- BARBOSA, I., URIBE, J. & CAMPOS, J. 2007.- Las hepáticas de Santa María (Boyacá, Colombia) y alrededores. *Caldasia*, 29 (1): 39-49.
- BERNAL, R., GRADSTEIN, S. R. & CELIS, M. (eds.). 2015.- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantascolumbia.unal.edu.co>
- CORNELISSEN, J. & TER STEEGE, H. 1989.- Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *J. Trop. Ecol.*, 5 (2): 131-150.
- CHURCHILL, S. & LINARES, E. 1995.- *Prodrum Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Partes 1 y 2. Editorial. Guadalupe Ltda.
- FUNDACIÓN NATURA COLOMBIA. 2007.- Diagnóstico socio-ambiental del PNM "Robledales de Tipacoque" y su área de influencia. Convenio 106-07.
- GALEANO, C. 2009.- Caracterización ecológica de la comunidad epífita (Bromeliaceae y Orchidaceae), en bosque andino de *Quercus humboldtii* Bonpland, Santander, Colombia: Tesis, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías.
- GENTRY, A. & DODSON, C. 1987.- Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 74 (2): 205-233.
- GIL-NOVOA, J. E. 2012.- Estratificación vertical de briófitos epífitos de *Quercus humboldtii* en el Parque Natural Municipal Robledales de Tipacoque (Boyacá-Colombia): Tesis, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas, Tunja.
- GIL, J. E. & MORALES, M. E. 2014.- Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 62 (2): 719-727.
- GRADSTEIN, S. R. 1994.- Lejeuneaceae: Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *Flora Neotropica Monograph*. 62.
- GRADSTEIN, S. R., NADKARNI, N., KRÖMER, T., HOLZ, I. & NÖZKE, N. 2003.- A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana*, 24 (1): 105-111.
- GRADSTEIN, S. R., CHURCHILL, S. & SALAZAR-ALLEN, N. 2001.- Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 86.
- HEINRICHS, J. 2002.- A taxonomic revision of *Plagiochila* sect. *Hylacoetes*, sect. *Adiantoidaeae* and sect. *Fuscoluteae* in the Neotropics with a preliminary subdivision of Neotropical Plagiochilaceae into nine lineages. *Bryophytorium Bibliotheca*, 58.
- HOLZ, I., GRADSTEIN, S. R., HEINRICHS, J. & KAPPELLE, M. 2002.- Bryophyte diversity, microhabitat differentiation, and distribution of life forms in Costa Rican upper montane *Quercus* forest. *Bryologist*, 105 (3): 334-348.
- HOLZ, I. & GRADSTEIN, S. R. 2005a.- Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica-species richness, community composition and ecology. *Plant. Ecol.*, 178 (1): 89-109.
- HOLZ, I. & GRADSTEIN, S. R. 2005b.- Phytogeography of the bryophyte floras of oak forests and paramo of the cordillera de Talamanca, Costa Rica. *J. Biogeogr.*, 32 (9): 1591-1609.
- INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2004 y continuamente actualizado.- Colecciones en Línea. Publicado en Internet <http://www.biovirtual.unal.edu.co>, [enero de 2016].
- JOHANSSON, D. R. 1974.- Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta Phytogeograph. Sueca*, 59.
- KELLY, D., O'DONOVAN, G., FEEHAN, J., MURPHY, S., DRANGEID, S. O. & MARCANO-BERTI, L. 2004.- The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *J. Trop. Ecol.*, 20 (6): 643-666.
- LINARES, E. L. 1999.- Diversidad y distribución de las epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco, Cundinamarca. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 23 (Suplemento especial): 133-139.
- MARTINS, A. 2009.- Florística e ecología das comunidades de briófitas em florestas de terra firme no Estado do Pará, Amazônia, Brasil, Tese de doutor em Botânica: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio Janeiro. Escola Nacional de Botânica Tropical.
- MEDINA, W. A., MACANA-GARCÍA, D. C. & SÁNCHEZ, F. 2015.- Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 6 (2): 185-198.
- MOTA, S., TER STEEGE, H., CORNELISSEN, J. C. & GRADSTEIN, S. R. 2009.- Niche assembly of epiphytic bryophyte communities in the Guianas: a regional approach. *J. Biogeog.*, 36 (11): 2076-2084.
- PINZÓN, M. & LINARES, E. 2006.- Diversidad de líquenes y briófitos en la región subxerofítica de la Herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia). I. Riqueza y estructura. *Caldasia*, 28 (2): 243-257.
- PERRY, D. R. 1978.- A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica*, 10 (2): 155-157.
- ROMANSKI, J., PHARO, E. J. & KIRKPATRICK, J. B. 2011.- Epiphytic bryophytes and habitat variation in montane rainforest, Peru. *Bryologist*, 114 (4): 720-731.
- REESE, W. 1993.- Calymperaceae. *Flora Neotropica Monograph*, 58.
- SEPULVEDA, O., SUÁREZ, Z., PATARROYO, M., CANARIA, L. & BAUTISTA, S. 2015.- Estudio del comportamiento e impacto de la climatología sobre el cultivo de la papa y del paso en la región central de Boyacá empleando los sistemas dinámicos. *Ciencia en Desarrollo*, 6 (2): 215-224.
- SHARP, A., CRUM, H. & ECKEL, P. 1994.- The moss flora of Mexico. Parts one and two. *Memoirs of New York Botanical Garden*, 69.
- SIMIJACA, D. 2011.- Líquenes epífitos de *Quercus humboldtii* en el Parque Natural Municipal Robledales de Tipacoque (Boyacá-

- Colombia): Tesis, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas, Tunja.
- SUÁREZ, C. & ESTUPIÑAN, J. 2002.- Estructura y composición florística en relictos de roble *Quercus humboldtii* Bonpland en la región de Arcabuco (Boyacá): Tesis, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Básicas, Tunja.
- TROPICOS*. 2013.- Base de Datos, Missouri Botanical Garden. Publicado en internet: <http://www.tropicos.org/>, [enero de 2016].
- URIBE, J. & AGUIRRE, J. 1997.- Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. *Caldasia*, 19 (1-2): 13-27.
- WOLF, J. 1993.- Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the Northern Andes. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 80 (4): 928-960.
- ZOTZ, G. & ANDRADE, J. L. 2002.- La ecología y fisiología de las epífitas y las hemiepífitas: 271-296 (en) GUARIGUATA, M.R., & KATTAN, G. (eds.) *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, Ediciones LUR.

HEPÁTICAS EPÍFITAS: RIQUEZA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL ANDINO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

Carolina Feuillet-Hutado¹ & Alba Marina Torres²

Resumen

Como resultado del estudio realizado en seis bosques en un gradiente altitudinal entre 1400 y 3280 m, en la cordillera central de los Andes del departamento del Cauca, Colombia, se registraron 38 especies de hepáticas agrupadas en 9 familias y 20 géneros. El 98% de los registros fueron hepáticas foliosas y el 2% talosas. Las familias con mayor riqueza fueron Lejeuneaceae (20 especies), Plagiochilaceae (6) y Frullaniaceae (3). Los géneros más numerosos fueron *Plagiochilay Frullania* con seis y tres, respectivamente. Se presentan 13 nuevos registros de especies y dos de géneros (*i.e. Microlejeuna, Omphallanthus*) para el Cauca. Con estos registros se incrementa a 158 el número de especies de hepáticas reportadas para el Cauca. Se concluye que en el gradiente altitudinal muestreado en el Cauca, la riqueza de hepáticas epífitas es mayor en las altitudes intermedias y es menor en los extremos altitudinales.

Palabras clave: hepáticas, riqueza, gradiente altitudinal andino, Cauca.

FLORISTIC CHARACTERIZATION OF A HIGH ANDEAN FOREST IN THE PURACE NATIONAL NATURAL PARK, CAUCA, COLOMBIA

Abstract

As a result of the study conducted in six forests along an altitudinal gradient between 1,400 and 3,280 m in the central Andes of Cauca, Colombia, 38 species of liverworts were registered and grouped into 9 families and 20 genera. 98% of the records were leafy liverworts and 2% thalloid. The richest families were Lejeuneaceae (20 species), Plagiochilaceae (6) and Frullaniaceae (3). The most numerous genera were *Plagiochila* and *Frullania* with eight and six species, respectively. There were 13 new records of species and two of genera (*i.e. Microlejeuna, Omphallanthus*) for Cauca. With these new records, is increased to 158 the number of species of liverworts reported for Cauca, Colombia. It's concluded that in the altitudinal gradient sampled in Cauca, the richness of epiphytes liverworts is greater at intermediate altitudes and is lower in the altitudinal extremes.

Key words: liverworts, richness, andean altitudinal gradient, Cauca.

¹ FR: 22-IV-16. FA: 21-V-16

¹ Universidad de Caldas. Departamento de Ciencias Biológicas. Manizales, Caldas. Universidad del Valle. Doctorado en Ciencias - Biología. Cali, Valle del Cauca. E-mail: feuillet@gmail.com

² Universidad del Valle. Departamento de Biología. Cali, Valle del Cauca.

CÓMO CITAR:

FEUILLET-H, C. & TORRES, A.M., 2016.- Hepáticas epífitas: riqueza en un gradiente altitudinal andino, departamento del Cauca, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 33-42.

DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.3



INTRODUCCIÓN

Las hepáticas (Marchantiophyta) son un grupo de plantas no vasculares incluidas en el gran grupo de los briófitos. Estas plantas son importantes ecológicamente ya que participan como retenedoras de agua en diversos ecosistemas, son hábitat de numerosas especies de invertebrados, evitan la erosión del suelo, entre otros.

Las 713 hepáticas que se registran para Colombia (BERNAL *et al.*, 2015), lo ubican como el segundo país más rico del trópico americano (CAMPOS *et al.*, 2014). El conocimiento de este grupo taxonómico en Colombia es el resultado de numerosos estudios hechos en diferentes regiones como Amazonas, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Quindío, entre otros (LINARES & CHURCHILL, 1997; AGUIRRE & RUIZ, 2001; PINZÓN *et al.*, 2003; ORREGO & URIBE, 2004; RUIZ & AGUIRRE, 2004; ORREGO, 2005; BARBOSA *et al.*, 2007; LAGOS, *et al.*, 2008).

El departamento del Cauca está situado en el suroccidente del país, entre las regiones andina y pacífica; está localizado entre los 00°58'54" y 03°19'04" de latitud norte y los 75°47'36" y 77°57'05" de longitud oeste. Cuenta con gran heterogeneidad geográfica, en la que sobresalen las cordilleras de los Andes. Para el Cauca, URIBE & GRADSTEIN (1999) reportan 150 especies en la revisión de hepáticas para Colombia.

Los bosques de los andes tropicales presentan una alta riqueza y abundancia de epífitas. La poca iluminación y alta humedad de estos bosques son características que favorecen el desarrollo de epífitas, de ahí que las hepáticas alcancen una gran diversificación en esta región (GRADSTEIN *et al.*, 1996; WOLF, 2003; GIL & MORALES, 2013).

Este estudio es una contribución al conocimiento de la flora de hepáticas del departamento del Cauca, el cual tuvo como objetivo registrar las hepáticas epífitas en un gradiente altitudinal entre 1400 y 3280 m.

Área de estudio

El área de estudio se ubicó en el flanco occidental de la cordillera central de los Andes, en el departamento del Cauca. Los puntos de muestreo en las veredas La Yunga, La Rejoya, Palacé, Clarete y Quintana, se hallan entre los 1400 y 2600 m de altitud y pertenecen al municipio de Popayán, el punto de muestreo de la vereda El Cofre a 3280 m, corresponde el municipio de Totoró (figura 1).

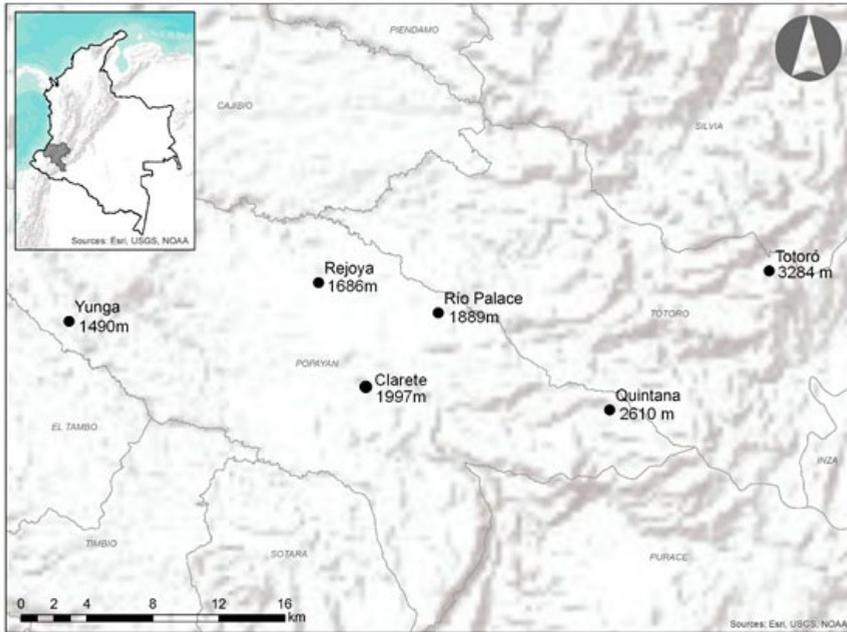


Figura 1. Área de muestreo de hepáticas epífitas en un gradiente altitudinal del Cauca, Colombia.
Fuente: este estudio.

MÉTODOS

En cada uno de los seis bosques se muestrearon los tallos de cuatro árboles escogidos al azar, con una circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 20 cm y con una distancia mínima de 25 m, entre ellos (CORNELISSEN & STEEGE, 1989; GRADSTEIN *et al.*, 2003; ZOTZ & BADER, 2011). Los muestreos se realizaron entre los años 2014 y 2015.

Se recolectaron individuos de las especies de hepáticas epífitas presentes y se tomaron datos del hábitat. Las muestras recolectadas fueron identificadas con la ayuda de claves (URIBE & AGUIRRE 1.997; GRADSTEIN *et al.*, 2001) y por comunicación con los especialistas Robbert Gradstein (*Plagiochilaceae*), Cid Bastos (*Lejeuneaceae*) y María Helena Reiner (*Lejeuneaceae*).

Se revisaron alrededor de 1300 ejemplares. El material se incluyó en el Herbario CUVV de la Universidad del Valle, bajo la numeración de colector de C. Feuillet-Hurtado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 38 especies, 37 hepáticas foliosas y una talosa (Anexo 1), coincidiendo con los resultados de numerosos trabajos para Colombia en donde las hepáticas foliosas son la forma de crecimiento más dominante. Las 38 especies de hepáticas pertenecen a 20 géneros y nueve familias.

La familia más numerosa fue Lejeuneaceae con 11 géneros y 20 especies, seguida de Plagiochilaceae y Frullaniaceae con un género, seis y tres especies, respectivamente (figura 2). Las familias Adelanthaceae, Herbertaceae, Lophocoleaceae y Metzgeriaceae tuvieron una sola especie. La familia Lejeuneaceae se caracteriza por ser una de las más abundantes en todos los estratos de los bosques de los Andes colombianos. En investigaciones en los departamentos de Boyacá, Caldas, Caquetá, Cesar, Cundinamarca y Quindío, Lejeuneaceae ocupa el primer lugar por su número de especies (AGUIRRE & RUIZ, 2001; PINZÓN *et al.*, 2003; ORREGO & URIBE, 2004; ORREGO, 2005; ALVARO *et al.*, 2007; BARBOSA *et al.*, 2007; GARCÍA *et al.*, 2016). En contraste, GIL & MORALES (2014) y VARGAS & MORALES (2014) registraron en Boyacá hepáticas estrictamente epífitas, donde la familia más representativa fue Plagiochilaceae, que tiene la mayor diversificación en Colombia, entre los países de América tropical, seguido de Ecuador (53) y Costa Rica (50) (GRADSTEIN, 2016).

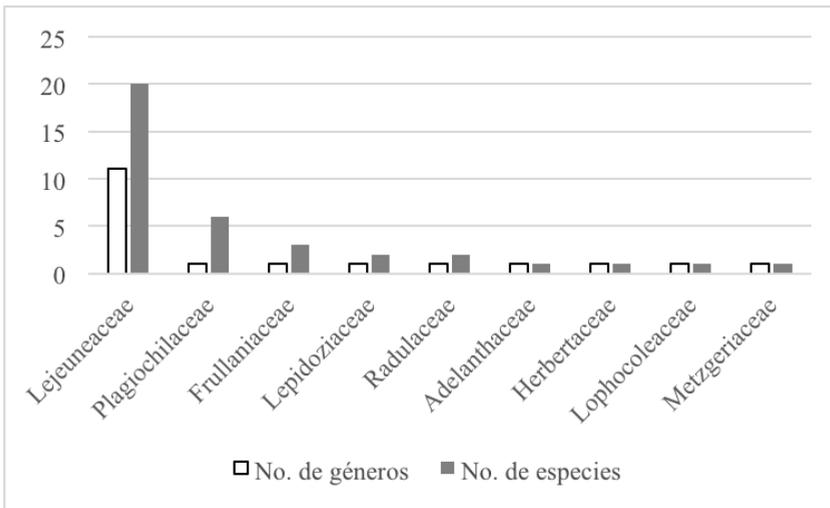


Figura 2. Riqueza de géneros y especies de hepáticas epífitas en un gradiente altitudinal del Cauca, Colombia.

Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Plagiochila* (6) y *Frullania* (3 especies). El género *Plagiochila* se destaca por estar entre los más numerosos en los estudios hechos para Boyacá, Caquetá y Chocó (VASCO *et al.*, 2002; PINZÓN *et al.*, 2003; ÁLVARO *et al.*, 2006).

Se registran por primera vez los géneros *Microlejeuna* y *Omphalanthus* y 12 especies para el Cauca, nueve corresponden a la familia Lejeuneaceae y cuatro a Plagiochilaceae (GRADSTEIN, 2016; ELLIS *et al.*, 2016) (Tabla 1). Con estos registros se incrementa a 161 el número de especies de hepáticas reportadas para el Cauca, basados en URIBE & GRADSTEIN (1999).

Tabla 1. Nuevos registros de especies de hepáticas epífitas para el departamento de Cauca, Colombia.

| Especie | Altitud (m) | Bosque |
|-----------------------------------|-------------|---|
| <i>Acanthocoleus aberrans</i> | 1.686 | La Rejoya |
| <i>Cheilolejeunea acutangula</i> | 1.490-1.997 | Yunga, La Rejoya, Palacé, Clarete |
| <i>Cheilolejeunea oncophylla</i> | 3.284 | Totoró |
| <i>Dicranolejeunea axilaris</i> | 3.284 | Totoró |
| <i>Drepanolejeunea anoplantha</i> | 1.490 | Yunga |
| <i>Drepanolejeunea bidens</i> | 1.997 | Clarete |
| <i>Marchesinia brachiata</i> | 1.686 | La Rejoya |
| <i>Microlejeunea</i> sp. | 1.490-3.284 | Todos |
| <i>Omphalanthus filiformis</i> | 1.889,1.997 | Palacé, Clarete |
| <i>Plagiochila fastigiata</i> | 1680 | La Rejoya |
| <i>Plagiochila heterophylla</i> | 1.490-2.610 | Yunga, La Rejoya, Palacé, Clarete, Quintana |
| <i>Plagiochila punctata</i> | 1.490-2.610 | Yunga, La Rejoya, Palacé, Clarete, Quintana |
| <i>Plagiochila trichostoma</i> | 1.997-2.610 | Clarete, Quintana |

Cauca, con 158 hepáticas registradas, se ubica entre los departamentos más diversos en este grupo en Colombia, con base en el reporte de URIBE & GRADSTEIN (1999), después de Cundinamarca (385 especies), Risaralda (291 especies) y Magdalena (277 especies). Sin embargo, estos autores explican la alta riqueza de hepáticas en los departamentos mencionados por el mayor número de estudios realizados en ellos. En consecuencia, la revisión bibliográfica demuestra la falta de conocimiento de la flora de hepáticas en varias zonas de Colombia, debido a la escasez de muestreos.

Se registra por primera vez para Colombia la presencia de *Plagiochila fastigiata* (ELLIS *et al.*, 2016), a una altitud de 1680 m. Esta especie estaba reportada sólo para México y Costa Rica (GRADSTEIN, 2016)

Se amplía la distribución geográfica en Colombia de *Drepanolejeunea anoplantha*, que solo se había reportado para la Amazonía (BERNAL *et al.*, 2015). Además, se amplía la distribución altitudinal hasta 1490 m.

El género *Microlejeunea* ha sido registrado en Colombia con seis especies, desde los 10 m hasta los 2800m de altitud, con una distribución en Amazonas, Casanare, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Risaralda, Santander y Quindío (BERNAL *et al.*, 2015). En este estudio se amplía la distribución geográfica de *Microlejeunea* al Cauca y se amplía la distribución altitudinal hasta 3284 m.

Adicionalmente, se han registrado dos especies de *Omphallantus* en Colombia, desde los 100 m hasta los 3900 m de altitud, con una distribución en Antioquia, Arauca, Boyacá, Casanare, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda, Santander (BERNAL *et al.*, 2015), y en esta investigación se amplía la distribución al Cauca.

En los bosques Totoró y Yunga, que representan el punto de mayor y menor altitud, se registró el menor número de especies con 13 y 11, respectivamente (Figura 3). En contraste, en los bosques de altitud intermedia como Quintana (*i.e.* 2610 m) y Palacé (*i.e.* 1889 m) se registró la mayor riqueza, con 22 y 18 especies, respectivamente (Figura 3). Es decir, que en el gradiente altitudinal muestreado en el Cauca, la riqueza de hepáticas epífitas es mayor en las altitudes intermedias y es menor en los extremos altitudinales. Una alta diversidad de briófitos en la zona de vida andina ha sido también reportada por GRADSTEIN *et al.* (1996), WOLF (2003), BOLAÑOS & RAMÍREZ (2009), GIL & MORALES (2013).

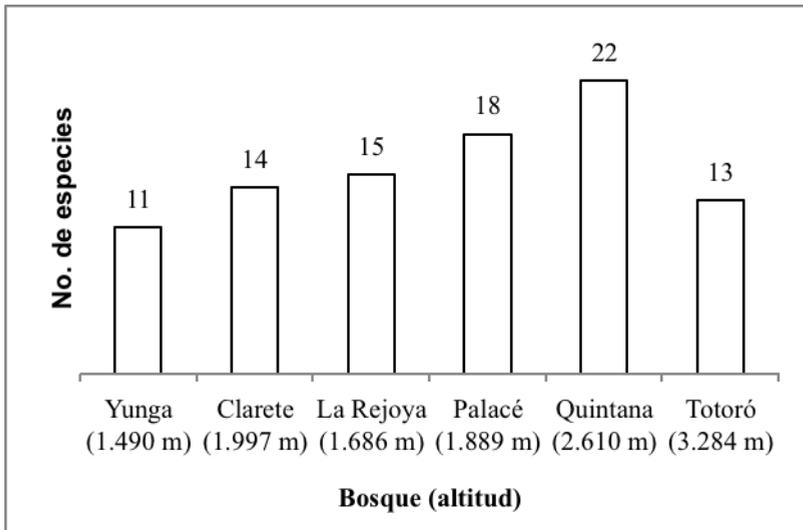


Figura 3. Riqueza de especies de hepáticas epífitas en un gradiente altitudinal del departamento del Cauca, Colombia.

El 31% de las especies son exclusivas de alguna altitud, mientras que el 7% (*i.e. Metzgeria leptoneura*, *Microlejeunea* sp., *Plagiochila punctata*) se registran en las seis altitudes muestreadas. Los bosques con mayor número de especies exclusivas fueron Totoró y Quintana con cuatro especies, seguido de Yunga y La Rejoja con dos, y Palacé con una especie. En el bosque Clarete no se registraron especies únicas. Los bosques mixtos y complejos, es decir con múltiples estratos, podrían ofrecer una mayor diversidad de hábitats para que se establezca una mayor diversidad de briófitos en general, ya que la presencia de diferentes estratos en el bosque puede generar microclimas (GRADSTEIN *et al.*, 1990; RUIZ & AGUIRRE, 2004; EVANS *et al.*, 2012). Sin embargo, la diversidad de hepáticas de este estudio no se puede relacionar con la diversidad de estratos, ya que no se tiene el conocimiento sobre la estructura de la vegetación fanerogámica de los bosques.

Según el libro rojo de briófitas, ninguna de las especies aquí mencionadas presenta algún nivel de amenaza (LINARES & URIBE, 2002). Sin embargo, a pesar de que el conocimiento del grupo ha ido aumentando, hay escasez de trabajos que nos indiquen el estado real y actualizado de la distribución y estado de amenaza de las especies en la región.

Anexo 1. Lista de especies de hepáticas epífitas registradas en seis bosques (altitudes sobre el nivel del mar: 1490, 1686, 1889, 1997, 2610, 3284 m) de la región andina, departamento del Cauca, Colombia.

| Familia | Especie | Yunga | La Rejoja | Palacé | Clarete | Quintana | Totoró | H |
|---------------|--|---------|-----------|---------|---------|----------|---------|---|
| | | (1490m) | (1686m) | (1889m) | (1997m) | (2610m) | (3284m) | |
| Adelanthaceae | <i>Adelanthus pittieri</i> (Steph.) Grolle | | | | | X | | F |
| Frullaniaceae | <i>Frullania</i> sp. 1 | | | | X | X | X | F |
| Frullaniaceae | <i>Frullania</i> sp. 2 | | | | X | X | X | F |
| Frullaniaceae | <i>Frullania</i> sp. 3 | X | | | X | | X | F |
| Herbertaceae | <i>Herbertus pensilis</i> Spruce | | | X | | X | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt | | X | | | | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Anoplolejeunea conferta</i> (Spreng.) A.Evans | X | | | X | X | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Cheilolejeunea acutangula</i> (Nees) Grolle | X | | X | X | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.L. Zhu | | X | X | X | X | X | F |

| Familia | Especie | Yunga | La Rejoya | Palacé | Clarete | Quintana | Totoró | H |
|-----------------|--|---------|-----------|---------|---------|----------|---------|---|
| | | (1490m) | (1686m) | (1889m) | (1997m) | (2610m) | (3284m) | |
| Lejeuneaceae | <i>Cheilolejeunea oncophylla</i> (Aongstr.) Grolle & M.E. Reiner | | | | | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Dicranolejeunea axillaris</i> (Nees & Mont.) Schiffner | | | | | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Drepanolejeunea anoplantha</i> (Spruce) Steph. | X | | | | | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Drepanolejeunea bidens</i> Steph. | | | | X | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Harpalejeunea</i> cf. <i>oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph. | X | X | | | X | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Harpalejeunea</i> sp. | | | X | | X | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees | | X | X | | | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea</i> sp. 1 | X | | X | X | X | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea</i> sp. 2 | | | X | | X | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea</i> sp. 3 | | | | X | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea</i> sp. 4 | | | X | X | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Lejeunea</i> sp. 10 | X | | X | X | X | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffner | | X | | | | | F |
| Lejeuneaceae | <i>Microlejeunea</i> sp. | X | X | X | X | X | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Omphalanthus filiformis</i> (Sw.) Nees | | | X | X | | X | F |
| Lejeuneaceae | <i>Prionolejeunea</i> sp.1 | X | | | | | | F |
| Lepidoziaceae | <i>Bazzania diversicuspis</i> Spruce | | | | | X | | F |
| Lepidoziaceae | <i>Lepidozia macrocolea</i> Spruce | | | | | X | | F |
| Lophocoleaceae | <i>Leptoscyphus porphyrius</i> Grolle | | | | X | X | X | F |
| Metzgeriaceae | <i>Metzgeria leptoneura</i> Spruce | X | X | X | X | X | X | T |
| Plagiochilaceae | <i>Plagiochila fastigiata</i> Lindenb. & Gottsche | | X | X | | X | | F |
| Plagiochilaceae | <i>Plagiochila heterophylla</i> Lehm. | X | | X | X | X | X | F |

| Familia | Especie | Yunga | La Rejoja | Palacé | Clarete | Quintana | Totoró | H |
|-----------------|---|---------|-----------|---------|---------|----------|---------|---|
| | | (1490m) | (1686m) | (1889m) | (1997m) | (2610m) | (3284m) | |
| Plagiophilaceae | <i>Plagiochila punctata</i> (Taylor) Taylor | X | X | X | X | X | X | F |
| Plagiophilaceae | <i>Plagiochila trichostoma</i> Gottsche | | | | X | X | X | F |
| Plagiophilaceae | <i>Plagiochila</i> sp. 1 | | | | | | X | F |
| Plagiophilaceae | <i>Plagiochila</i> sp. 2 | | | | | | X | F |
| Radulaceae | <i>Radula</i> sp.1 | X | | X | | | | F |
| Radulaceae | <i>Radula</i> sp.2 | | X | X | | X | | F |
| | Indeterminada sp.1 | | | | | X | | F |

H= Hábito; F= Foliosa T= Talosa

REFERENCIAS

- AGUIRRE, J. & RUIZ, C., 2001.- Composición florística de la brioflora de La Serranía del Perijá (Cesar - Colombia): Distribución y ecología. *Caldasia*, 23 (1): 181-201
- ÁLVARO, W., M. DÍAZ & MORALES, M., 2007.- Catálogo comentado de las hepáticas del cerro de Mamapacha, municipio de Chinavita-Boyacá, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 12 (1): 67 – 86
- BARBOSA, I., J. URIBE. & CAMPOS, L., 2007.- Las hepáticas de Santa María (Boyacá, Colombia) y alrededores. *Caldasia*, 29 (1): 39-49
- BERNAL, R., S.R. GRADSTEIN & CELIS, M., 2015.- *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. catalogoplantascolumbia.unal.edu.co
- BOLAÑOS, G. & RAMÍREZ, B., 2009.- Distribución altitudinal de musgos en el municipio de Popayán, Cauca. *Rev. Asoc. Col. Cienc. Biol. (Col.)*, 21: 31-44
- CAMPOS, L., GRADSTEIN R., URIBE-M. J. & TER STEEGE H., 2014.- Additions to the Catalogue of Hepaticae of Colombia II. *Cryptogamie, Bryologie*, 35 (1): 77-92
- CORNELISSEN, J. & STEEGE, H., 1989.- Distribution and Ecology of Epiphytic Bryophytes and Lichens in Dry Evergreen Forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology*, 5 (2): 131-150
- ELLIS *et al.*, 2016.- New national and regional bryophyte records. *Journal of Bryology*, 47 DOI: 10.1080/03736687.2016.1171453
- GARCÍA, M.S., BASILIO, B.H., HERAZO, V.F., MERCADO, G.J. & MORALES, M., 2016.- Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19 (1), 41-52
- GIL, J. & MORALES, M., 2014.- Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 62 (2): 719-727
- GRADSTEIN, S.R., MONTFORT, D. & CORNELISSEN, J., 1990.- Species richness and phytogeography of the bryophyte flora of the Guianas, with special reference to the lowland forest. *Tropical Bryology*, 2:117-126
- GRADSTEIN, S.R., HIETZ, P., LÜCKING, R., LÜCKING, A., SIPMAN, H., VESTER, H., WOLF, J., & GARDETTE, E., 1996.- How to sample epiphytic diversity of tropical rain forest. *Ecotropica*, 2: 59-72
- GRADSTEIN, S. R., CHURCHILL, S., & SALAZAR-ALLEN, N., 2001.- *Guide to the bryophytes of Tropical America*. Memoirs of the New York Botanical Garden, 86: 1-577
- GRADSTEIN, S.R., NADKARNI, N., KRÖMER, T., HOLZ, I., & NÖZKE, N., 2003.- A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana*, 24 (1): 105-111
- GRADSTEIN, S.R., 2016.- The genus *Plagiochila* (Marchantiophyta) in Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40 (154):104-136
- LAGOS, M., SÁENZ, F. & MORALES, M., 2008.- Briófitos reófilos de tres quebradas del páramo de Mamapacha, Chinavita (Boyacá-Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 13 (1): 143 – 160
- LINARES, E. & URIBE, J., 2002.- Libro Rojo de los Briofitos de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- LINARES, E. & CHURCHILL, S., 1997.- Comunidades de briofitos reofilos en un caño de montaña, en San Francisco, Cundinamarca, Colombia. *Caldasia*, 19 (1-2): 323-329
- ORREGO, O., 2005.- Briófitos de Caldas: La Reserva de Planalto. *Boletín Científico – Centro de Museos - Museo de Historia Natural*, 9: 31-50

- ORREGO, O. & URIBE, J., 2004.- Hepáticas (Marchantiophyta) del departamento del Quindío, Colombia. *Biota Colombiana*, 5 (2): 209-216
- PINZÓN, M., E. LINARES & URIBE, J., 2003.- Hepáticas del medio Caquetá (Amazonia colombiana). *Caldasia*, 25 (2): 297-311
- RUIZ, C. & J. AGUIRRE., 2004.- Las comunidades de briófitos y su relación con la vegetación fanerogámica (tipos de paisaje) en Tarapacá (Amazonas- Colombia). *Caldasia*, 26: 65-78
- URIBE, J. & GRADSTEIN, R., 1999.- Estado del conocimiento de la flora de hepáticas de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23 (87): 315-318
- URIBE, J. & AGUIRRE, J., 1997.- Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. *Caldasia*, 19 (1-2), 13-27
- VARGAS, D. & MORALES, M., 2014.- Hepáticas del Parque Natural Municipal “Robledales de Tipacoque”, Boyacá-Colombia. *Universitas Scientiarum*, Vol. 19 (3): 201-211
- VASCO, P., COBOS, A. & URIBE J., 2002.- Las hepáticas (Marchantiophyta) del departamento del Chocó, Colombia. *Biota Colombiana*, 3 (1): 149-162
- WOLF, J.H.D., 1993.- Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the Northern Andes. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 80 (4): 928-960
- ZOTZ, G. & BADER, M., 2011.- Sampling vascular epiphyte diversity – species richness and community structure. *Ecotropica*, 17: 103–112

CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD
EN AGROECOSISTEMAS
CONSERVATION AND BIODIVERSITY
IN AGROECOSYSTEMS



VEGETABLE IVORY PLANT.

COLONIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN HOJAS DE *Miconia* sp. Y *Eucalyptus* sp. EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO CHINCHINÁ, COLOMBIA

Juliana Rubio-M.¹, Ana María Meza-S.², Lucimar G-Dias.³

Resumen

Los procesos de colonización en ambientes lóticos son regulados por la interacción entre el tipo de vegetación y la cantidad de hojarasca que se incorpora a los ríos e influye sobre la estructura y dinámica del bentos. Los macroinvertebrados bentónicos son un componente importante en los ecosistemas dulceacuícolas, cumplen un papel fundamental en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros animales. Con el objetivo de comparar la colonización de macroinvertebrados en hojas de árboles nativos e introducidos a través del tiempo en las quebradas El Diamante, La Oliva y el río Chinchiná, se utilizó la metodología de paquetes de hojarasca. La primera quebrada presenta como vegetación ribereña un bosque nativo, la segunda está influenciada por plantaciones de *Eucalyptus* sp. y la tercera no presenta vegetación ribereña. Para el estudio se utilizaron paquetes de tela plástica, donde fueron depositadas hojas de *Miconia* sp. (especie nativa), hojas de *Eucalyptus* sp. y una mezcla de las dos especies, las cuales demoraron aproximadamente 60 días para descomponerse. En total, se colectaron 8595 individuos de macroinvertebrados, la menor riqueza se presentó a los 30 días y la mayor entre los 45 y 60 días. No se encontraron diferencias significativas en la riqueza y abundancia de macroinvertebrados con respecto a las dos especies vegetales utilizadas. Al evaluar la diversidad ($q=0$, $q=1$) no se encontraron diferencias significativas en el número efectivo de géneros o morfotipos entre sustratos (paquetes con hojas nativas, introducidas y mezcladas). El grupo funcional de los recolectores generalistas fue dominante entre los macroinvertebrados colectados.

Palabras clave: descomposición, grupos funcionales, insectos acuáticos, paquetes de hojarasca, vegetación ribereña.

¹ FR: 10-VII-16. FA: 12-VII-16.

¹ Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: julirubio87@hotmail.com.

² Magíster en Ciencias Biológicas; Grupo de Investigación BIONAT, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: anamariamezasalazar@gmail.com

³ Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Grupo de Investigación BIONAT, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: lucimar.dias@ucaldas.edu.co

CÓMO CITAR:

RUBIO-M., J., MEZA-S., A.M. & DIAS-G., L., 2016.- Colonización de macroinvertebrados acuáticos en hojas de *Miconia* sp. y *Eucalyptus* sp. en la subcuena alta del río Chinchiná, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 45-56. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.4



COLONIZATION BY AQUATIC MACROINVERTEBRATES IN LEAVES OF *Miconia* sp. AND *Eucalyptus* sp. IN HIGH MICRO-CATCHMENT OF CHINCHINÁ RIVER, COLOMBIA

Abstract

Colonization processes in lotic environments are regulated by the interaction between the type of forest and the amount of litter that goes to the rivers and influences the structure and dynamics of the benthos. Benthic macroinvertebrates are an important component of freshwater ecosystems, playing a fundamental role in decomposition and nutrient recirculation, in addition to contributing to the food chain as food for other animals. Leaf litter methodology was used with the objective of to compare the colonization by macroinvertebrates on native and introduced tree leaves throughout time, in El Diamante Creek, La Oliva Creek, and the Chinchiná River. The first creek presents native forest riparian vegetation, the second creek is influenced by *Eucalyptus* sp. plantations, and the third creek does not present riverine vegetation. In the study, plastic cloth bags were used, in which leaves from a native species (*Miconia* sp.), leaves from a *Eucalyptus* sp., and a mix of leaves from both species were deposited; the native and introduced leaves decomposed in approximately 60 days. In total, 8595 macroinvertebrate individuals were collected, the least richness was seen after 30 days and the greatest richness was seen between 45 days and 60 days. With diversity ($q=0$, $q=1$) no significant differences in the effective number of genres and/or morphotypes found between substrates (packs with native, introduced and mixed leaves). The dominant group within the macroinvertebrates collected was the trophic guild of the generalist collectors.

Key words: trophic groups, aquatic insects, leaf packs, leaf breakdown, riparian vegetation.

INTRODUCCIÓN

Los ríos y las quebradas se caracterizan por presentar una alta diversidad, un alto grado de heterogeneidad temporal-espacial y una interacción con el ambiente terrestre circundante (GILLER & MALMQVIST, 1998). Este ambiente terrestre ribereño presenta gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que se ha observado que tanto la cantidad y calidad de materia orgánica suministrada por determinado tipo de vegetación, tiene un efecto sobre la estructura y dinámica del bentos (GILLER & MALMQVIST, 1998), lo que influye en el establecimiento de las comunidades biológicas en estos ambientes (MARQUES *et al.*, 1999).

Una de estas comunidades que está integrada al recurso hídrico durante toda su vida es la de los macroinvertebrados acuáticos (ALBA-TERCEDOR, 1996; ROLDÁN, 2003), la cual es considerada uno de los componentes más importantes de los ecosistemas dulceacuícolas en términos de abundancia y diversidad, pues cumplen un rol ecológico destacado en la descomposición y recirculación de nutrientes, además de contribuir en la red trófica como alimento de otros invertebrados y vertebrados (MERRITT & CUMMINS, 1996). A su vez, estos organismos se alimentan de materia orgánica particulada en forma de fragmentos de plantas, algas, bacterias y detritus producidos dentro del arroyo o suministrados desde fuentes externas como la vegetación ribereña (GUEVARA-CARDONA *et al.*, 2006).

De acuerdo con lo anterior y al tener en cuenta la fuente de alimento y las estrategias usadas para la obtención de éste por parte de los macroinvertebrados, se han identificado seis grupos funcionales (CHARÁ-SERNA *et al.*, 2010; CUMMINS *et al.*, 2005); GILLER & MALMQVIST; 1998, TOMANOVA *et al.*, 2006; RAMÍREZ & GUTIÉRREZ-FONSECA, 2014). Los fragmentadores se alimentan masticando detritus de hojas, madera y plantas acuáticas vivas, los recolectores ingieren materia orgánica particulada fina, que toman del sustrato (recolectores de depósitos) o filtran de la columna de agua (filtradores), los raspadores raspan algas y biomasa que están firmemente adheridas de superficies minerales u orgánicas, los perforadores se alimentan de células y tejido de plantas vivas, y su mecanismo de alimentación es la perforación de macrófitas y la succión de fluidos, finalmente, los depredadores y parásitos se alimentan de otros animales.

Para evaluar la estructura trófica y el proceso de colonización de macroinvertebrados se han utilizado paquetes de hojarasca, esta metodología refleja los cambios que ocurren en la composición de la comunidad a lo largo del tiempo (RIBEIRO & UIEDA, 2005; CARVALHO & UIEDA, 2004). Estos cambios están determinados fundamentalmente por el tipo de vegetación ribereña, donde las especies vegetales nativas e introducidas (o exóticas) tienen una descomposición diferente (BRAATNE *et al.*, 2007) y pueden ser más fáciles o difíciles de fragmentar por los invertebrados (GRAÇA, 2001). Dada la importancia de los macroinvertebrados en los ecosistemas dulceacuícolas y su papel en los procesos de descomposición de la materia orgánica, el objetivo de este estudio es comparar la colonización de macroinvertebrados en hojas de árboles nativos e introducidos a través del tiempo.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Se encuentra localizada en los municipios de Villamaría y Manizales, Caldas, en la subcuenca alta del río Chinchiná. La quebrada El Diamante corresponde a la estación uno (05°06'668" N, 75°23'501" W), se encuentra a una altitud de 2810 m

y pertenece a la Reserva Forestal Torre Cuatro, su vegetación ribereña está compuesta por un bosque nativo cuyas especies predominantes, son: *Erato vulcanica*, *Miconia* sp., y *Sauraruia brachybotrys*. La quebrada La Oliva corresponde a la estación dos y es reconocida localmente como el río Chinchiná, pero adquiere este nombre al unirse con la quebrada Cajones; está dentro de la Reserva Forestal Bosques de la CHEC (05°01'286" N, 75°25'293" W), se encuentra ubicada a 2314 m de altitud, la estación está influenciada por una plantación de *Eucalyptus* sp. y su vegetación ribereña está compuesta predominantemente por la especie *Chusquea scandens*. La estación tres se encuentra ubicada en el río Chinchiná (05°01'301" N, 75°26'185" W) a 2206 m de altitud, en esta estación no hay presencia de vegetación ribereña.

Colonización de macroinvertebrados

Para realizar el experimento se realizó un muestreo que consistió en efectuar registros visuales en un margen de 15 m en la quebrada El Diamante, para determinar los árboles dominantes de la zona. La identificación de las especies fue realizada con la ayuda de expertos en sistemática del Herbario FAUC. Se eligió la especie *Miconia* sp. de tamaño y tiempo de descomposición similar a la especie introducida (*Eucalyptus* sp.) para ser empleada en los paquetes de hojarasca.

Para analizar la colonización de los macroinvertebrados a través del tiempo, se empleó la metodología para paquetes de hojarasca propuesta por MORETTI *et al.* (2005). Se utilizaron 90 sacos de tela plástica con ojo de malla de 1 cm y dimensión de 10 x 15 cm. Del suelo aledaño a las quebradas se tomaron un conjunto de hojas de una especie nativa de la región (*Miconia* sp.), un conjunto de hojas de una especie introducida (*Eucalyptus* sp.) y una mezcla de las especies empleadas, para verificar si un recurso heterogéneo presenta una mayor colonización por los invertebrados. En las orillas de cada estación se ubicaron 30 paquetes de hojas, éstos se distribuyeron en cinco hileras de seis bolsas y se alternaron los tratamientos entre *Miconia* sp. (N), *Eucalyptus* sp. (E) y mixta (M). Un conjunto de seis bolsas se retiraron de cada estación en tiempos predeterminados (10, 20, 30, 45 y 60 días). Al retirarse, las muestras fueron puestas en bolsas de cierre hermético y se fijaron en alcohol (96%). Los organismos fueron separados de la muestra en el Laboratorio de Zoología de la Universidad de Caldas, por lavado en tamices de malla conforme lo propuesto por NESSIMIAN (1993) y de forma manual mediante la observación de las hojas.

Para la determinación taxonómica de los especímenes hasta género o morfotipo se emplearon las claves de MACHADO & RINCÓN (1989), SPANGLER & FRAGOSO (1992), MERRITT & CUMMINS (1996), ROLDÁN (1996), DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ (2009), PRAT *et al.* (2009). El material se depositó en la Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas - CEBUC (Registro Humboldt: No 178). La clasificación de los grupos funcionales

de los macroinvertebrados acuáticos colectados fue realizada según lo propuesto por CUMMINS *et al.* (2005), CHARÁ-SERNA *et al.* (2010), TOMANOVA *et al.*, 2006 y la revisión de RAMÍREZ & GUTIÉRREZ-FONSECA (2014).

Análisis de datos

Para analizar la colonización de macroinvertebrados fue comparada la riqueza y la abundancia por medio de un análisis de varianza (ANOVA de dos vías), en este se utilizaron como factores el tipo de sustrato y el tiempo de colonización. El análisis de varianza fue seguido por una prueba de Tukey, por medio de la cual se realizó una comparación por pares, para determinar entre quienes se dan las diferencias con un nivel de significancia de 0,05. Los análisis estadísticos mencionados fueron realizados mediante el programa StatGraphics versión 5.1.

Para estimar la diversidad de los macroinvertebrados asociados al tipo de hoja se determinó el número efectivo de géneros o morfotipos por medio de la diversidad de orden q (qD ; JOST, 2006), la cual se basa en el número efectivo de especies y permite hacer comparaciones bajo el mismo nivel de cobertura de muestreo (CHAO *et al.* 2014). Para este trabajo se consideraron dos medidas de diversidad, la primera medida es la diversidad de orden cero (0D), cuyo valor equivale simplemente a la riqueza de especies (${}^0D = S$), la cual está definida por la incidencia de los morfotipos raros en el muestreo o *singletons* (f_1). La segunda medida es la diversidad de orden uno (1D), en la que se da peso a todas los géneros o morfotipos por su frecuencia, sin favorecer desproporcionalmente ya sea a los más comunes o los géneros raros, el cálculo de la diversidad se realizó usando 100 aleatorizaciones con intervalos de confianza del 95% en el programa RStudio versión 0.99.902 – 2009-2016.

Para relacionar los grupos funcionales con los tratamientos de *Miconia* sp., *Eucalyptus* sp. y mixta, se realizó una prueba Chi-cuadrado para muestras independientes, por medio de tablas de frecuencia, los contrastes se realizaron bajo una significancia de 0,05 con el programa StatGraphics versión 5.1.

RESULTADOS

Se colectaron 8595 individuos pertenecientes a 11 órdenes, 32 familias y 56 géneros o morfotipos, entre los cuales la familia Chironomidae fue la más abundante con un 81% del total de individuos, de los que el 50% pertenecen al género *Cricotopus* y 49% a *Polypedilum*, seguida por la familia Simuliidae con 10% de los individuos, en la que el género *Gigantodax* fue el más representativo con 58%.

Para los diferentes sustratos se encontraron 3183 individuos en *Eucalyptus* sp., 3146 en el paquete mixto y 2266 en *Miconia* sp., con respecto a la abundancia no

se presentaron diferencias significativas entre estaciones y entre sustratos (p -valor $> 0,05$). La riqueza taxonómica encontrada en *Eucalyptus* sp. y mixta fue de 39 géneros o morfotipos (35%) en cada uno y de 34 (30%) para *Miconia* sp. La comparación de la riqueza de macroinvertebrados en los tres sustratos a través del tiempo (Figura 1) indica que no hay diferencias en este (p -valor = 0,331, $F = 12,26$), así como tampoco existen diferencias entre los sustratos ($F = 1,495$, p -valor = 0,199). La única diferencia significativa encontrada con respecto a la riqueza de macroinvertebrados fue en el sustrato *Miconia* sp. para las tres estaciones, donde la estación uno difiere de la dos y de la tres (p -valor $< 0,05$).

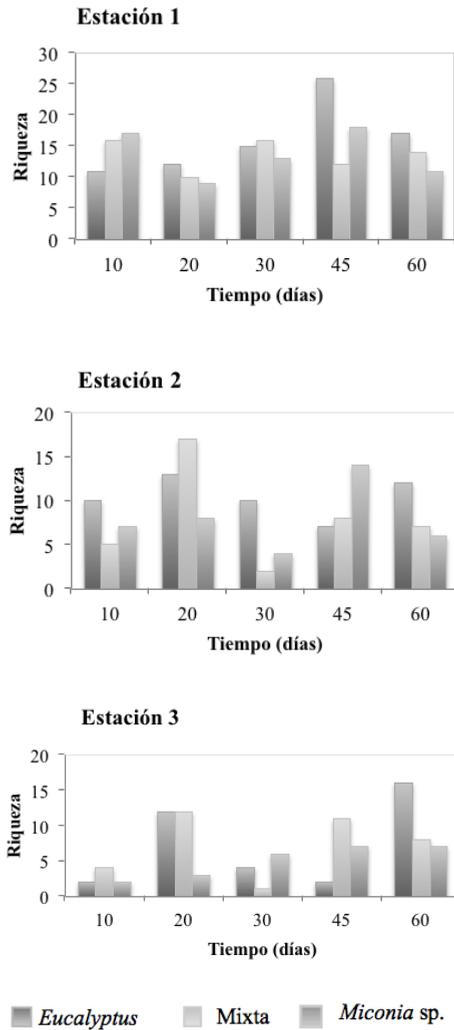


Figura 1. Riqueza taxonómica de los macroinvertebrados asociados a los tres sustratos empleados en las tres estaciones de muestreo.

La variación de la comunidad en términos de abundancia durante los dos meses de muestreo presenta una tendencia sigmoïdal, se recolectaron 1865 individuos a los diez días, aumentaron hasta los 30 días (2934 individuos) y a partir de ese momento disminuyeron, teniendo en el último muestreo 594 individuos (Figura 2). Los valores de riqueza a través del tiempo fluctuaron entre 25 y 33 géneros o morfotipos, se presentó el menor número a los 30 días y los mayores a los 45 y 60. Tanto la riqueza como la abundancia no tuvieron diferencias significativas en el tiempo ($F= 0,929$, $p\text{-valor}= 0,608$ y $F= 0,169$, $p\text{-valor}= 0,700$, respectivamente).

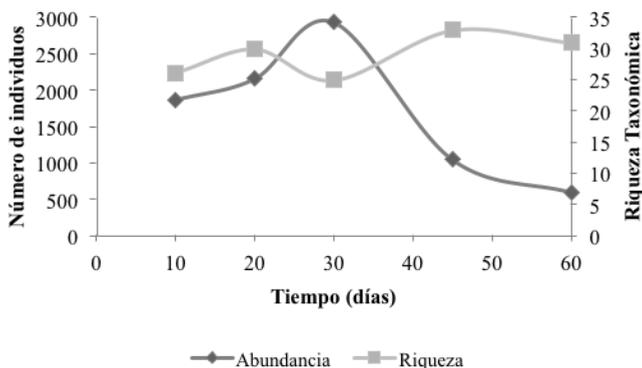


Figura 2. Variación de abundancia y riqueza de macroinvertebrados a través del tiempo.

Al evaluar el número efectivo de géneros o morfotipos mediante la diversidad de orden cero (0D), el sustrato *Eucalyptus* sp. fue el que obtuvo mayor riqueza de macroinvertebrados en las tres estaciones, seguido por el tratamiento mixto y por último el sustrato *Miconia* sp. La diversidad de orden uno (1D) que incluye todos los géneros y su abundancia relativa, mostró este mismo patrón en las estaciones uno y tres, donde *Eucalyptus* sp. y *Miconia* sp. obtuvieron los mayores y menores valores de géneros o morfotipos efectivos, respectivamente. En la estación dos, el mayor número efectivo de géneros o morfotipos se obtuvo en el tratamiento mixto, seguido por el sustrato *Miconia* sp. y por último el sustrato *Eucalyptus* sp. (Tabla 1).

En cuanto a los grupos funcionales, los recolectores generalistas dominaron en los tres sustratos (83,63%), seguido por los fragmentadores (40%), depredadores (27,27%), raspadores (25,45%) y recolectores/filtradores (18,18%). Las diferencias presentadas entre los grupos se dan entre los recolectores con los demás grupos ($p < 0,01$). Para cada sustrato se evaluaron las diferencias de los grupos funcionales en el tiempo, los valores hallados muestran que no existen diferencias significativas ($F= 2,7890$, $p\text{-valor}= 0,0618$ para *Eucalyptus* sp., $F= 1,058$, $p\text{-valor}= 0,409$ en mixta y $F= 2,444$, $p\text{-valor}= 0,088$ para *Miconia* sp.). Los resultados de la prueba de Chi-cuadrado y la tabla de contingencia muestran que no existe dependencia entre los grupos funcionales y los sustratos empleados ($p\text{-valor}=0,925$ $df= 686$) (Tabla 2).

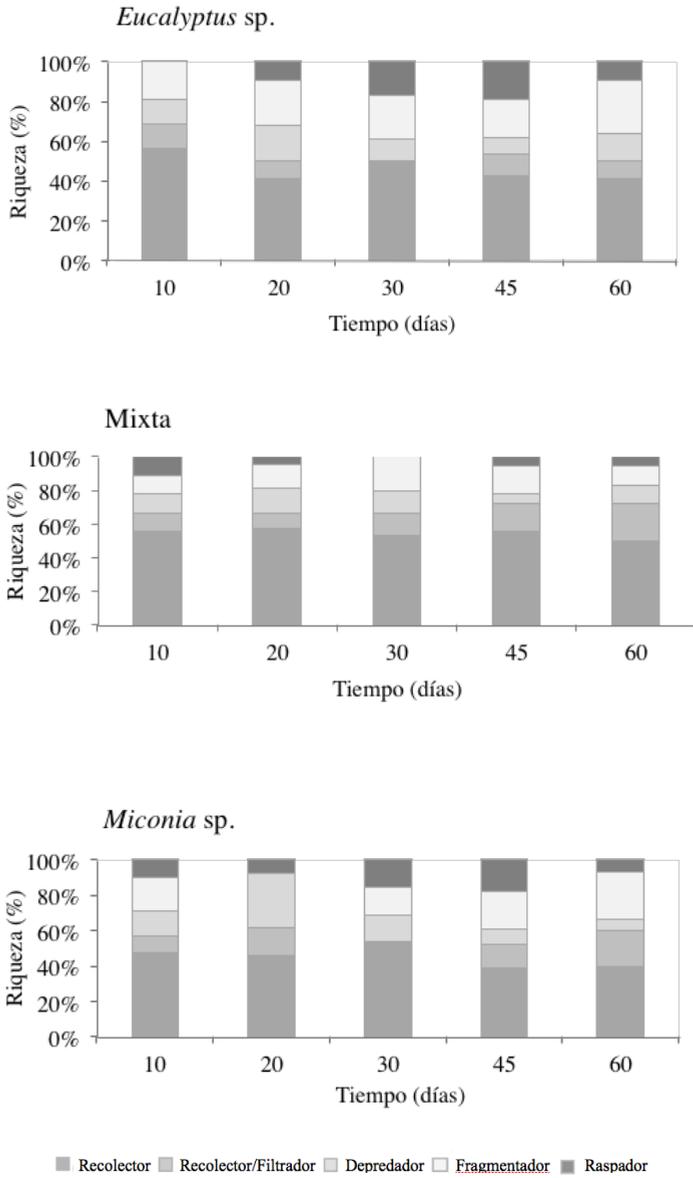


Figura 3. Grupos funcionales (%) de los macroinvertebrados asociados a los diferentes sustratos.

Tabla 1. Número efectivo de géneros o morfotipos determinados a partir de las medidas la diversidad de orden cero (⁰D) y orden uno (¹D) por sustratos en las tres estaciones de muestreo.

| | Estación uno | | Estación dos | | Estación tres | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | ⁰ D | ¹ D | ⁰ D | ¹ D | ⁰ D | ¹ D |
| <i>Eucalyptus</i> sp. | 35 | 4,033 | 23 | 3,203 | 21 | 6,021 |
| Mixta | 30 | 3,108 | 19 | 4,605 | 18 | 5,796 |
| <i>Miconia</i> sp. | 29 | 2,527 | 20 | 3,325 | 14 | 3,836 |

Tabla 2. Número de géneros encontrados por grupo trófico. E= *Eucalyptus* sp., M= mixta, N=*Miconia* sp., SI=sin información.

| GRUPO TRÓFICO | E | M | N |
|----------------------|----|----|----|
| Recolector | 15 | 19 | 12 |
| Recolector/Filtrador | 3 | 4 | 3 |
| Depredador | 6 | 5 | 4 |
| Fragmentador | 8 | 5 | 9 |
| Raspador | 6 | 3 | 5 |
| SI | 2 | 3 | 2 |

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo demuestran que la familia Chironomidae es la más representativa en el experimento, se encuentra desde los primeros días de muestreo y no muestra diferencias significativas en la preferencia de sustrato; este dato es corroborado por diferentes autores que han trabajado con paquetes de hojarasca, los cuales también encontraron una alta dominancia de esta familia en los sustratos empleados en sus investigaciones (MATHURIAU & CHAUVET, 2002; CARVALHO & UIEDA, 2004; NESSIMIAN & HENRIQUES-OLIVEIRA, 2005; CALLISTO *et al.*, 2007; CARVALHO *et al.*, 2008; TORRES & RAMÍREZ, 2014).

En este estudio no se encontraron diferencias significativas con respecto a la riqueza y abundancia de macroinvertebrados en los tres sustratos (nativo, introducido y mixto). Resultados similares fueron encontrados por MATHURIAU & CHAUVET (2002) en Colombia, SCHÜLER (2010) en Brasil y BRAATNE *et al.* (2007) en Estados Unidos, donde tampoco se encontró relación entre los macroinvertebrados acuáticos y un sustrato en particular. La mayor abundancia de macroinvertebrados se encontró en la mitad del experimento (30 días), momento cuando la hojarasca ya ha sufrido procesos de fragmentación y se encuentra como materia orgánica particulada fina, la

cual es alimento para organismos recolectores como Chironomidae, quienes fueron los más abundantes en esta etapa de colonización.

La preferencia de los macroinvertebrados por *Miconia* sp. en la estación uno, probablemente se da por la dominancia de esta especie de árbol en la zona, lo que hace que siempre esté disponible para los invertebrados y por lo tanto estén altamente adaptados al recurso. Adicionalmente, el bosque de ribera presente en esta estación puede generar un aumento en el aporte de hojarasca que es la principal fuente de energía de los ecosistemas lóticos y además brinda una mayor disponibilidad de recursos para los macroinvertebrados (WINTERBOURN & TOWNSEND, 1991; OSBORNE & KOVACIC, 1993).

Las medidas de ^{13}C y ^{15}N y la riqueza y abundancia de macroinvertebrados en el experimento, evidencian que el proceso de colonización es similar entre estaciones, posiblemente las diferencias estén representadas en los géneros y morfotipos presentes en cada una y que efectúan el proceso de colonización. La estación 1 presenta el mayor número de géneros o morfotipos exclusivos (12 taxa), entre los que se encuentran *Helicopsyche*, *Macronema* y *Metrichia*, seguida por las estaciones 2 y 3 con 7 y 2 géneros o morfotipos exclusivos, respectivamente; esos resultados son similares a lo encontrado por MEZA *et al.* (2012) al evaluar la comunidad de macroinvertebrados en las mismas estaciones. Además, otros trabajos realizados por LACÁN *et al.* (2010) y EYES-ESCALANTE *et al.* (2012) tampoco han encontrado diferencias entre sustratos nativos e introducidos, ni entre sitios con plantaciones y sin estas, empleando especies introducidas del género *Eucalyptus* comparadas con especies nativas en ríos de California (Estados Unidos) y Santa Marta (Colombia).

La dominancia de los recolectores en todas las estaciones evaluadas y sustratos utilizados, puede ser corroborada por autores como DANGLES *et al.* (2001), MATHURIAU & CHAUVET (2002), RIVERA & SEGNINI (2004), RIVERA *et al.* (2009), MORETTI *et al.* (2005). Probablemente esto se deba a que en los sistemas tropicales la presencia de hojarasca contribuye al aumento de la disponibilidad de sustrato, aportando materia orgánica particulada que se convierte en la fuente de alimento de mayor disponibilidad (CHARÁ-SERNA *et al.*, 2010). La baja representación de los fragmentadores ha sido documentada por otros autores en el trópico (RUEDA-DELGADO *et al.*, 2006; WANTZEN & WAGNER, 2006); sin embargo, la importancia ecológica de este grupo no se refleja en la abundancia de estos sino en la biomasa que aportan (RODRÍGUEZ-BARRIOS *et al.*, 2011; CHARÁ-SERNA *et al.*, 2012).

Los grupos funcionales en el tiempo y en los sustratos empleados no presentaron variaciones, posiblemente se deba a que en todos los días del experimento el recurso alimenticio no fue una limitante y el tipo de hoja no restringió la presencia de algún

grupo funcional, lo que coincide con lo encontrado en Brasil por RIBAS (2005). Por lo tanto, en el presente trabajo el tipo de hoja (nativa e introducida) no evidenció un efecto sobre la colonización de macroinvertebrados en las quebradas estudiadas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios que permitan comprender la relación entre la presencia de los macroinvertebrados en la hojarasca nativa o exótica y su función como alimento o refugio, lo que puede proveer información relevante a cerca de la importancia del recurso alóctono para los macroinvertebrados acuáticos.

AGRADECIMIENTOS

A la doctora Beatriz Toro, Jeymmy Walteros, Héctor Chica, doctor Tito Bacca, María del Carmen Zúñiga, Orlando Caicedo, Néstor Fabio Alzate, Marco Tulio Jaramillo, Bedir Martínez, Luis Eduardo Robledo, José Luis Benavides, Camilo Andrés Llano, Patricia Jiménez, Ximena Villada, Mauricio Escobar, Juan Pablo Jaramillo, Mario López y Don Jairo por su colaboración en el proyecto. A la Universidad de Caldas por la infraestructura concedida para la realización del trabajo.

REFERENCIAS

- ALBA-TERCEDOR, J., 1996. - *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Libro de resúmenes del IV Simposio el agua en Andalucía (Siaga), Almería, 2: 202-213.
- BRAATNE, J.H., SULLIVAN, S.M.P. & CHAMBERLAIN, E., 2007.- Leaf Decomposition and Stream Macroinvertebrate Colonisation of Japanese Knotweed, an Invasive Plant Species. *Int Rev Hydrobiol.*, 92 (6): 656-665.
- CALLISTO, M., GONÇALVES, J.F. & GRAÇA, M.A.S., 2007.- Leaf litter as a possible food source for chironomids (Diptera) in Brazilian and Portuguese headwater streams. *Rev. bras. zool.*, 24 (2): 442-448.
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S., 2004.- Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Rev. bras. zool.*, 21 (2): 287-293.
- CARVALHO, E.M., UIEDA, V.S. & MOTTA, R.L., 2008.- Colonization of rocky and leaf pack substrates by benthic macroinvertebrates in a stream in Southeast Brazil. *Bioikos*, 22 (1): 37-44.
- CHARÁ-SERNA, A.M., CHARÁ, J., ZÚÑIGA, M. D.C., PEARSON, R.G., & BOYERO, L., 2012.- Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *Ann Limnol Int J Lim.*, 48 (2): 139-144. doi: 10.1051/limn/2012013
- CHARÁ-SERNA, A.M., CHARÁ, J.D., ZÚÑIGA, M.C., PEDRAZA, G.X. & GIRALDO, L.P., 2010.- Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Univ. Sci.*, 15 (1): 27-36.
- CHAO, A., GOTELLI, N.J., HSIEH, T. C., SANDER, E.L., MA, K.H., COLWELL R.K. & ELLISON, A.M., 2014.- Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.*, 84 (1): 45-67.
- CUMMINS, K.W., MERRIT, R.W. & ANDRADE, P., 2005.- The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in southeast Brazil. *Stud Neotrop Fauna Environ.*, 40 (1): 71 - 90.
- DANGLES, O., GUEROLD, F. & USSEGLIO-POLATERA, P., 2001.- Role of transported particulate organic matter in the macroinvertebrate colonization of litter bags in streams. *Freshwater Biol.*, 46: 575-586.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNÁNDEZ, H.R., 2009.- *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán.
- EYES-ESCALANTE, M., RODRÍGUEZ-BARRIOS, J. & GUTIÉRREZ-MORENO L.C., 2012.- Descomposición de la hojarasca y su relación con los macroinvertebrados acuáticos del río Gaira (Santa Marta Colombia). *Acta biol. Colomb.*, 17: 77 - 92.
- GILLER, P.S. & MALMQVIST, B., 1998. - *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press. Oxford, UK.
- GUEVARA-CARDONA, G., JARA, C., MERCADO, M. & ELLIOTT, S., 2006.- Comparación del macrozoobentos presente en arroyos con diferente tipo de vegetación ribereña en la Reserva Costera Valdiviana, Sur de Chile. *ACL - Limnos* 1: 98-105.
- GRAÇA, M.A.S., CRESSA, C., GESSNER, M.O., FEIO, M. J., CALLIES, K. A., & BARRIOS, C., 2001.- Food quality, feeding preferences, survival and growth of shredders from temperate and tropical streams. *Freshwater Biol.*, 46: 947-957.
- JOST, L., 2006.- Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-374.

- LACÁN, I., RESH, V.H. & MCBRIDE, J.R., 2010. - Similar breakdown rates and benthic macroinvertebrate assemblages on native and *Eucalyptus globulus* leaf litter in Californian streams. *Freshwater Biol.*, 55: 739–752.
- MACHADO, T.A. & RINCÓN, J., 1989. - *Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología. Medellín.
- MARQUES, M.G.S.M., FERREIRA, R.L. & BARBOSA, F.A.R., 1999.- A comunidade de Macroinvertebrados aquáticos e características Limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Rev. bras. biol.*, 59 (2): 203-210.
- MATHURIAU, C. & CHAUVET, E., 2002.- Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. *JNAM Benthol Soc.*, 21 (3): 384–396.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W., 1996.- *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3 ed. Kendall /Hunt Publishing. Iowa.
- MEZA-S, A.M., RUBIO-M, J., G-DIAS, L., & WALTEROS, J.M. 2012.- Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia*. 34(2): 443–456.
- MORENO, C.E., 2001. - *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza.
- MORETTI, M.S., GONÇALVES, J.F. & CALLISTO, M., 2005.- Invertebrados asociados a detritos foliares em decomposição em um córrego tropical de altitude. In: Moretti M.S. (eds.), *Decomposição de detritos foliares e sua colonização por invertebrados aquáticos em dois córregos na Cadeia do Espinhaço* (MG). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 32-50 p.
- NESSIMIAN, J.L., 1993.- Estructura, composición e dinámica da fauna invertebrada bentónica de um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro.
- NESSIMIAN, J.L. & HENRIQUES-OLIVEIRA, A.L., 2005.- Colonização do "litter" de *Eleocharis sellowiana* Kunth. (Cyperaceae) por larvas de Chironomidae (Diptera) em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. *Entomol. Vectores*, 12 (2): 159-172.
- OSBORNE, L & KOVACIC, D., 1993.- Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. *Freshwater Biol.*, 29 (2): 243-258.
- PRAT, N., ACOSTA, R., VILLAMARÍN, C. & RIERADEVALL, M., 2009.- *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú*. Clave para la determinación de los géneros. Universidad de Barcelona. Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología. Barcelona.
- RAMÍREZ, A., & GUTIÉRREZ-FONSECA, P.E., 2014.- Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 155–167.
- RIBAS, A.C., 2005.- Sucessão de macroinvertebrados ao longo da decomposição da serapilheira em uma nascente de região tropical. Tese de doutorado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- RIBEIRO, L.O. & UIEDA, V.S., 2005.- Estructura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Rev. bras. zool.*, 22 (3): 613-618.
- RIVERA, R.A. & SEGNINI, S.E., 2004.- Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los Andes venezolanos. Universidad de Los Andes. OAI Repositorio Institucional Referencial de Tesis y Trabajos (Sistema LIBRUM), SERBIULA. Mérida.
- RIVERA, C.A., ZAPATA, A.M., PÉREZ, D., MORALES, Y., OVALLE, H. & ÁLVAREZ, J.P., 2009.- Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquia, Colombia). *ABC*, 15 (1). Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9575/14645>
- RODRÍGUEZ-BARRIOS, J., OSPINA-TORRES, R., GUTIÉRREZ, J., & OVALLE, E., 2007.- Densidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos derivantes en una quebrada tropical de montaña. Bogotá, Colombia. *Caldasia*, 29 (2): 397-412.
- ROLDÁN, G.A., 1996.- *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia. Fondo FEN Colombia. COLCIENCIAS. Medellín.
- ROLDÁN, G.A., 2003.- *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Universidad de Antioquia. Medellín.
- RUEDA-DELGADO, G., WANTZEN, K.W., & TOLOSA, M.B., 2006.- Leaf-Litter decomposition in an Amazonian floodplain stream: effects of seasonal hydrological changes. *J North Am Benthol Soc.*, 25: 233–249.
- SCHÜLER, C., 2010.- Quebra foliar e colização de macroinvertebrados em riachos do bioma Pampa. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós- Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- SPANGLER, P.J. & FRAGOSO, S.S., 1992.- *The aquatic beetle subfamily Laraine (Coleoptera: Elmidae) in México, Central America and the West Indies*. Smithsonian Contributions to Zoology. Washington, D.C.
- TOMANOVA, S., GOITIA, E. & HELEŠIĆ, J., 2006.- Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556: 251-264.
- TORRES, P.J., RAMÍREZ, A., 2014.- Land use effects on leaf litter breakdown in low-order streams draining a rapidly developing tropical watershed in Puerto Rico. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 129-142.
- WANTZEN, K.M., & WAGNER, R., 2006.- Detritus processing by invertebrate shredders: a neotropical-temperate comparison. *J North Am Benthol Soc.*, 25: 216–232.
- WINTERBOURN, M. & TOWNSEND, C., 1991.- Streams and rivers: One way flow systems. In: Barnes, R; Mann, K. eds. *Fundamentals of aquatic ecology*. Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications.

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DEL BOSQUE SECO SUBTROPICAL DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA, LA GUAJIRA, COLOMBIA

Reynaldo Arteta B.¹ Lenix Lazaro Molina²

Resumen

En marzo de 2013, se realizó un estudio socio ambiental en la cuenca del río Ranchería, en La Guajira, Colombia, con el objeto de obtener información para el diseño de un Área Natural Protegida. Se realizaron muestreos de flora y fauna, análisis físico y cartográficos en un polígono de 32 mil hectáreas de bosque seco subtropical y se evaluaron las condiciones socio-económicas y el uso de bienes y servicios de 98 comunidades en el área. Se determinó la presencia de 14 especies incluidas dentro de las categorías de amenaza de la UICN. Se encontró que las 98 comunidades de la etnia Wayuu se encuentran bajo la línea de pobreza y que su sustento depende básicamente del pastoreo y el subempleo en los centros urbanos cercanos. El área ofrece las condiciones y los valores para adelantar un proceso de declaratoria de un área natural protegida.

Palabras clave: Bosque seco, área natural protegida, La Guajira, diagnóstico, socio ambiental.

SOCIO-ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE SUBTROPICAL DRY FOREST OF THE RANCHERIA RIVER BASIN, LA GUAJIRA, COLOMBIA

Abstract

A socio-environmental study of the Rancheria River Basin, in the department of La Guajira, Colombia was conducted during the month of March 2013 in order to gather relevant information for the design of a Natural Protected Area. Flora and fauna samplings, and physical and cartographic analyses were performed in an area of about 32 hectares of subtropical dry forest, and the socio-economic conditions and the use of goods and services of 98 communities living in the area were evaluated. The presence of 14 species included within the threatening categories of IUCN was determined. It was found that the 98 of the Wayuu ethnic communities visited, are below the poverty line and their livelihood depends basically on grazing and underemployment in urban centers nearby. The area offers the conditions and values to advance in a process to declare it as protected natural area.

Key words: Dry forest, protected natural area, La Guajira, diagnosis, socio-environmental.

¹ Investigador Fundación Biot. Riohacha. La Guajira. Autor para correspondencia e-mail: reynaldoarteta@yahoo.com

² Investigador Fundación Biot, Riohacha, Guajira

CÓMO CITAR:

Arteta, R. & Lazaro L., 2016.- Diagnóstico socioambiental del bosque seco subtropical de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (2): 57-81.
DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.5



INTRODUCCIÓN

El establecimiento de áreas protegidas es la estrategia más efectiva utilizada hoy para la conservación de la biodiversidad en nuestro país; es por esto que la valoración o diagnóstico de sitios priorizados es un insumo fundamental para iniciar declaratorias de áreas protegidas. La realización de un diagnóstico socioambiental se hace con el fin de identificar la problemática actual del medio ambiente y posibles soluciones, a través del análisis de la percepción social y las amenazas ambientales, lo cual nos permite conocer el estado actual de los espacios naturales, la biodiversidad, los posibles objetos de conservación y el uso o abuso que las comunidades hacen de los bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por las áreas priorizadas.

Se ha podido observar cómo los espacios naturales están inmersos en procesos de cambio y reestructuración global, que han provocado el deterioro de las redes sociales y económicas y la intensificación de la degradación ambiental (MÁRQUEZ, 2006). Tal es el caso de la imposición de megaproyectos y supuestas 'locomotoras' de cambio con el esquema "de arriba hacia abajo", es decir, iniciativas empresariales aceptadas por autoridades que no consideran la opinión de la población. Ejemplo de ello es la construcción de complejos turísticos y urbanos, de represas y de extracción de minerales, que han generado la fragmentación y deterioro de ecosistemas, el desplazamiento de flora y fauna, la relocalización de comunidades, el rezago social, desempleo y la insatisfacción de las necesidades básicas de los pobladores (SÁNCHEZ VÁZQUEZ, 2000; AGUIRRE, 2002; SALAS, 2004; MARICHAL, 2005; JEREZ, 2006; ROJAS, 2006; ESCOBAR, 2008, citados en ORTEGA et al., 2012).

Debemos tener en cuenta que la biodiversidad es un criterio comúnmente utilizado para la selección de reservas, y reservas potenciales pueden ser evaluadas por múltiples niveles de diversidad biológica y diversidad comunitaria (NOSS, 1990, citado en CHASE et al., 2000). Estas evaluaciones serían simplificadas si los investigadores identificaran de una manera relativamente fácil medidas indicadoras de la biodiversidad. Una aproximación comúnmente utilizada es la de especies indicadoras definidas como "un organismo cuyas características, tales como presencia o ausencia, densidad poblacional, dispersión, éxito reproductivo, son usadas como un índice de atributos también difíciles, inconvenientes, o costosos de medir". Algunas experiencias internacionales plantean las bondades y problemáticas para la implementación de esta metodología para la caracterización de la biodiversidad y su utilización como criterio para la definición y diseño de áreas protegidas (CASTAÑO, 2006).

En Colombia, el Bosque seco Sub Tropical es una formación vegetal que cubre en el Caribe colombiano unas 260.000 ha, repartidas en tres áreas: una franja que

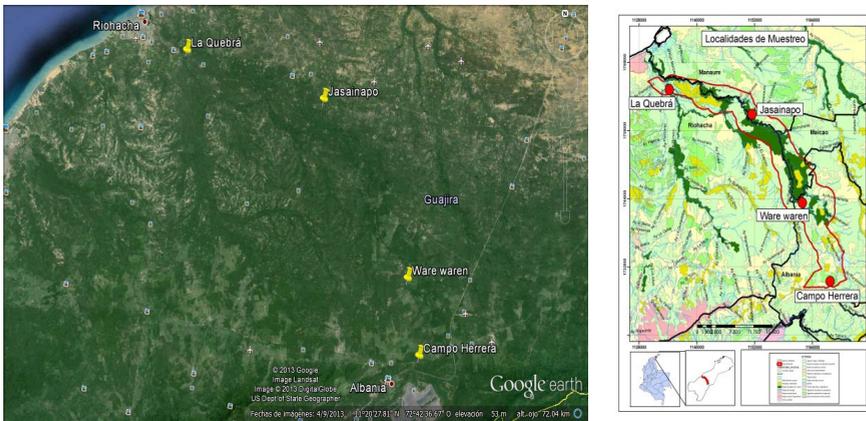
atraviesa la Baja y Media Guajira (220.000 ha), las partes elevadas de la Serranías de la Alta Guajira (27.500 ha) y otra franja delgada en los alrededores de Santa Marta (Magdalena) (13.500 ha), reemplazando al monte espinoso en áreas en las cuales tanto la temperatura ambiental (cerca a los 30 grados) como la precipitación promedio (500 a 1000 mm anuales), son superiores a los que se dan en la zona de monte espinoso. La evapotranspiración sigue siendo elevada, lo cual limita las actividades agropecuarias (HAHN, 1992). El uso descontrolado de los bienes y servicios ecosistémicos que aportan los bosques secos de La Guajira, ha iniciado una acelerada espiral viciosa de pérdida de identidad: la carencia de respeto por la naturaleza conduce a su explotación irresponsable, y esta a su vez a la despreocupación y al distanciamiento del medio natural (HAHN, 1992). Este tipo de ecosistema alberga gran cantidad de flora y fauna de gran importancia para las comunidades que subsisten en todo el territorio guajiro, mucho más si se encuentra en las cercanías de la fuente hídrica más importante de la región, como lo es el río Ranchería.

En las últimas décadas los criterios para determinar las áreas que deben ser protegidas han evolucionado y avanzado de la mano de la biología de la conservación y de herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica. La calidad y belleza de los paisajes ya no son los únicos criterios para la selección de un área; también se han incorporado la representatividad y la complementariedad que una reserva ofrece para la protección de la biodiversidad. Por último, entre las problemáticas que enfrenta la conservación de dichas áreas se incluye no sólo la presión que ejerce el hombre en el interior de las reservas sino en las áreas conexas. En el caso particular de Colombia, el conflicto armado, el narcotráfico y la pobreza juegan un papel importante en el deterioro y pérdida de la diversidad dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país (CASTAÑO, 2006). Este enfoque sobre las especies ha conducido al desarrollo de varios conceptos relacionados con la utilización de éstas dentro de los mecanismos de protección, conservación y restauración de áreas y hábitats, siendo común encontrar algunos conceptos como el de especies sombrilla, bandera, indicadoras y focales. Para una aproximación conceptual a estos términos ver CARO & O'DOHERTY (1998) o CASTAÑO (2006).

El presente estudio se enfoca en la valoración o diagnóstico social y ambiental de un sector de Bosque Seco subtropical en la cuenca del río Ranchería, departamento de La Guajira, con el objetivo de determinar las amenazas o presiones sobre al ecosistema, problemáticas sociales y usos que las comunidades hacen de los bienes y servicios que ofrece esta región. Con el presente análisis se podrían determinar posibles objetos de conservación y definir estrategias para elaborar planes de manejo que permitan la sostenibilidad de futuras áreas protegidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se delimitó un sector de la cuenca del río Ranchería mediante una franja de cerca de 60 Km de largo de cauce y un ancho de 2 km a ambos lados del río. El río Ranchería nace en el flanco Este de la Sierra Nevada de Santa Marta, en el páramo de Chirigua a una altitud de 3.875 msnm, y luego de un recorrido aproximado de 248 km desemboca al mar Caribe en inmediaciones de Riohacha (CORPOGUAJIRA et al., 2011). En el recorrido que hace desde su nacimiento hasta su desembocadura, pasa por los municipios de Riohacha, San Juan del Cesar, Distracción, Fonseca, Barrancas, Hatonuevo, Albania, Maicao y Manaure. La cuenca del río Ranchería, con una superficie de 4.070 Km² de extensión, está localizada en la parte media y baja de La Guajira, es decir, desde la cabecera sur oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, discurriendo por sus estribaciones hasta el corredor del Valle de Upar, bordeando las estribaciones de



Mapa 1. Localidades de muestreo y área de estudio.

la Sierra Nevada hasta bordear los Montes de Oca y de allí tomando rumbo norte hacia su desembocadura en el Caribe, concomitante con Riohacha (Mapa 1).

El área de estudio propuesta tiene una extensión aproximada de 32.000 hectáreas y se emplaza en jurisdicción de los municipios de Riohacha, Manaure, Maicao y Albania. Está conformada por 105 comunidades indígenas de la etnia Wayuu, que viven o son usuarios del río Ranchería. Noventa y ocho de estas pertenecen al resguardo de la Media y Alta Guajira, al resguardo 4 de Noviembre y seis corresponden a comunidades indígenas no reconocidas por el Ministerio del Interior; adicionalmente se encuentran 61 predios registrados por colonos (no indígenas). La cuenca baja del Ranchería se encuentra delimitada por los siguientes límites arcifinios: al **Occidente** y al **Oriente** por una línea imaginaria de 2 km de distancia desde el cauce del río y al **Sur** por

el puente de la vía nacional (ruta 88) que conduce de la localidad de Paradero al corregimiento de Cuestecitas y al **Norte** por la ruta 90 sobre la troncal del Caribe. Cubre así una superficie aproximada de 32.884 ha, de las cuales 39,23 % pertenece a Riohacha, 13,81 % a Manaure, 12,40 % a Maicao y 34,56 % a Albania, en un rango comprendido entre los 5 y 150 msnm, localizado sobre el costado norte de la Sierra Nevada de Santa Marta.

El muestreo se realizó durante el mes de marzo de 2013, en cuatro lugares diferentes, dos de ellos pertenecientes al municipio de Albania (Campo Herrera (11°10'53.48''N y 72°33'08.39''W) y Ware waren (11°15'49.7''N y 72°34'01.5''W), en el sur y centro del área de estudio, respectivamente. Otro sitio de muestreo se localizó en el sector de Jasainapo (11°27'14''N y 72°40'33.3''W) en la jurisdicción de Manaure. Por último, se adelantaron estudios complementarios en el sector de La Quebrá (11°30'21.09''N y 72°51'15.45''W.), en la jurisdicción de Riohacha en el extremo norte del área delimitada.

Metodología

Aspectos físicos

Se consultaron los estudios geológicos realizados por el Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los datos climáticos por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Se llevaron a cabo las siguientes actividades: consecución de material cartográfico, delimitación del área de estudio, análisis de fotografías aéreas y de satélite Landsat y fotointerpretación de paisajes. Se toma como guía la interpretación de fotografías aéreas con fines de levantamiento de suelos (IGAC, 2008); la categorización de la geoformas según el manual codificado de la subdirección de Agrología (IGAC, 2010); y en geomorfología, la obra de ZINCK (1987). También se consultó la obra "Estudio semidetallado de suelos y zonificación de tierras de la media y baja Guajira" del IGAC (2012). Con la presente documentación e información secundaria, se procede a la elaboración de tablas y actualización de cartografía, utilizando el software de información geográfica ArGis v10.

Aspectos bióticos

La caracterización biológica del área de estudio fue realizada a través del método de evaluación rápida de la biodiversidad, conocido como RAP por sus siglas en inglés (*Rapid Assessment Program*), herramienta que permite conocer la biodiversidad de áreas pobremente exploradas, o en las que por factores tales como disponibilidad de recursos o urgencia en la toma de medidas de conservación y manejo, se hace necesario

el conocimiento rápido de los componentes biológicos de las mismas. Los RAP en conjunto con los datos socioeconómicos y medioambientales relevantes, aportan recomendaciones realistas y prácticas en la toma de decisiones.

Para la realización de los inventarios de flora, se sigue la metodología propuesta por BOLFOR et al. (2000) y VILLAREAL et al. (2006). Para el inventario de aves se utiliza el método de transecto indicado por TELLERIA (1977). Y para el caso de herpetos y mamíferos se sigue la metodología de transecto lineal indicada en VILLAREAL et al. (2006) y TELLERIA (1977).

Se elabora el listado de especies y se organizan siguiendo la descripción taxonómica correspondiente; se identifican las especies que revisten algún grado de importancia o amenaza, consultando el sitio oficial de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), www.uicnredlist.org y los libros rojos de fauna y flora colombiana (CALDERÓN et al., 2002; AMAT et al., 2007; ARDILA et al., 2002, RUEDA et al., 2011 y RENGIFO et al., 2002). Finalmente se realiza consulta en el sitio de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES), www.cites.org.

Aspectos socioeconómicos

Durante la fase de campo se visitaron cerca de 98 comunidades pertenecientes a la etnia Wayuu y los predios pertenecientes a colonos no indígenas. Se realizó visita de socialización de las actividades y se aplicó una encuesta que permitió evaluar el uso de bienes y servicios ecosistémicos que las comunidades perciben del área de estudio. Para el diseño del instrumento de recolección de datos, se sigue la metodología propuesta por VILARDY et al. (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente físico

En este proceso se actualiza la cartografía existente y se delimita el área de estudio, la cual se propone para adelantar un proceso de declaratoria como Área Natural Protegida. La cartografía contiene los siguientes mapas: regiones bioclimáticas, índice de aridez, geología del área, hidrología general, títulos y solicitudes mineras, unidades geomorfológicas, mapa de suelos, amenazas naturales, zonas de vida y mapa de coberturas boscosas

Clima. De acuerdo con la información obtenida, podemos determinar que el área de estudio es extremadamente seca, ubicándose en la zona de vida “bosque seco subtropical” según la clasificación de HOLDRIDGE (1947), y corresponde a un clima

“Cálido muy seco” conforme a lo señalado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2005). De acuerdo con la clasificación climática mediante el uso del factor de lluvia de Lang, el área corresponde a un clima árido o semidesértico. Sin embargo, la parte sur del área de estudio se encuentra en una zona de Bosque seco tropical. Tomando como referencia los promedios mensuales multianuales, en el área se precipitan aproximadamente 546 mm en un año, lo que evidencia claramente la escasez de lluvias que caracteriza esta zona del país. En términos generales, la temperatura se mantiene constante a lo largo de todo el año, con una variación de 2,7°C entre el mes más frío y el más cálido. Los meses de menor temperatura son enero, febrero, marzo y abril con 27,38°C en promedio, y los más cálidos son junio, julio y agosto con 29,6°C.

Geología. El área de estudio está influenciada directamente por las fallas de Oca y Cerrejón, juegan un papel importante en el cambio de rumbo del cauce del río Ranchería en el extremo sur del área de estudio. *Falla de Oca:* La influencia de esta falla es marcada sobre el extremo sur del área de estudio, dado que su levantamiento provocó el cambio de rumbo del río Ranchería desde un sentido S-N a E-W y condiciona el desarrollo de las estructuras de la región. Es una falla de desplazamiento lateral derecho, carácter regional y longitud aproximada de 700 km, ya que penetra en Venezuela. Parece que su comportamiento vertical es pronunciado, lo que hace que el bloque norte este hundido contra el sur. *Falla de Cerrejón:* Falla de cabalgamiento de ángulo bajo (10 a 15°), cortada en el norte por la Falla de Oca. Presenta una traza sinuosa. Es continua en el borde oriental del valle del Ranchería, su influencia genera el paisaje de lomerío sobre el costado sur-oriental del área de estudio. Se considera que sobre ella, durante la orogenia andina en el Plioceno, la parte norte de Perijá fue levantada 4,5 km y cabalgada más de 16 km hacia el NW, lo que indica que jugó un papel importante en la orogenia del sector norte tanto de la Sierra de Bañaderos y la Serranía de Perijá.

Hidrogeología. En la zona de estudio se presentan acuíferos libres bajo dos características hidrogeológicas: el primero que se encuentra justo por debajo de los depósitos aluviales, es el acuífero continuo de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial, generalmente de buena calidad química. El otro corresponde a acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformado por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal, generalmente de regular calidad química.

Suelos. Se presenta únicamente el piso térmico cálido en clima muy seco en más del 90%, siendo el resto también del piso térmico cálido, pero con clima seco. Se localiza en los paisajes geomorfológicos de la planicie eólica, marina, lomerío, planicie fluvio-marina y valle. Se pudo determinar que el área de estudio tiene una extensión total

de treinta y dos mil setecientos noventa y nueve hectáreas (32.799,25), presentando dominancia el paisaje de valle con el 67,62% del área (22.179 ha), siguiendo en orden de importancia el paisaje de la planicie fluvio-marina con el 18,93% (6.207 ha), planicie eólica con el 7,7% (2.524,5 has), lomerío 1,62% (530,5 ha) y planicie marina 1,06% (346,2 ha).

Hidrología. El área de estudio se enmarca en una red hidrográfica amplia que forma parte de la cuenca del río Ranchería, este se surte de varios afluentes provenientes de la serranía del Perijá entre ellos los arroyos Tabaco, Cerrejón, la Ceiba, río Palomino, arroyo la Quebrada, entre otros; y de la Sierra Nevada de Santa Marta entre los que se encuentran río Maracaso, arroyo Mamón, arroyo Aguas Blancas. Por lo tanto, la disponibilidad de agua es un factor que incide directamente sobre la calidad de vida de los habitantes de la cuenca y se constituye en el curso hídrico de mayor importancia para La Guajira.

Componente biótico

Flora.

En las parcelas realizadas en el bosque seco tropical, se encontraron un total de 129 individuos agrupados en 37 especies distribuidas en un área de 0,15 hectáreas; que pertenecen a 38 géneros y 28 familias; Moraceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae fueron las familias de mayor diversidad, aportando cuatro (4), tres (3) y tres (3) especies respectivamente cada una, seguidas por la familias Sterculiaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae y Apocynaceae con dos (2) especies. La densidad dentro de las parcelas levantadas (1000 m²) fue de 64 individuos, es decir, que para una hectárea podríamos encontrar alrededor de 426 individuos, situación característica de ecosistemas degradados. Las familias más abundantes para la formación vegetal resultaron ser Mimosaceae y Zigophyllaceae, sin embargo no existe una clara abundancia de una especie dentro del ecosistema, que supere los 12 individuos.

El guayacán (*Bulnesia arborea*) fue la especie más abundante, representando el 17,18% de los árboles seguido por el Espino (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth) con el 14,06%; el restante 69% se distribuye en las 18 especies más.

Especies amenazadas (Tabla 1)

Los factores que inciden en la explotación y su consecuente pérdida de especies en esta zona tienen que ver con la ampliación de la frontera agropecuaria y la tala de bosques con fines comerciales, todas las especies reportadas presentan un alto valor comercial en el mercado maderero.

Tabla 1. Especies amenazadas (U.I.C.N.).

| Nombre científico | Nombre común | Clasificación | Referencia |
|--------------------------------|--------------|---------------|--|
| <i>Anacardium excelsum</i> | Caracolí | LC/NT | U.I.C.N |
| <i>Caesalpinia ebano</i> | Ébano | EN | Libro rojo de plantas superiores de Colombia |
| <i>Aspidosperma polineurum</i> | Carreto | VU | U.I.C.N |
| <i>Tabebuia ochraceae</i> | Puy | VU | U.I.C.N |
| <i>Bulnesia arboreae</i> | Guayacán | VU | U.I.C.N |
| <i>Ceiba pentandra</i> | Ceiba | LR/LC | U.I.C.N |
| <i>Bursera tomentosa</i> | Tatamaco | LR/LC | U.I.C.N |
| <i>Guarea guidonia</i> | Cedrillo | LR/NT | U.I.C.N |

Fuente UICN: Elaboración propia.

Así pues, con este panorama desalentador del ecosistema, puede existir la posibilidad de mitigar los peores efectos de la pérdida de la diversidad florística mediante la realización de acciones tendientes a conservar los hábitats de dichas especies a saber, el mantenimiento de zonas de protección *in situ*, estudios de propagación y fenología de estas especies encontradas y establecer monitoreos de existencia de individuos de estas mismas especies.

Aunque estadísticamente los niveles (con relación de la totalidad de especies encontradas) son bajos, no es porque se encuentren en un estado de conservación adecuado, ya que por el simple hecho de encontrarse en zonas de vida de bosque seco, hace que se encuentren en peligro de extinción inmediatamente; sin embargo, la falta de investigaciones en estos ambientes clasifica a la mayoría de las especies en un rango de datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE), categorías de la I.U.C.N. según las cuales la información es inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción sobre la base de la distribución o condición de la población.

Fauna.

Herpetofauna

Se registró un total de 79 especies de herpetos distribuidas en 57 de reptiles y 22 de anfibios, lo cual es una evidencia del buen estado de conservación particularmente del área de la cuenca baja del río Ranchería, dentro de la cual se cuenta con una vasta representación de la herpetofauna del bosque seco tropical.

Para la herpetofauna del Caribe colombiano, SÁNCHEZ (1995) reporta 101 especies de reptiles, excluyendo la porción de macizos y edificios montañosos de la Sierra Nevada

de Santa Marta, por tanto los reptiles registrados en el área de estudio representan el 57,42 % de las especies de reptiles reportadas para tierras bajas del norte de Colombia.

ACOSTA (2000) reporta 35 especies de anfibios para la costa Caribe; al realizar una comparación de las especies de anuros encontradas en este muestreo se estima que en el área de estudio se encuentran representadas el 65,7% de las especies de anfibios registradas en las tierras bajas del Caribe colombiano.

Una comparación con herpetofaunas de áreas cercanas al área de estudio nos da una idea más amplia de la importancia del mismo. Así por ejemplo, para el área correspondiente al Santuario de Vida Silvestre Los Besotes (Valledupar - Cesar) cuya superficie es de 3.555,8 ha, RODRÍGUEZ et al. (2008) registran la presencia de 44 especies (13 anfibios y 31 reptiles) y BLANCO (2010) reporta para predios de Cerrejón Ltda. (60.000 ha), 41 especies las cuales se registraron durante monitoreos efectuados entre 2009 y 2010. Si se tiene en cuenta que estos sitios corresponden a áreas conservadas y que este número de especies es obtenido después de muestreos intensivos de larga duración, y con un mayor equipo humano; se corrobora una vez más la importancia que presenta el río Ranchería como refugio de herpetofauna, a pesar de ser un sector intervenido por actividad humana y de poca extensión de bosque primario.

Anfibios y reptiles considerados en los listados CITES

Al revisar los listados de la Convención Internacional para el Comercio de Especies de Flora y Fauna Amenazadas de Extinción (CITES, 2010), se logró precisar que en el Apéndice II se encuentran ocho especies de reptiles incluidos en este estudio: el morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) y la hicotea (*Trachemys scripta*), los dos saurios de mayor talla corporal en el neotrópico; *Iguana iguana* y *Tupinambis teguixin*; las serpientes de la familia Boidae (*Boa constrictor*, *Corallus ruschembergi*), la serpiente cazadora (*Clelia clelia*) y la babilla (*Caiman crocodilus*).

Estado de conservación de las especies

Dentro de los anfibios y reptiles registrados en el área de estudio, ninguno figura incluido dentro de los listados de especies amenazadas de la UICN, pero es necesario advertir que para la mayoría de ellos no se cuenta con información suficiente sobre su estatus de conservación, por lo cual no puede aseverarse con el suficiente fundamento el estado real de su nivel de amenaza. Adicionalmente, es importante resaltar que el morrocoyo (*Geochelone carbonaria*) presente en la zona sur del área de estudio, es una especie que es catalogada como amenazada de extinción nacional y local.

Aves

Un total de 114 especies fueron identificadas en el área de estudio, distribuidas en 41 familias y 19 órdenes, esto representa el 6,1% de las 1898 especies de aves registradas para Colombia (SALAMAN et al., 2008). El orden de los Passeriformes fue el más representativo (48%) del total de los registros, siendo Tyrannidae la familia con mayor número de especies; esta familia se caracteriza por ser principalmente insectívoros y capturan su alimento mediante vuelos cortos en el aire o en el follaje. La gran representatividad de este orden se debe posiblemente a que es el más diverso en el neotrópico y ocupa gran variedad de hábitats debido a su gran diversidad de hábitos alimenticios, además que la mayoría de sus especies son residente permanentes en Colombia (SALAMAN et al., 2008).

El 92% de las especies registradas (106 especies) son residentes, reproduciéndose y llevando a cabo sus ciclos de vida en territorio nacional, mientras 9 del total de las especies registradas (8%) son migratorias. Dos de estas especies migratorias pertenecen a la familia Parulidae, familia que cuenta con el mayor número de especies migratorias en Colombia: La “reinita amarilla” (*Dendroica petechia*) y la “reinita cabecidorada” (*Protonotaria citrea*). Las otras 7 especies migratorias son: *Tyrannus savana* y *Tyrannus dominicensis*, pertenecientes a la familia Tyrannidae, la “garza azul” *Egretta caerulea* (Ardeidae), la ‘guala’ *Cathartes burrobianus* (Cathartidae), el “águila pescadora” *Pandion haliaetus* (Pandionidae), el “andarríos solitario” *Tringa solitaria* (Scolopacidae) y el “degollado” *Pheucticus ludovicianus* (Cardinalidae). El fenómeno de la migración de las aves ocurre para aprovechar la abundancia de recursos según la estación del año y evitar las épocas o los lugares en que el alimento y otros recursos escasean, en el periodo de invierno en los países del norte. Por esta razón se ha reconocido la importancia de la conservación de los bosques de Colombia, ya que aproximadamente una cuarta parte de las aves de Norte América dependen del buen estado de los bosques en Colombia, que son usados para residir durante el invierno o como corredores biológicos.

Entre las especies detectadas en el área de estudio, 23 especies están reportadas en el apéndice II de CITES (Tabla 2). Por otro lado, la guacamaya verde (*Ara militaris*), se encuentra amenazada en la categoría vulnerable (VU), sin embargo, se debe considerar al cardenal guajiro (*Cardinalis phoeniceus*) como una especie de gran importancia, a pesar de que no se dispone de datos suficientes, pues ésta presenta la más grave amenaza debido a la cacería ilegal y comercio ilegal por parte de los pobladores; además, es el ave emblemática del departamento de La Guajira.

Tabla 2. Especies identificadas en el estudio que aparecen en CITES.

| ESPECIE | CITES |
|----------------------------------|-------|
| <i>Eudocimus ruber</i> | II |
| <i>Pandion haliaetus</i> | II |
| <i>Busarellus nigricollis</i> | II |
| <i>Geranospiza caerulescens</i> | II |
| <i>Cryptoleucopteryx plumbea</i> | II |
| <i>Buteogallus meridionalis</i> | II |
| <i>Buteogallus urubitinga</i> | II |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | II |
| <i>Buteo nitidus</i> | II |
| <i>Glaucidium brasilianum</i> | II |
| <i>Chlorostilbon gibsoni</i> | II |
| <i>Amazilia tzacatl</i> | II |
| <i>Herpetotheres cachinnans</i> | II |
| <i>Caracara cheriway</i> | II |
| <i>Milvago chimachima</i> | II |
| <i>Falco sparverius</i> | II |
| <i>Ara militaris</i> | I |
| <i>Aratinga acuticaudata</i> | II |
| <i>Aratinga pertinax</i> | II |
| <i>Forpus passerinus</i> | II |
| <i>Brotogeris jugularis</i> | II |
| <i>Pionus menstruus</i> | II |
| <i>Amazona ochrocephala</i> | II |

Fuente: Elaboración propia.

Mamíferos

Se encontraron indicios (avistamientos, huellas, heces, restos y madrigueras), y se obtuvo información secundaria de 25 especies de mamíferos pertenecientes a 18 familias y 25 géneros. Para toda el área de estudio la localidad con mayor riqueza fue la correspondiente al sector de Ware warden, donde a través de las diferentes técnicas de muestreo se encontraron representantes de las 25 especies documentadas; la localidad de Jasainapo aportó un total de 19 especies, mientras que la localidad conocida como Campo Herrera tuvo los valores más bajos de riqueza, donde se evidenció la presencia de 18 especies.

Especies consideradas bajo amenaza de extinción

En la revisión más reciente (RODRÍGUEZ et al., 2006), se considera que 74 especies de mamíferos (16,5% del total nacional) se encuentran amenazadas. En Colombia, los órdenes con mayor número de *taxa* considerados bajo amenaza son primates, cetáceos y carnívoros. Según esos mismos autores, en jurisdicción de Corpoguajira se encuentran al menos 11 de estas especies amenazadas. En el área de estudio es posible la presencia de dos mamíferos considerados como vulnerables en el ámbito nacional, y dos en los niveles menores (NT) (Tabla 3).

Tabla 3. Mamíferos potencialmente presentes y considerados bajo amenaza de extinción.

| Especies | Nombre común | Categoría de amenaza | | CITES 2008 |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|------------|
| | | Nacional 2006 | Global UICN 2008 | |
| <i>Myrmecophaga tridactyla</i> | Oso hormiguero | Vulnerable (VU) | VU A2c | II |
| <i>Lontra longicaudis</i> | Perrito de agua | Vulnerable (VU) | DD | I |
| <i>Leopardus pardalis</i> | Tigrillo | Casi amenazado (NT) | LC | I |
| <i>Cabassous centralis</i> | Coiletrapo | Casi amenazado (NT) | DD | III |
| <i>Felis yagouarundi</i> | Oncita | Preocupación menor | DD | II |

Categorías: Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT), LC Preocupación menor, DD Sin calificar por datos deficientes.

Fuente: Elaboración propia.

La continuada deforestación a un ritmo acelerado con la consecuente alteración y pérdida de hábitats para la fauna silvestre, actividades de cacería y el manejo inadecuado de los relictos de vegetación nativa son entre otros factores, los que inciden directamente en la viabilidad de la fauna local. Como resultado de procesos históricos, naturales y antrópicos, este grupo de especies exhiben bajas densidades poblacionales y la pérdida de un individuo puede poner en peligro incluso la estabilidad de los remanentes poblacionales locales.

Componente socioeconómico

Educación. En el área de estudio se encuentran ubicadas 7 sedes o escuelas etno-educativas satélites, resaltando la presencia de los internados de Aremasahin y Cuatro de Noviembre, el primero localizado en la porción correspondiente al resguardo indígena de la media y Alta Guajira en la jurisdicción del municipio de Manaure y el segundo, localizado en el resguardo indígena Cuatro de Noviembre, en la jurisdicción del municipio de Albania. En el área de estudio también se encuentran las escuelas etno-educativas de Ware warden, Lumaka, Yaguaca, Cucurumana y La Gloria.

La principal causa de deserción escolar tiene que ver con la carencia de recursos económicos de los padres de familia para adquirir los útiles escolares, ropa y zapatos para que los niños asistan a clases, así como para suministrarles una adecuada alimentación. En algunos casos, esta última situación ha mejorado con los programas de desayunos escolares, contribuyendo a elevar considerablemente la asistencia. Otro factor de deserción son los embarazos de las niñas a muy temprana edad y el deterioro de las condiciones económicas que obligan a muchos jóvenes a retirarse para dedicarse a trabajar, en la mayoría de los casos al comercio informal, mototaxismo y comercio ilegal de fauna silvestre.

Salud. En la zona de estudio no se ha identificado un centro de atención en salud. La única asistencia en salud que se adelanta en la zona, es la que se suministra en el marco de las muy esporádicas brigadas de salud (una o dos veces al año), a través de las unidades móviles del Hospital Armando López Pavón (Manauere), el Hospital San José de Maicao o el Hospital Nuestra Señora de los Remedios de Riohacha, durante las cuales se asiste a la población en aspectos de salud oral, medicina general, citología, desparasitación, y nutrición.

Vivienda. En la zona predomina la típica vivienda Wayuu, que corresponde a un rancho de estructura rectangular, con paredes en bahareque recubiertas con barro o arcilla, y techo de yotojoro (obtenido del corazón de los cactus – *Stenocereus griseus*) amarrado sobre una estructura de madera, o también cubiertas de palma o enea. Diferentes viviendas están construidas con madera, cartón, plástico, y pocas están construidas en material de bloque, zinc y cemento. Algunas veces utilizan también las cajas de embalaje de las mercancías y otros artículos.

Servicios públicos. *Energía eléctrica:* En general solo cuentan con este servicio los centros poblados más grandes o representativos; sin embargo, algunas rancherías suplen esta necesidad por medio de plantas eléctricas propias como en el caso de la comunidad de Ulapa.

Gas domiciliario: Las comunidades asentadas en el área de estudio no cuentan con el servicio de gas natural; para la preparación o cocción de alimentos utilizan leña, carbón y cilindros de gas propano, este último en las comunidades de Aremasahin y La Gloria.

Acueducto: El suministro de agua es quizás la mayor dificultad que enfrentan diariamente las comunidades en el área del proyecto. En la actualidad los nativos y colonos se surten de las aguas lluvias en época invernal y en la temporada de verano se abastecen del agua suministrada en carros tanques por algunas entidades del Estado como la Secretaría de Salud, Comfaguajira, Corpoguajira y la Fundación Cerrejón Agua. El agua suministrada por estas entidades es almacenada en albercas que se encuentran ubicadas estratégicamente en las distintas comunidades. Es frecuente

encontrar en las rancherías un sistema de captación de agua del tipo pozo profundo artesiano, un tanque elevado, un sistema de filtros y una red de conducción para el suministro de agua; sin embargo, se encontró un sistema de micro-acueducto con micro-filtración y desinfección en la comunidad de La Cruz.

Alcantarillado: Parte de las comunidades asentadas en el área de estudio cuenta con sistemas de letrinas alternativo (tazas campesinas) para el tratamiento de las excretas. La gran mayoría de la población realiza sus necesidades fisiológicas a cielo abierto, lo que a su vez puede influir en la propagación de algunas enfermedades infectocontagiosas. No existe sistema de alcantarillado en ninguna de las rancherías ubicadas dentro del área de estudio, los intentos por dar un manejo apropiado a las excretas humanas se centran en la construcción de sistemas sanitarios individuales que constan de una caseta en cemento y una poza séptica.

Economía. Las principales actividades económicas en el área de estudio son la cría de ganado caprino y vacuno, y en segundo plano la agricultura, pero esta última solo es practicada de manera regular y aprovechando las temporadas de lluvia, donde se siembra patilla, melón, ahuyama, frijol guajiro y maíz, con fines de autoconsumo y algo para compartir e intercambiar con otros miembros de la comunidad. La mayoría de los jóvenes obtiene recursos económicos empleándose en centros urbanos y en la ciudad de Maracaibo (Venezuela), en actividades de mototaxismo, celaduría, mano de obra en construcción, entre otros.

Por último, se aplicó una encuesta (Anexo 1) a las comunidades que fueron visitadas (cerca de 98) y los resultados fueron tabulados y graficados. A continuación los resultados y su análisis:

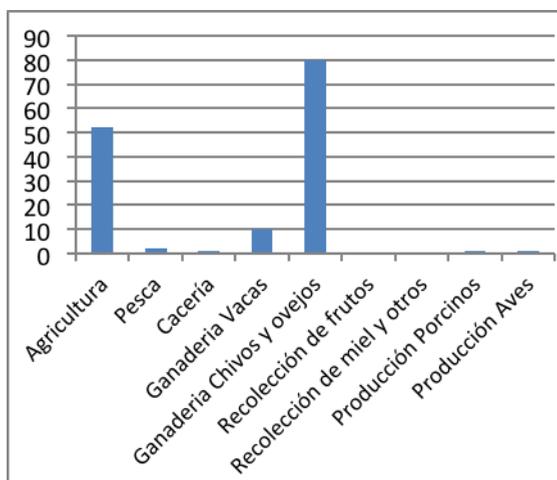


Gráfico 1. Alimentos

Podemos observar en la grafica, que las comunidades usan, en la categoría de alimentos, el área de estudio para labores de agricultura, pesca, cacería, ganadería, recolección de frutos, miel, producción de porcinos y aves.

En general, el área es usada mayoritariamente para la ganadería de chivos y ovejos, seguida por la agricultura y la ganadería de vacunos. En muy baja proporción se dedican a la caza, la pesca y la recolección de productos alimenticios dentro del área.

Culturalmente, los indígenas de la etnia Wayuu se dedican al pastoreo como actividad básica de subsistencia y como parte del establecimiento de las jerarquías sociales. Es por esto en general, el uso que hacen del área es para el establecimiento de rebaños de chivos u ovejos, que en algunos casos superan los mil animales. La agricultura, por otro lado, es una actividad que realizan en los breves periodos de lluvias, en los cuales también se dedican, en menor grado, a recolectar algunos frutos silvestres y miel.

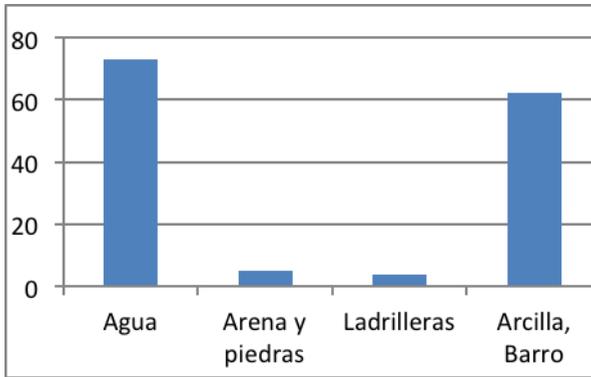


Gráfico 2. Materiales

El área de estudio es usada en algunos lugares para la obtención de materiales que las comunidades usan, ya sea como una actividad comercial o para el uso de la misma comunidad. Las comunidades analizadas se encuentran a menos de 2 k. De la margen del río Ranchería, por tanto su dependencia del agua, es evidente, como se muestra en el gráfico.

Le sigue en orden de importancia la obtención de arcilla, la cual es elemento principal en la construcción de sus rancherías. Finalmente se obtiene arena y piedras de las orillas del río, ya sea como actividad comercial y establecimiento de ladrilleras por parte de colonos, o para uso en la construcción de viviendas.

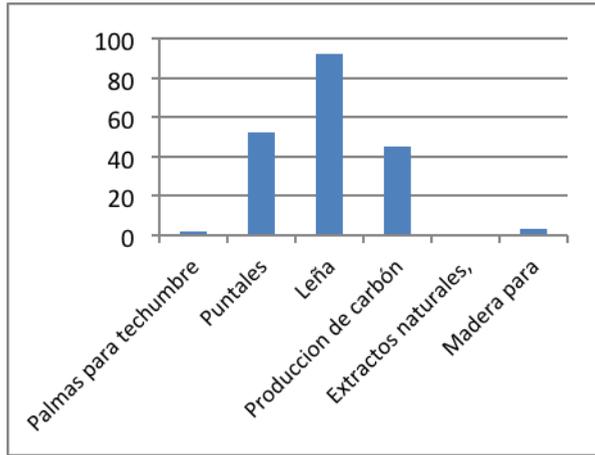


Gráfico 3. Uso del bosque

La tala de bosque para uso como combustible es una de las presiones más importante que ejercen las comunidades en esta área. Le siguen en importancia la tala para uso como cercas y estructuras constructivas y finalmente, la producción de carbón.

Aunque no parece muy grave, de las más de 40 comunidades que producen carbón vegetal, cerca de un 25% de ellas lo hace con fines de comercio a gran escala.

El carbón vegetal está siendo comercializado en ciudades tan lejanas como Cartagena o las islas de Aruba y Curazao. Esta es la amenaza más importante que se ha podido establecer sobre las coberturas boscosas en esta región.

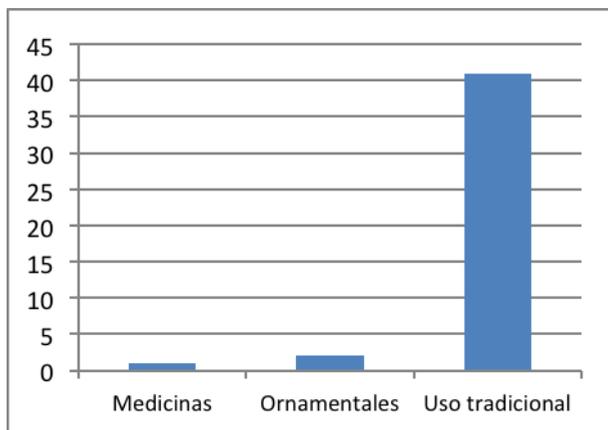


Gráfico 4. Uso de plantas

Las plantas que ofrecen algún uso y que se encuentran en el área de estudio, van destinadas básicamente a usos tradicionales, tales como apoyo en las construcciones, actividades sociales y rituales de las comunidades.

El uso ornamental y uso de plantas medicinales es bajo y en algunos casos, desconocido por las comunidades.

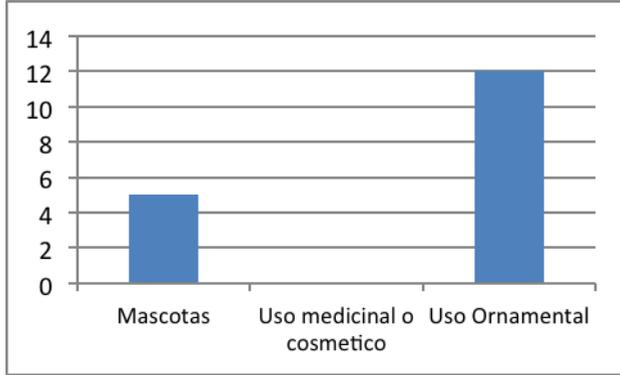


Gráfico 5. Animales

En pocas comunidades se pudo observar el uso de pieles de animales, cráneos, plumas a los cuales se les daba un uso ornamental o ritual. Tampoco se observaron mascotas silvestres, a excepción de algunos Psitácidos (cotorras) en algunas rancherías.

En cuanto a la dimensión cultural y de regulación que ofrece este sector de bosque seco, pudimos comprobar que su uso es moderado y que el bosque cumple con las funciones de regulación de cauce, protección contra inundaciones, avalanchas, regulación de ciclos biológicos, entre otros aspectos.

CONCLUSIONES

La cuenca baja del río Ranchería alberga valores bióticos y ecosistémicos de gran significación para La Guajira, al mantener relictos de bosques secos y muy secos tropicales, asociados como complejos ribereños del río Ranchería y arbustales de la media Guajira, característicos de esta parte del departamento, los cuales se encuentran deficientemente representados en el Sistema de Áreas Naturales Protegidas de Colombia y han sido priorizados en el *Portafolio de sitios prioritarios para la Conservación en el Caribe Colombiano*. Según el presente estudio, existen las condiciones suficientes para adelantar un proceso de declaratoria de área natural protegida en este sector de la cuenca del río Ranchería, Colombia.

La problemática ambiental se puede sintetizar en cinco aspectos básicos: pérdida de cobertura vegetal, degradación del suelo, disminución de caudales, contaminación de corrientes hídricas y pérdida de flora y fauna silvestre.

Uno de los problemas relevantes es el relacionado con los procesos erosivos, aunque en la actualidad no son tan graves, podrían extenderse en poco tiempo, como consecuencia del uso equivocado de la tierra y de las prácticas culturales: producción de carbón vegetal, cultivos limpios, quemas y la cacería; sumado a los impactos generados aguas arriba de la cuenca por los procesos de colonización, actividades agropecuarias y mineras, ponen en grave peligro la supervivencia de especies importantes.

Los impactos que ocasionan dichas actividades se ven potenciados por las características físicas naturales del área, como son las condiciones climáticas, la presencia de suelos con una profundidad superficial o muy superficial y con alta susceptibilidad a la erosión, y la ocurrencia de lluvias relativamente intensas en algunas épocas del año.

La extracción de leña es una actividad permanente en el área, aun cuando los pobladores manifiestan que ella es realizada únicamente a partir de leños secos y árboles caídos, se ha evidenciado un claro proceso de intervención en ciertas áreas por la extracción ilegal con fines comerciales de carbón, lo que puede poner en riesgo la supervivencia de algunos elementos naturales del entorno, tanto de la flora como de la fauna. Sin embargo, cabe anotar que el manejo bajo los criterios ancestrales de la leña no representa gran impacto sobre el bosque; la producción de leña con fines comerciales, en cambio, sí ejerce un impacto considerable sobre este y sus recursos naturales asociados.

La cacería de especies silvestres como fuente de alimentación que se realiza sobre algunas especies de mamíferos, se encuentra en la actualidad muy limitada debido a las condiciones de la oferta ambiental y a la enorme degradación que han sufrido los diferentes hábitats, lo cual ha obligado a los cazadores a desplazarse grandes distancias para conseguir las especies cinegéticas. Se presentan muy pocos casos de capturas con fines comerciales, especialmente por personas ajenas a la comunidad, siendo particularmente preocupante la captura y comercialización del chigüiro, las guartinajas, las iguanas y algunas especies de aves, dado que estas especies han prácticamente desaparecido, por migración o muerte, a consecuencia de la destrucción del hábitat o la contaminación del mismo.

Las actividades pecuarias que se adelantan en la zona generan compactación del suelo, pérdida de la vegetación y eliminación de la regeneración natural.

Un problema muy delicado que se presenta es el crecimiento de la población local, incrementado por la llegada al área de estudio de campesinos provenientes en su gran mayoría de otros lugares de La Guajira, pero también de departamentos vecinos. Esto

da lugar a nuevos asentamientos humanos, promueve la construcción de caminos y viviendas y acarrea la ampliación paulatina de la frontera de producción agropecuaria, todo lo cual conlleva a una mayor ocupación del suelo y consecuentemente a la deforestación y fragmentación de los bosques.

Estas actividades antrópicas pueden llegar a alterar en consecuencia el mantenimiento de los valores naturales del área de estudio, y afectan la normal provisión de bienes y servicios ambientales que son necesarios para garantizar el propio desarrollo económico y el bienestar humano, tanto de las comunidades locales como de la población residente en su área de influencia. Igualmente ocasionan el deterioro del medio natural al alterar la condición de los hábitats para la vida silvestre, lo que da lugar a la merma de sus poblaciones y en algunos casos conduce a su extinción local.

Igualmente importante es tener en cuenta las limitadas condiciones socioeconómicas de las comunidades, que puede incidir ante la falta de ingresos económicos en el aprovechamiento irracional y el manejo insostenible de los recursos. En efecto, la casi totalidad de las viviendas del área carecen de sistemas adecuados de disposición de residuos sólidos, y en muy pocos casos se observa la presencia de unidades sanitarias.

La inexistencia de unidades sanitarias redundando en la contaminación del suelo y de las aguas superficiales, las cuales son por demás deficitaria debido a las condiciones climatológicas imperantes en la zona.

Especial atención merece la forma desordenada como en la actualidad se realiza la disposición de los residuos sólidos, los cuales son arrojados en botaderos satélites o enterrados en inmediaciones de las rancherías, ocasionando con ello un fuerte impacto en el paisaje y riesgos evidentes tanto en la salud humana, como en la fauna silvestre.

A pesar del grado de alteración que se ha presentado en el área, todavía exhibe elementos importantes de la diversidad biológica de los bosques secos tropicales; alberga 25 especies de mamíferos, 57 de reptiles, 22 de anfibios y cerca de un centenar de especies de plantas. La mayor representación de vertebrados corresponde al grupo de las aves, con 114 especies de aves, lo que equivale al 6,13% de las aves registradas para Colombia, al 30,65% de las distribuidas en las partes bajas del país, y al 28,72% de todas las reportadas en la región Caribe de Colombia entre 0 y 1000 msnm.

En cuanto a las aves migratorias, el área es el hábitat empleado por 9 especies, las cuales se mueven a lo largo de las márgenes de los arroyos y el propio río, hacia la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, lo que además resalta el papel del área como corredor biológico.

Dentro de los grupos biológicos evaluados se determinó la presencia de 14 especies incluidas dentro de las categorías de amenaza de la UICN, correspondientes a dos en peligro, seis vulnerables y ocho en las categorías menores de amenazas.

El área revela su magnificencia como hábitat de comunidades indígenas Wayuu, relictos de bosques secos y muy secos tropicales, asociados a especies tanto residentes como migratorias de relevancia para la conservación, por encontrarse bajo alguna categoría de amenaza o por su limitado areal de distribución.

En cuanto a las aves pertenecientes a las diferentes categorías de amenaza es de mencionar a la guacamaya verde (*Ara militaris*), clasificada nacionalmente en la categoría ‘Vulnerable’ (VU), y cuyas poblaciones se han reducido considerablemente durante las últimas décadas, tanto por la destrucción de su hábitat como por la cacería de que son objeto para darles un uso ornamental.

Para los otros grupos de vertebrados, se destaca la presencia del morrocoy (*Chelonoides carbonaria*), catalogada como “en peligro” (EN). Sus principales amenazas son la pérdida de hábitats, la cacería y la agricultura.

En los mamíferos se destaca la presencia de dos especies vulnerable (VU) a la extinción, correspondiente al oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*) y a la nutria (*Lontra longicaudis*), y dos casi amenazadas (NT): tigrillo (*Leopardus pardalis*) y coletrapo (*Cabassous centralis*), además de otra especie que aunque no está amenazada, sí está relacionada en el Apéndice II del CITES (oncita: *Puma yagouarundi*).

Por otro lado, se registraron 38 especies CITES, veintidós en el grupo de las aves, ocho en el grupo de los reptiles, cinco en el grupo de los mamíferos y tres especies de plantas, número que sumado a las condiciones de amenaza resalta la importancia del área desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, especialmente la relacionada a los bosques secos tropicales.

Además, es importante resaltar el hecho de que el área haya sido priorizada en varios procesos de planificación y definición de prioridades de conservación nacional, el último de estos ejercicios es el portafolio de áreas priorizadas para la conservación del Caribe colombiano, que la prioriza por poseer una muestra representativa y en buen estado de conservación de los complejos ribereños del río Ranchería y los complejos de arbustales de la media Guajira, considerados como paisajes típicos guajiros de excepcional belleza natural.

Adicionalmente, la zona tiene un potencial adicional para el desarrollo de actividades eco turísticas, educativas, recreativas e investigación, hecho que se suma a la presencia de comunidades indígenas Wayuu que aún mantienen buena parte de sus tradiciones

y costumbres, factor que igualmente podría vincularse a los atractivos ofrecidos. Iniciativas de conservación que ya se vienen implementando (como el proyecto eco turístico en Sainn Wayuu), y que garantizan la viabilidad de los objetos de conservación del área natural protegida.

Finalmente, uno de los elementos naturales más significativos del área es el propio río Ranchería, utilizado como oferente hídrico, que condiciona el desarrollo agropecuario y las dinámicas naturales que benefician a cerca de 6000 habitantes de los 4 municipios del área del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las comunidades indígenas que participaron activamente de las actividades de este proyecto. Agradecemos la colaboración de las autoridades tradicionales, líderes y demás amigos que nos acompañaron en las labores de campo, reuniones comunitarias y que apoyaron con entusiasmo esta iniciativa. Agradecemos a la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira), al Fondo Acción y a la Fundación Biota, por la financiación de este proyecto.

REFERENCIAS

- ACOSTA-GALVIS, A.,- 2000. Ranas, Salamandras y Caeciliias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3): 289-319.
- AMAT-G., G.M.; ANDRADE-C., G. & AMAT G., E.C., 2007.- *Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia* – Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 216p.
- ARDILA, N.; NAVAS, R. & J. REYES. (Eds.), 2002.- *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.
- MOSTACEDO B. & FREDERICKSEN, T., 2000.- *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: Bolfor.
- CALDERÓN, E.; GALEANO, G. & GARCÍA, N. (eds.), 2002.- Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.
- CARO, T.M. & O'DOHERTY, G., 1998.- On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13(4): 805-814.
- CASTAÑO G., 2006.- Áreas Protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas* 10: 79-101.
- CITES., 2010.- Disponible en: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml>
- CHASE, M.K.; KRISTAN, W.B.; LYNAM, A.J.; PRICE, M.V. & OTENBERRY, J.T., 2000.- Single species as indicators of species richness and composition in California Coastal sage scrub birds and small mammals. *Conservation Biology* 14(2): 474-487
- CORPOGUAJIRA – PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA – CONSERVACIÓN INTERNACIONAL, 2011. *Plan de ordenamiento de la cuenca del río Ranchería*. Informe técnico. Corpoguajira. 57 p.
- HAHN, J. (1992) Biogeografía terrestre del Caribe Colombiano (II), *DUGANDIA* 4 (1). Universidad del Atlántico. Barranquilla.
- IGAC, 2008.- *Manual de campo para levantamiento de suelos y tierras*. Subdirección de Agrología. Documento Interno. 164 p.
- IGAC, 2010.- *Manual codificado de la subdirección de Agrología*. IGAC, Bogotá.
- IGAC, 2012.- *Estudio semidetallado de suelos y zonificación de tierras en la media y baja Guajira: escala 1:25000*. Bogotá. Imprenta Nacional de Colombia. 810 p.
- MÁRQUEZ, D. 2006.- Nuevos paradigmas en el desarrollo rural. En *Construyendo el futuro. Visiones para un desarrollo rural sustentable en las comunidades de Baja California*, compilado por Ana Luz Quintanilla Montoya, 17-35. Mexicali: UABC.
- ORTEGA, R.; LEYVA, J.; SÁNCHEZ, M.; CARVAJAL, I. & MARTÍNEZ, G., 2012. Diagnóstico socioambiental como fundamento para una estrategia de educación ambiental en Colonet, baja California. *Rev Región y Sociedad*, 53, pp. 153-187.
- RALPH, C.J.; GEUPEL, G. R.; PYLE, P.; MARTIN, T.E.; DESANTE, D.F; MILÁ, B. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

- RENGIFO, L.; FRANCO-MAYA, A.; AMAYA-ESPINEL, KATTAN, G. & LÓPEZ-LANUS, B. (Eds.), 2002.- *Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libro rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- RODRÍGUEZ, J.V., 1998.- *Listas preliminares de mamíferos colombianos con algún riesgo a la extinción*. Informe final presentado al Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [on line]. Disponible en: http://www.humboldt.org.co/conservacion/Listas_Preliminares.htm
- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; RUEDA-ALMONACID, J.V. & GUTIÉRREZ H, T.D.(eds.), 2008.- *Guía ilustrada de la fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia*. Serie de guías tropicales de campo N° 7 Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 574 pp.
- RUEDA-ALMONACID, J.V.; AMÉZQUITA, A.; ANDRADE-C, G. & CORTES, O., 2011.- *Fauna silvestre amenazada del departamento de La Guajira Colombia*. Corpoguajira-Corporación Colombia en Hechos. 185 p.
- SALAMAN, P.; DONEGAN, T. & CARO, D., 2008.- Listado de las Aves de Colombia 2008.
- SÁNCHEZ-C., H.; CASTAÑO-M., O. & CÁRDENAS, G., 1995.- *Diversidad de los reptiles en Colombia*, Pp: 277-325. In: O. Rangel (ed.). Colombia: Diversidad Biótica I. J. Editorial Guadalupe, Santa fe de Bogotá.
- TELLERÍA, L., 1977.- *Métodos de censo en vertebrados terrestres. Zoología aplicada de vertebrados terrestres*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 32 p.
- VILLARREAL, H.M.; ÁLVAREZ, S.; CÓRDOBA, F.; ESCOBAR, G.; FAGUA, F.; GAST, H.; MENDOZA, M.; OSPINA & UMAÑA, A.M. Segunda edición., 2006.- *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- VILARDY, S.; MARTIN, B. & OTEROS, E. Los servicios suministrados por los ecosistemas de la ecorregión ciénaga grande de Santa Marta. En: VILARDY, S., & GONZÁLEZ, J.A. (Eds.), 2011.- *Repensando la Ciénaga: Nuevas miradas y estrategias para la sostenibilidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Pp. 228. Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid. Santa Marta, Colombia.
- ZINCH, A., 1987.- *Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos*. IGAC, Subdirección de Agrología. Documento interno. 178 p.

ENCUESTA APLICADA EN 98 COMUNIDADES EN EL AREA DE ESTUDIO

| Tipo | Categoría | Sub categoría | Valor | Tend |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------|------|
| ABASTECIMIENTO | ALIMENTO | Agricultura | 52 | |
| | | Pesca | 2 | |
| | | Cacería | 1 | |
| | | Ganadería vacas | 10 | |
| | | Ganadería chivos y ovejoes | 80 | |
| | | Recolección de frutos silvestres | | |
| | | Recolección de miel y otros | | |
| | | Producción porcinos | 1 | |
| | | Producción aves | 1 | |
| | MATERIALES | Agua | 73 | |
| | | Arena y piedras | 5 | |
| | | Ladrilleras | 4 | |
| | | Arcilla, barro | 62 | |
| | RELACIONADO CON EL BOSQUE | Palmas para techumbre | 2 | |
| | | Puntales | 52 | |
| | | Leña | 92 | |
| | | Producción de carbón | 45 | |
| | | Extractos naturales, resinas | | |
| | RELACIONADO CON LAS PLANTAS | Madera para construcción | 3 | |
| | | Medicinas | 1 | |
| Ornamentales | | 2 | | |
| RELACIONADO CON LOS ANIMALES | Uso tradicional | 41 | | |
| | Mascotas | 5 | | |
| | Uso medicinal o cosmético | | | |
| | Uso ornamental | 12 | | |
| SOPORTE FÍSICO | Comunicaciones | 92 | | |
| | proyectos productivos | 5 | | |
| | Infraestructura sanitaria | | | |
| | Infraestructura habitacional | | | |
| | Infraestructura educativa | | | |
| | Infraestructura de salud | | | |
| | | Infraestructura provisión de agua | | |

| Tipo | Categoría | Sub categoría | Valor | Tend |
|-------------------------|------------|--|---------------------|------|
| CULTURAL | DIDÁCTICO | Educación | 2 | |
| | | Investigación universidades y empresas | 5 | |
| | | Conocimiento local | 72 | |
| | | Sitios arqueológicos | | |
| | DISFRUTE | Ecoturismo | 1 | |
| | | Recreación familiar | 47 | |
| | IDENTIDAD | Espiritual, cementerios | 72 | |
| | | Patrimonio histórico o cultural | | |
| | | Sentido de pertenencia | 72 | |
| | REGULACIÓN | CICLO | Formación de suelos | 98 |
| Polinización | | | 98 | |
| Regulación del clima | | | 98 | |
| Regulación de las aguas | | | 98 | |
| Retención del suelo | | | 98 | |
| PREVENCIÓN | | Prev. Inundaciones | 82 | |
| | | Prev. especies invasoras | 82 | |
| | | Prev. de plagas | 82 | |
| | | Prev. ante tormentas | 82 | |
| REFUGIO | | Mantenimiento del hábitat | 92 | |
| | | Percepción de seguridad | 92 | |
| REPRODUCCIÓN | | Guardería de especies animales | 92 | |
| | | Seguridad de la red trófica | 92 | |
| SUMIDERO | | Tratamiento de basuras | | |
| | | Tratamiento de excretas | | |

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE HONGOS Y BACTERIAS ENTOMOPATÓGENAS SOBRE *Diatraea saccharalis* Fabricius (LEPIDOPTERA: CRAMBIDE)

Marco Antonio Zúñiga-Oviedo¹ Alberto Soto-Giraldo² y Gabriel Cruz-Cerón³

Resumen

Diatraea saccharalis es considerada la plaga más limitante del cultivo de caña de azúcar en América, causando grandes pérdidas en la producción. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de hongos entomopatógenos comerciales y nativos y de la bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* como potenciales controladores biológicos de este insecto plaga. Se evaluó la patogenicidad y virulencia de 6 hongos entomopatógenos comerciales, 1 hongo nativo (Bb-HN1) y la bacteria *Bacillus thuringiensis* sobre larvas de primer instar de *Diatraea*; bajo condiciones de laboratorio y semicampo. Los productos Safer mix[®], Dipel[®], Insecbiol[®] y el aislamiento nativo Bb-HN1 presentaron mortalidad del 100, 100, 62 y 70%, respectivamente. Los tratamientos más virulentos de acuerdo a su tiempo letal y concentración letal media fueron Dipel[®] (1,3 días y 1,6⁴ ui/ml), Safer mix[®] (12,5 días y 5,3⁵ ui/ml) y Bb-HN1 (22,3 días y 1,6⁶ ui/ml) respectivamente. También se evidenció un posible sinergismo entre el hongo *B. bassiana* y la bacteria *B. thuringiensis*, y una disminución del daño causado por las larvas a las semillas de caña panelera tratadas con los productos Dipel[®] y Bb-HN1 en condiciones de semicampo. El producto *B. thuringiensis* (Dipel[®]) en mezcla con el hongo Bb-HN1 se presentan como alternativa para el manejo integrado de la plaga.

Palabras clave: control biológico, manejo integrado de plagas, caña panelera, *Bacillus thuringiensis*.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI AND BACTERIA ON *Diatraea saccharalis* Fabricius (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Abstract

Diatraea saccharalis is considered the most limiting pest of sugarcane crops in America generating great losses in production. The main aim of this study was to evaluate the effect of

* FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

¹ Ingeniero Agrónomo. Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: meissen.3@hotmail.com; ORCID: 0000-0002-9288-8515

² I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co; ORCID: 0000-0002-9727-8919

³ I.A., Ph.D. Departamento de Desarrollo Rural y Recursos Naturales, Universidad de Caldas, Colombia. E-mail: gabocruz@ucaldas.edu.co ORCID: 0000-0003-1550-6517

CÓMO CITAR:

ZUÑIGA-OVIEDO, M.A., SOTO-GIRALDO, A. & CRUZ-CERÓN, G., 2016.- Actividad biológica de hongos y bacterias entomopatógenas sobre *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambide). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 82-92. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.6



commercial and native entomopathogenic fungi and the bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* as potential biological controls of this insect pest. The pathogenicity and virulence of six commercial entomopathogenic fungi, one native fungus (Bb-HN1) and the bacterium *Bacillus thuringiensis* on first instar larvae of *Diatraea* under laboratory and field conditions was evaluated. The commercial products mix[®], Dipel[®] and nsecbiol[®] as well as the native isolate Bb-HN1 showed mortality rates of 100, 100, 62 and 70%, respectively. The most virulent treatments according to their lethal and median lethal concentration were Dipel[®] (1.3 days and 1.6⁴ IU/ml), Safer mix[®] (12.5 days and 5.3⁵ IU/ml) and Bb-HN1 (22.3 days and 1.6⁶ IU/ml) respectively. A possible synergism between the fungus *B. bassiana* and the bacterium *B. thuringiensis*, and a damage reduction caused by the larvae to sugarcane seeds treated with the products and a damage reduction caused by the larvae to sugarcane seeds treated with the products Dipel[®] and Bb-HN1 under semi-field conditions was also found. The product *B. thuringiensis* (Dipel[®]) mixed with the fungus Bb-HN1 is presented as an alternative for the integrated management of the pest.

Key words: biological control, integrated pest management, sugarcane, *Bacillus thuringiensis*.

INTRODUCCIÓN

Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae) es una de las principales plagas que ataca la caña, causando grandes perjuicios a la producción final y su control implica directamente el aumento de la productividad (GALLO *et al.*, 2002; POLANCZYK *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2013). Las larvas de *D. saccharalis* ocasionan disminución en la germinación de la semilla, corazones muertos en las plantas jóvenes, cogollos muertos en las plantas más viejas, tallos quebrados y crecimiento reducido de los tallos atacados que sobreviven al ataque (MENDONÇA, 1996; BOTELHO & MACEDO, 2002; GALLO *et al.*, 2002; PARRA *et al.*, 2002; PINTO *et al.*, 2006).

Las pérdidas ocasionadas por *D. saccharalis* y la importancia que presenta el cultivo de caña panelera en nuestro país, conllevan a buscar alternativas para su manejo que sean ecológica y económicamente viables (MOJICA & PAREDES, 2004).

La necesidad de adoptar nuevas tecnologías para el control de plagas ha orientado las investigaciones hacia el uso de bioinsecticidas que, actuando de manera similar a los plaguicidas convencionales, no ocasionan problemas como la resurgencia de plagas, la inducción de nuevas plagas y la contaminación del medio ambiente, entre otras (CABRERA & PINEDO, 1994; ESTRADA *et al.*, 2004; BADII *et al.*, 2006; CRANSHAW, 2014).

Varios métodos de control son utilizados para minimizar las pérdidas ocasionadas por acción de la plaga, como el control cultural, por medio de la rotación de cultivos

y de la siembra de variedades resistentes; además de estos, el control biológico con los parasitoides *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), *Billaea claripalpis* y *Lydella minense* (Diptera: Tachinidae), con la bacteria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), o con hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (ALVES *et al.*, 1985; LECUONA *et al.*, 1996; WENZEL *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008a, b; ZAPPELINI *et al.*, 2010; GUO *et al.*, 2012; SVEDESE *et al.*, 2013; ZHANG *et al.*, 2013). Diversos estudios de compatibilidad con productos fitosanitarios son realizados, en condiciones de laboratorio, para evaluar su selectividad a microorganismos y potencializar su acción en el manejo integrado de plagas (YASEM *et al.*, 2008; ISLAM *et al.*, 2010; BLANFORD *et al.*, 2011; SABBOUR & ABDEL-RAHMAN, 2013; ZAHNAN *et al.*, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de hongos entomopatógenos comerciales y nativos y de la bacteria *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* para el control de *D. saccharalis*, con el fin de incrementar la productividad del cultivo, además de asegurar el crecimiento sustentable del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Entomología y en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales de la Universidad de Caldas, ubicado en el municipio de Manizales (Coordenadas: 5° 05' N y 75° 40' W). Se evaluaron los siguientes productos comerciales sobre larvas de primer instar de *D. saccharalis*: Metaril® (*M. anisopliae*), Insecbiol® (*B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus*, *P. lilacinus*, *B. thuringiensis*, Baculovirus), Bauberiasil® (*B. bassiana*), Micosplag® (*P. lilacinus*, *M. anisopliae*, *B. bassiana*), Safer mix® (*B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii*, *B. thuringiensis*), Micosis® (*B. bassiana*), Dipel® (*B. thuringiensis var. kurstaki*) y Bb-HN1 (Cepa nativa de *B. bassiana* aislada de larvas de *Diatraea*, suministrada por el Centro Bekdau de la Universidad de Caldas).

Evaluación de la patogenicidad

Se determinó la patogenicidad que ejercen dichos productos microbiológicos sobre larvas de *Diatraea*, para lo cual se infestaron 5 larvas de primer instar de *Diatraea* por caja Petri previamente esterilizada, por tratamiento, y se aplicaron los productos a una concentración de 2×10^6 unidades infectivas/ml (ui/ml) de agua, para lo cual se utilizó un hemocitómetro marca Boeco para el conteo de las esporas. La cepa del hongo nativo (*Beauveria bassiana* Bb-HN1) se aplicó a la misma concentración de los productos comerciales (2×10^6 ui/ml de agua). La inoculación de las larvas se realizó mediante la inmersión de las mismas en la suspensión correspondiente al tratamiento evaluado durante un minuto, salvo el tratamiento testigo cuyos insectos

se sumergieron en agua destilada estéril. Las larvas se ubicaron en una incubadora marca Scientific a temperatura de $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $70\pm 10\%$. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS 9.1 y se realizaron pruebas de Tukey al 5%.

Evaluación de la virulencia

A los tratamientos que presentaron mayor patogenicidad en la fase anterior, se les evaluó la virulencia ocasionada a las larvas de *Diatraea*, para lo cual se infestaron 10 larvas de primer instar de *Diatraea* por caja Petri, por tratamiento, y se aplicaron los productos a concentraciones de 5×10^5 , 1×10^6 , 2×10^6 y 4×10^6 ui/ml de agua, para lo cual se usó un hemocitómetro marca Boeco para el conteo de las esporas. Igual que en el experimento anterior, la inoculación de las larvas se realizó mediante la inmersión de las mismas en la suspensión correspondiente al tratamiento evaluado durante un minuto, salvo el tratamiento testigo cuyos insectos se sumergieron en agua destilada estéril. Las larvas se ubicaron en una incubadora marca Scientific a temperatura de $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 70 ± 10 . Se utilizó el diseño completamente al azar, con 7 repeticiones por tratamiento y se realizaron pruebas de Tukey al 5%. Los datos se procesaron por los modelos de regresión Probit y Logit, y se utilizaron los programas estadísticos SAS 9.1 y Curve Expert Profesional 2.0.

Evaluación del sinergismo ocasionado por los productos

Debido a que los productos utilizados están compuestos por mezcla de hongos entomopatógenos y otro producto a base de la bacteria *B. thuringiensis*, se evaluó el posible sinergismo que existe entre ellos. Los productos a base de hongos se ajustaron a una concentración de 2×10^8 ui/ml (CL_{90}), y el producto que contenía la bacteria se aforó a una concentración de 1×10^4 ui/ml. Se emplearon 10 larvas por caja Petri, con 10 repeticiones por tratamiento, las cuales se ubicaron en incubadora marca Scientific a $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura y humedad relativa del $70 \pm 10\%$. La inoculación de las larvas se realizó mediante la inmersión en la suspensión correspondiente al tratamiento evaluado durante un minuto, los insectos correspondientes al tratamiento testigo se sumergieron en agua destilada estéril durante un minuto. Se utilizó el diseño completamente al azar y para el análisis los programas estadísticos SAS 9.1 y Curve Expert Profesional 2.0.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Patogenicidad de los aislamientos

Todos los tratamientos evaluados fueron patogénicos a las larvas de *D. saccharalis*, ocasionando mortalidad entre el 30 y 100%. El 25% de los tratamientos del bioensayo

ocasionaron más del 95% de mortalidad (Safer mix® y Dipel®), mientras que el otro 75% no superaron el 70% de mortalidad (Insecbiol, Bauberiasil, Micosplag, Micosis y Bb-HN1); el producto Metaril no superó el 50% de larvas muertas de *Diatraea*.

En cuanto a la mortalidad de las larvas de *D. saccharalis* ocasionada por los diferentes productos en la fase de laboratorio, el análisis de varianza indica que se presentaron efectos estadísticamente diferentes de los tratamientos ($Pr < .0001$). Los productos Safer mix, Dipel, Bb-HN1 e Insecbiol ocasionaron la mayor mortalidad a las larvas de *D. saccharalis* (100, 100, 70 y 62%), respectivamente. Aunque estadísticamente los productos Insecbiol y Bb-HN1 no presentaron diferencia estadística significativa con respecto a los tratamientos Micosis, Micosplag y Bauberiasil. El tratamiento con menor acción bioinsecticida fue Metaril, ya que ocasionó el 30,92% de mortalidad (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad ocasionado a las larvas de *Diatraea* por los diferentes productos.

| Producto | Tukey agrupación | % Mortalidad promedio |
|-------------|------------------|-----------------------|
| Safer mix | A* | 100 |
| Dipel | A | 100 |
| Bb-HN1 | B | 70 |
| Insecbiol | B | 62 |
| Micosis | B | 59,06 |
| Micosplag | B | 58,64 |
| Bauberiasil | B | 55,26 |
| Metaril | C | 30,92 |

(*) Tratamientos con igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 1 se puede observar el efecto de las aplicaciones de los productos sobre las larvas de *D. saccharalis*. En todas las larvas esporuló el hongo *B. bassiana*.

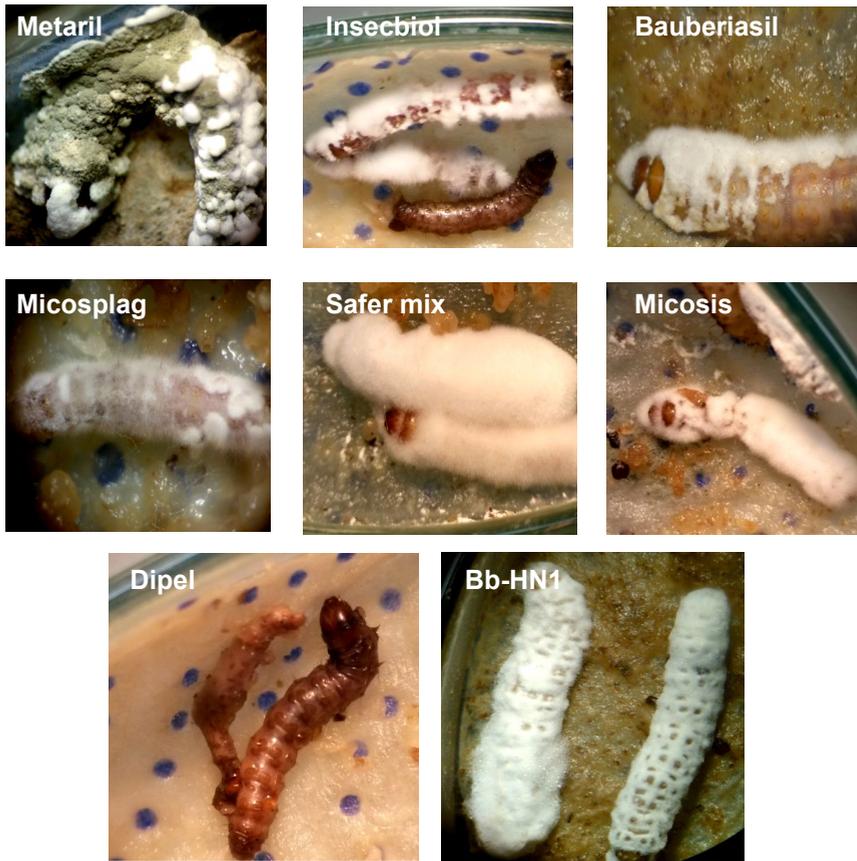


Figura 1. Larvas de *D. saccharalis* afectadas por los productos, 15 días después de la aplicación.

Virulencia de los productos

De acuerdo con el tiempo letal 50 (TL_{50}) a una concentración de 2×10^6 , los productos Dipel y Safer mix presentaron mayor virulencia, menor a 13 días (Figura 2). Un menor tiempo letal indica no solo una mayor virulencia, sino que también reduce el daño causado por la plaga hasta el momento de la muerte.

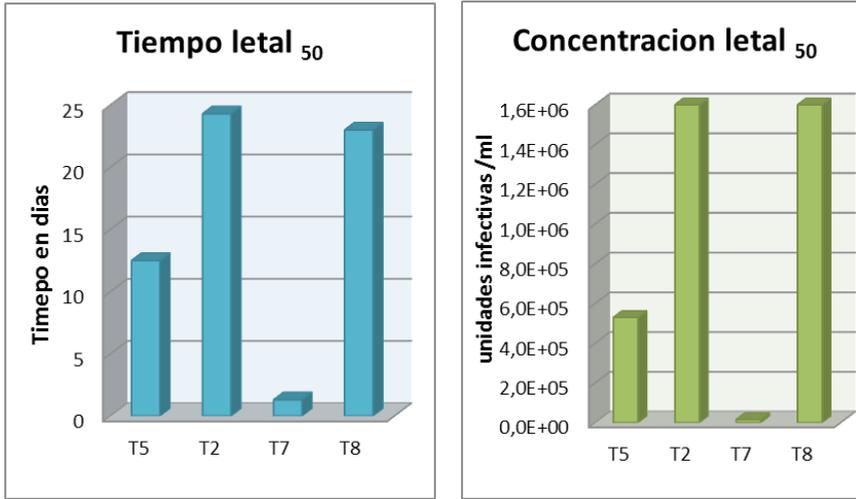


Figura 2. Tiempo y concentración necesaria para ocasionar la muerte del 50% de larvas de *D. saccharalis* (T5: Safer mix; T2: Insecbiol; T7: Dipel; T8: Bb-HN1).

Los productos Safer mix y Dipel, con CL_{50} de $5,3 \times 10^5$ y $1,6 \times 10^4$, respectivamente, presentaron mayor virulencia que los productos Insecbiol y Bb-HN1 con CL_{50} de $1,6 \times 10^6$ cada uno (Tabla 2). Una menor CL_{50} indica una mayor virulencia del producto, de manera que se requiere una menor concentración para eliminar el 50% de la población plaga.

Tabla 2. CL_{50} y CL_{90} de los productos aplicados sobre larvas de *D. saccharalis*.

| Producto | Tukey agrupación | CL_{50} (ui/ml) | T_{UKEY} agrupación | CL_{90} (ui/ml) |
|-----------|------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Safer mix | B | $5,3 \times 10^5$ | C | $1,1 \times 10^6$ |
| Insecbiol | A | $1,6 \times 10^6$ | A | $1,3 \times 10^9$ |
| Dipel | C | $1,6 \times 10^4$ | C | $3,3 \times 10^4$ |
| Bb-HN1 | A | $1,6 \times 10^6$ | B | $1,2 \times 10^8$ |

(*) Tratamientos con igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Para controlar el 90% de la población, los productos que presentan mayor virulencia son el Dipel y el Safer mix a concentraciones de $3,3 \times 10^4$ y $1,1 \times 10^6$ ui/ml, respectivamente. El producto que requiere aplicar la mayor concentración es el Insecbiol a $1,3 \times 10^9$ ui/ml (Tabla 2).

En investigación realizada por RAMOS *et al.*, (2004) obtuvo una mortalidad del 90% con la aplicación del producto Dipel sobre larvas de *D. saccharalis*; también observó que a una concentración subletal del producto se ejerce un efecto negativo sobre el crecimiento de las larvas, afectando directamente la capacidad para completar con éxito el proceso de metamorfosis, además influye sobre su viabilidad y por lo tanto en la población del insecto. En la presente investigación se observó que el único hongo en donde se cumplieron los postulados de Koch sobre las larvas de *D. saccharalis* fue *B. bassiana*, lo que indica que este hongo es patógeno para el insecto, y por lo tanto se debe tener en cuenta para involucrarlo en el manejo integrado de la plaga.

WENZEL (2006) obtuvo mortalidad de larvas de *D. saccharalis* entre el 65 y 89% con la aplicación de dos aislamientos de *B. bassiana* a concentraciones de 5×10^7 , 1×10^8 y 5×10^8 ui/ml; igualmente obtuvo CL_{50} con la aplicación de $1,58 \times 10^7$ ui/ml. SANTILLANA (2002) registró un 26%, 32% y 40% de mortalidad sobre larvas de *D. saccharalis* con la aplicación de *B. thuringiensis* en la DL_{50} a las 24h, incrementándose a 88, 99 y 100% la mortalidad a los 7 días después de la aplicación. ARGUETA *et al.* 2011 obtuvo resultados similares con los de la presente investigación, concluyendo que el bioplaguicida más efectivo para el control de *D. saccharalis* fue Dipel (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*), el cual alcanzó 90% de mortalidad sobre la población tratada, aproximadamente a los 5 días después de aplicación. En trabajos realizados por RAMOS *et al.*, (2004), afirman que *B. thuringiensis* variedad *kurstaki* es un excelente biocontrolador de larvas de *D. saccharalis*.

ESTRADA *et al* (1997), en aplicación de *B. bassiana* para el control de *D. saccharalis* en un cultivo de caña, obtuvo 30% menos de infestación de la plaga y 27% menos de daño a las plantas, lo que demuestra que este microorganismo disminuye las poblaciones del insecto, y por consiguiente, reduce los niveles de daño producidos en el cultivo.

Sinergismo entre *B. bassiana* y *B. thuringiensis*

Cuando se aplicaron los productos en mezcla: Dipel (1×10^4 ui/ml) con Bb-HN1 (2×10^8 ui/ml) y Dipel (1×10^4 ui/ml) con Micosis (2×10^8 ui/ml), ocasionaron mortalidad a las larvas de *Diatraea* del 100 y 77,14%, respectivamente. Los productos aplicados de manera individual en las mismas concentraciones anteriores (Dipel, Bb-HN1 y Micosis), ocasionaron mortalidad a las larvas del 44,28; 20,14 y 8,5%, respectivamente (Tabla 3). Los resultados anteriores indican que existe sinergismo entre la bacteria *B. thuringiensis* y el hongo entomopatógeno en el control de la plaga.

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad ocasionada a las larvas de *Diatraea* por la aplicación de los productos.

| Tratamiento | Tukey agrupación | % Mortalidad (promedio) |
|-----------------|------------------|-------------------------|
| Bb-HN1 x Dipel | A | 100 |
| Micosis x Dipel | B | 77,14 |
| Dipel | C | 44,28 |
| Bb-HN1 | D | 20,14 |
| Micosis | E | 8,5 |

(*) Tratamientos con igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto al TL_{50} , cuando se aplicó la mezcla de los productos Bb-HN1 x Dipel, en las concentraciones anteriores, el 50% de la muerte de las larvas de *Diatraea* se alcanzó a los 7,07 días después de la aplicación, mientras que los productos Micosis, Bb-HN1 y Dipel aplicados de manera individual, la mortalidad de las larvas se presentó a los 23,57; 15,14 y 13,21 días, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. TL_{50} (días) de la mortalidad ocasionada a larvas de *Diatraea* por la aplicación de los productos.

| Tratamiento | Tukey agrupación | Días (promedio) |
|-----------------|------------------|-----------------|
| Micosis | A | 23,57 |
| Bb-HN1 | B | 15,14 |
| Dipel | B | 13,21 |
| Dipel x Micosis | C | 8,42 |
| Bb-HN1 x Dipel | C | 7,07 |

(*) Tratamientos con igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Es evidente observar la viabilidad que se presenta al aplicar la mezcla del hongo entomopatógeno con la bacteria *B. thuringiensis* para el control de *D. saccharalis*, ya que se incrementa el control del insecto, aspecto que se debe tener en cuenta al momento de implementar el manejo integrado de la plaga.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas y al Proyecto “Implementación del Centro de Investigación, Innovación y Tecnología al sector Panelero del departamento de Caldas-Centro BEKDAU” por el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- ALVES, S.B., PADUA, L.E., MILWARD DE AZEVEDO, E.M.V. & ALMEIDA, M.C., 1985.- Controle da broca da cana-de-açúcar pelo uso de *Beauveria bassiana*. *Pesq. Agrop. Bras.*, 20 (4): 403-407.
- ARGUETA A.E. & HERNANDEZ, W., 2011.- Parasitoidismo y control Microbiano del Barrenador (*Diatraea saccharalis* F.) De la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en el Departamento de Sonsonate, El Salvador, 2009. (Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de El Salvador). 64p.
- BADII, M.H. & ABREU, J.L., 2006.- Control biológico una forma sustentable de control de plagas. Biological control a sustainable way of pest control. *Internacional Journal of Good Conscience*, 1(1): 82-89.
- BLANFORD, S., SHI, W., CHRISTIAN, R., MARDEN, J.H., KOEKEMOER, L.L. & BROOKE, B.D., 2011.- Lethal and pre-lethal effects of a fungal biopesticide contribute to substantial and rapid control of malaria Vectors. *Plos One*. 6(8): e23591.
- BOTELHO, P.S.M. & MACEDO, N., 2002.- *Cotesia flavipes* para o controle de *Diatraea saccharalis*(). In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds.) Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. Manole: Barueri, p.409-447.
- CABRERA, J.C. & PINEDO, E., 1994.- El hongo *Beauveria bassiana* en el control de algunas plagas agrícolas. Revista Peruana de Entomología, Departamento de Entomología. UNALM. 37 (1): 107-110.
- CRANSHAW, W.S., 2014.- *Bacillus thuringiensis*. Colorado State University Extension, A division of the office of engagement. *Fac Sheet No 5.556*. p 2.
- ESTRADA, M.E. & GUELMEZ, J., 2004.- Persistencia de *Beauveria basiana* (bálsamo) Vuillemin en las hojas de la caña de azúcar (*Saccharum sp.* híbrido). *Fitosanidad*, 8 (4): 53-56.
- ESTRADA, M.E., ROMERO, M. & SNOWALL, M., 1997.- Aplicacion de *Beauveria bassiana* en la lucha biológica contra *Diatraea saccharalis*. *Caña de Azúcar*, 15(1): 39-43.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.P.L., BATISTA, G.C., BERTI FILHO, E., & VENDRAMIM, J.D., 2002.- Entomologia Agrícola. São Paulo, Ceres.
- GUO, Z., CHENG, Y., HUANG, F., LUTTRELL, R. & LEONARD, R., 2012.- Microarray analysis of global gene regulation in the Cry1Ab-resistant and Cry1Ab-susceptible strains of *Diatraea saccharalis*. *Pest Manag. Sci.* 68: 718-730.
- ISLAM, M.D.T., CASTLE, S.J. & REN, S., 2010.- Compatibility of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* with neem against Sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*, on eggplant. *Entomol Exp Appl.* 134(1): 28-34.
- LECUONA, R.E., TIGANO, M.S. & DIAZ, B.M., 1996.- Characterization and pathogenicity of *Beauveria bassiana* against *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) in Argentina. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 25 (2): 299-307.
- MENDONÇA, A.F., 1996.- Pragas da Cana-de-açúcar. Maceió: Insecta, 239p.
- MOJICA, A. & PAREDES, J., 2004.- El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander. Centro Regional de Estudios Económicos, Bucaramanga. Banco de la República, Colombia. 26p.
- OLIVEIRA, M.A.P de., MARQUES, E.J., WANDERLEY-TEIXEIRA, V. & BARROS, R., 2008a.- Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). Maringá, 30: 220-224.
- OLIVEIRA, M.A.P., WANDERLEY-TEIXEIRA, V., MARQUES, E.J., ALBUQUERQUE, A.C., SANTOS, F.A.B., BARROS, R. & TEIXEIRA, A.A.C., 2008b.- Dinâmica hemocitária em *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae) desafiada imunologicamente pelos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Arq. Inst. Biol.* 75: 173-179.
- PARRA, J.R.P., BOTELHO, P.S.M., CORRÊA-FERREIRA, B.S. & BENTO, J.M.S., 2002.- Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores. Manole: Barueri. 609p.
- PINTO, A.S., CANO, M.A. & SANTOS, E.M., 2006.- A broca da cana de açúcar *Diatraea saccharalis*: 15-20 (en) PINTO, A.S. *Controle de pragas da cana de açúcar*. Biocontrol, Sertãozinho.

- POLANCZYK, R.A., ALMEIDA, L.C., PADULLA, L. & ALVES, S.B., 2004.- Pragas de cana-de-açúcar X métodos alternativos de controle. *Revista Biotecnologia & Desenvolvimento*. 33: 14-17.
- RAMOS, F.C., CARMONA, A., BÉRES, M. & MÉNDEZ, N., 2004.- Evaluación de aislamientos de *Bacillus thuringiensis* tóxicos a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Bioagro*. 16(3): 183-188.
- SABBOUR, M.M. & ABDEL-RAHMAN, A., 2013.- Efficacy of isolated *Nomuraea rileyi* and Spinosad against corn pests under laboratory and field conditions in Egypt. *Ann Rev Res Biol*. 3(4): 903-912.
- SANTILLANA, E de J., 2002.- Desarrollo de formulaciones de *Bacillus thuringiensis* a partir de gelatina y o pectina y evaluación tóxica contra el barrenador del tallo de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* Fabricius. Tesis Maestría en Ciencias con especialidad en Microbiología. Universidad Autónoma de Nuevo León. 128 p.
- SVEDESE, V.M., TIAGO, P.V., BEZERRA, J.D.P., PAIVA, L.M.; LIMA, E.A.L.A. & PORTO, A.L.F., 2013.- Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and production of cuticle-degrading enzymes in the presence of *Diatraea saccharalis* cuticle. *African Journal of Biotechnology*. 12(46): 6491-6497.
- VARGAS, G., LASTRA, L.A., VILLEGAS, A. & BARCO, L.E., 2013.- *Diatraea tabernella*: Nueva especie de barrenador del tallo en el valle del río Cauca. Importancia y perspectivas de manejo. Serie divulgativa N° 16. Cali. Cenicafé, Cali.
- WENZEL, I.M., GIOMETTI, F.H.C. & ALMEIDA, J.E.M., 2006.- Patogenicidade do isolado IBCB 66 de *Beauveria bassiana* à broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* em condições de laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73: 259 -261.
- YASEM, M., SALVATORE, A., LÓPEZ, G. & WILLINK, E., 2008.- Presencia natural de hongos hyphomycetes en larvas invernantes de *Diatraea saccharalis* F. en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. *Rev. Ind. y Agric. de Tucumán*, 85 (2): 39-42.
- ZAHHRAN, H.E.D.M., KAWANNA, M.A. & BOSLY, H.A., 2013.- Larvicidal Activity and Joint Action Toxicity of Certain Combating Agents on *Culex pipiens* L. Mosquitoes. *Ann Rev Res Biol*. 3(4): 1055-106.
- ZAPPELINI, L.O., ALMEIDA, J.E.M., BATTISTA FILHO, A. & GIOMETTI, F.H.C., 2010.- Seleção de isolados do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. visando o controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). *Arquivos do Instituto Biológico*. 77: 75-82.
- ZHANG, L., HUANG, F., ROGERS, L.B., CHEN, M., CLARK, T., ZHU, Y.C., WANGILA, D.S., YANG, F. & NIU, Y., 2013.- Susceptibility of cry 1Ab maize-resistant and -susceptible strains of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) to four individual cry proteyns. *J. Invertebr. Pathol.* 112: 267-272.

VALORACIÓN HIDROLÓGICA E ICTIOLÓGICA DE LOS SECTORES DEL MEDIO RÍO CAUCA, ENTRE SUS EFLUENTES (RÍOS SAN FRANCISCO, CAMPOALEGRE Y CHINCHINÁ) CALDAS (COLOMBIA)

Ricardo Álvarez-León¹, Luis Alberto Vargas-Marín², Diego García-Hernández³
& Andrés Fernando Botero-Cardona⁴

Resumen

Objetivos: Dar a conocer los peces asociados al cauce medio del río Cauca (municipios de Chinchiná y Palestina, departamento de Caldas, Colombia). **Alcance:** Inventario cualitativo y cuantitativo de los ejemplares observados y la información suministrada por los muestreos realizados. **Metodología:** Observación directa, medición de parámetros físicos y químicos de las aguas, y captura de peces mediante artes y métodos locales. **Principales resultados:** Se confirman los registros de 14 especies de peces nativos, así como el estado fisicoquímico y limnológico de las aguas. **Conclusiones:** Es un trabajo pionero para entender: (1) la calidad del agua del río Cauca, que es abundante sólo en Valle del Cauca y del Quindío, donde estudios limnológicos y de contaminación, en Caldas, las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia de los peces en el río; (2) la caracterización física (sólidos suspendidos totales, temperatura) y química (conductividad, oxígeno disuelto, pH), realizada en las aguas de los ríos San Francisco (Est. 1) y Campoalegre (Est. 5), ambos efluentes del río Cauca y el propio río Cauca (Ests. 2, 3, 4), muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias e impactos presentes en sus cuencas, las épocas de lluvias y de secas, regularon la frecuencia y abundancia relativa de los peces en el río Cauca; (3) *Chaetostoma fisheri* (cucha de piedra, corroncho marrón) fue la especie más abundante, seguida de *Pimelodus grosskopfii* (Bagre llavero, barbudo blanco) y de *Pterygoplichthys undecimalis* (Soldadito, paraco, cucha de quebrada) por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo y en casi todas las estaciones; y (4) los pescadores afirman, que tradicionalmente existen relaciones entre la presencia de los peces y el clima, tal como se pudo comprobar en este estudio.

Palabras clave: condiciones ambientales, peces, ríos San Francisco, Campoalegre y Chinchiná, Cauca, Colombia.

¹ FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

¹ Fundación Verdes Horizontes. Manizales (Caldas). E-mail: ricardoalvarezleon@gmail.com

^{2,3} Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Manizales (Caldas).

⁴ Facultad de Humanidades, Universidad Católica de Manizales. Manizales (Caldas).

CÓMO CITAR:

ÁLVAREZ, R., VARGAS, L.A., GARCÍA, D. & BOTERO, A.F., 2016.- Valoración hidrológica e ictiológica, de los sectores del río Cauca medio, entre sus efluentes (ríos San Francisco, Campoalegre y Chinchiná) Caldas (Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 93-113. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.7

HYDROLOGIC AND ICTHYOLOGIC EVALUATION OF THE MIDDLE COURSE OF THE CAUCA RIVER BETWEEN ITS TRIBUTARIES (SAN FRANCISCO, CAMPOALEGRE AND CHINCHINA RIVERS) CALDAS (COLOMBIA)

Abstract

Objective: To make known fish associated to the middle course of the Cauca river (Municipalities of Chinchiná and Palestina, Department of Caldas, Colombia). **Scope:** Qualitative and quantitative inventory of the observed individuals and the information provided by the samplings. **Methodology:** Direct observation, measurement of physical and chemical parameters of waters and capture of fish using local arts and methods. **Main results:** The records of 14 species of native fish as well as the physicochemical and limnological water status are confirmed. **Conclusions:** It is a pioneering work to understand: (1) the water quality of the Cauca River, which is abundant only in Valle del Cauca and Quindío, where limnology and pollution studies have been conducted. In Caldas, the physical and chemical water conditions and the rainy and dry seasons constitute the main regulating elements of the frequency alterations of fish in the river; (2) The physical (total suspended solids, temperature) and chemical (conductivity, dissolved oxygen, pH) characterization held in the waters of the San Francisco (St. 1) and Campoalegre (St. 5) rivers, both tributaries of the Cauca river and the Cauca river itself (Sts. 2, 3, 4), show very similar trends despite the differences and impacts present in their basins; the rainy and dry seasons regulated frequency and relative abundance of fish in the Cauca River; (3) *Chaetostoma fisheri* (cucha stone, brown corroncho) was the most abundant species, followed by *Pimelodus grosskopfii* (Catfish Key, white bearded) and by *Pterygoplichthys undecimalis* (Soldier, paraco, broken doghouse) because of their equitable presence in sampling stations and in almost all stations; and (4) the fishermen claim that traditionally there are relationships between the presence of fish and the weather, as we noted in this study.

Key words: environmental conditions, fish, San Francisco, Campoalegre, and Chinchiná rivers, Cauca, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Con ocasión del incidente ocurrido en el río Cauca el día 19 de agosto de 2011, cuando un represamiento de lodo proveniente de las operaciones de relimpia del embalse San Francisco, llegó de improviso al río y causó una mortandad por asfixia de peces, no evaluada en su cantidad ni en las especies (aunque se tiene el registro fotográfico solamente de siete especies conocidas localmente como cuchas marrón, cuchas paracos, viringas negras, viringas blancas, jetudos, bagres llavero, bagres sapo), se planteó la realización de un estudio limnológico, biológico, social y económico, que permitiera aclarar el estado real de la situación de Arauca, corregimiento de Palestina

(Caldas), cuyos pescadores han demandado la correspondiente indemnización por el suceso ocurrido.

La ictiofauna tanto del Alto como Medio y Bajo río Cauca, ha sido estudiada por diferentes investigadores, que la han analizado cronológicamente desde diferentes aspectos:

Nuevas especies: (de SANTANA & MALDONADO-OCAMPO, 2005; ARDILA-RODRÍGUEZ, 2008; GARCÍA-ALZATE & ROMÁN-VALENCIA, 2008; ROMÁN-VALENCIA & ARCILA-MESA, 2008; ROMÁN VALENCIA *et al.*, 1999, 2010); **Ecología:** (FLÓREZ, 1999; FLÓREZ-AMAYA, 1985; GARCÍA-ALZATE *et al.*, 2008, 2009, 2010;; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 1999; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2005; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2007); **Taxonomía** (GÉRY, 1966, 1972; ROMÁN-VALENCIA & CALA-CALA. 1997; ROMÁN-VALENCIA, 1988, 2001, 2009a, 2009b; ROMÁN-VALENCIA & RUIZ-CALDERÓN, 2006; RUIZ-CALDERÓN & ROMÁN-VALENCIA, 2006; ROMÁN-VALENCIA & GARCÍA-ALZATE, 2007; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2009a, 2009b); **Inventarios:** (STEINDACHNER, 1880; MILES, 1943; DAHL, 1971; PATIÑO-RODRÍGUEZ, 1973; LOZANO-ROJAS, 1978; LEHMANN-ALBORNOZ, 1999; LÓPEZ-MACÍAS & RUBIO-RINCÓN, 2001; MALDONADO-OCAMPO *et al.*, 2005; ORTEGA-LARA *et al.*, 2000, 2006; RESTREPO-SANTAMARÍA & ÁLVAREZ-LEÓN, 2011; ÁLVAREZ-LEÓN *et al.*, 2013); **Biología de las especies:** (CORDERO, 1982; LÓPEZ & ROMÁN-VALENCIA, 1996; ROMÁN-VALENCIA, 1993, 1996, 1998, 2001a, 2002, 2004a, 2004b, 2005; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2003; ROMÁN-VALENCIA & PERDOMO, 2004; ROMÁN-VALENCIA & RUIZ-CALDERÓN, 2005; ROMÁN-VALENCIA & GIRALDO, 2006; ROMÁN-VALENCIA & BOTERO-BOTERO, 2006; ROMÁN-VALENCIA & HERNÁNDEZ, 2007; ROMÁN-VALENCIA & SAMUDIO, 2007; ROMÁN-VALENCIA *et al.*, 2008); BOTERO-BOTERO & RAMÍREZ-CASTRO, , 2011; ROMÁN-PALACIOS *et al.*, 2014; ROMÁN-PALACIOS & ROMÁN-VALENCIA, 2015; y **Conservación:** (MOJICA-CORZO *et al.*, 2002, 2012), en su gran mayoría sobre los peces del Alto Cauca y especialmente del departamento del Quindío. Fruto de dichos estudios, en la actualidad se han registrado 85 especies (69 nativas y 16 introducidas) dentro de 7 órdenes, 23 familias, 54 géneros (ORTEGA-LARA *et al.*, 2006) y a lo largo de los 105 municipios y 6 departamentos de la cuenca del río Cauca.

La hidrología del río Cauca ha sido estudiada en su región transicional del Alto y Medio Cauca, pero sólo existen las referencias provenientes del Proyecto CGA/CHEC-Grupo EPM entre el 2008 y el 2010, sobre la hidrología y los peces presentes en la desembocadura del Embalse San Francisco en el río Cauca, a la altura de la vereda La Esmeralda de Chinchiná (CGA/CHEC-Grupo EPM, 2008a, 2008b, 2008c, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d, 2009e, 2009f, 2009g, 2010a, 200b, 2010b, 2010c) (Tabla 1).

METODOLOGÍA

Desarrollo de las salidas de campo

Con el objeto de concretar el muestreo hidrológico, biológico y pesquero, el miércoles 31 de agosto de 2011, se desplazaron los representantes de la CHEC-Grupo EPM y de la Universidad de Manizales a las inmediaciones del embalse San Francisco para realizar el reconocimiento del terreno y escoger las estaciones de muestreo, utilizando como transporte terrestre una ‘marranita’ (plataforma de madera+motocicleta), medio común de desplazamiento de los habitantes de dicho sector de La Esmeralda y Arauca, aprovechando el tendido de los rieles del Ferrocarril de Occidente.

En los muestreos desarrollados entre el 31 de agosto de 2011 al 13 de abril de 2012, estuvieron presentes pescadores-motoristas de la ‘marranita’, pescadores de la comunidad de San Francisco y de la comunidad de Arauca, para un total de 12 pescadores de la Asociación de Pescadores de San Francisco (APSF) que ejercieron las faenas de pesca, dos pescadores de la Asociación de Pescadores de Arauca (APA) en calidad de observadores y garantes de las faenas de campo, cuatro representantes de la Subdirección de Generación de CHEC- Grupo EPM, un representante de la Universidad de Manizales, un biólogo marino contratista para los estanques de San Francisco y dos laboratoristas de CORPOCALDAS.

Estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo (localizadas y referenciadas con GPS), se escogieron con el objeto de que fueran representativas de las condiciones del río Cauca y en un número de 5 entre las desembocaduras de los ríos San Francisco y Campoalegre (Tabla 1).

Tabla 1. Estaciones de muestreo para la captura de peces con atarraya en el río Cauca entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, departamento de Caldas, septiembre 2011-abril 2012

| Estación / Localidad | Latitud N | Longitud W |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| 1-Desembocadura río San Francisco | 05° 02.761´ | 75° 44.780´ |
| 2-La Habana | 05° 03.391´ | 75° 44.610´ |
| 3-Llano Grande | 05° 03.520´ | 75° 44.101´ |
| 4-Santa Elena | 05° 03.651´ | 75° 43.780´ |
| 5-Desembocadura río Campoalegre | 05° 04.550´ | 75° 42.602´ |

Aspectos pesqueros

La captura de los peces se realizó a través de un esfuerzo pesquero de 10-12 lances de atarraya alrededor de la estación de muestreo. La atarraya (3 brazas, 1,5 cm de ojo de

mallá, relinga con plomos, 17-20 kg), fue operada por un pescador de la APSF que fue acompañado por un pescador (remero o acompañante de la faena) también de la APSF y en ocasiones por dos pescadores de APA, a fin de garantizar el éxito de la faena los dos primeros y los segundos en su carácter de garantes. Debido a las condiciones del río, se naufragó (estación 3, 18-01-12) y del equipo de pesca (lancha, remos, chalecos, vara y producción hasta el momento), se perdieron un chaleco salvavidas, la atarraya, la producción, la lancha fue recuperada por un par de pescadores que pescaban en paralelo a nosotros en la ribera opuesta. Este incidente obligó a cambiar las faenas, desde la lancha a faenas de a pie, desde la ribera. Los peces capturados en los muestreos del Proyecto CGA / CHEC entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones, fueron 14 (Tabla 2).

Tabla 2. Peces capturados en los muestreos del Proyecto CGA / CHEC entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones los días: 4 de septiembre, 12 de noviembre y 18 de diciembre de 2008, 8 de enero, 19 de febrero, 7 de abril, 27 de mayo, 13 de agosto, y 22 de octubre de 2009; 6 de enero, 25 de febrero y 17 de junio de 2010. Especies, nombre común, estaciones (meses), tallas (long. estándar y cantidad de individuos) y riesgo (categorías IUCN).

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ESTACIONES | TALLAS | RIESGO |
|--|------------------------------|--|--------|---------------|
| Characiformes | | | | |
| Characidae | | | | |
| 1. <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) | Cola roja | 3,5,6,9 | - | NO |
| 2. <i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880 | Rubio | 10 | - | VU (A1d, A2d) |
| 3. <i>Brycon henni</i> Eigenmann, 1913 | Tota, sardinata, sabaleta | | - | NO |
| 4. <i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913 | Sardina | | - | NO |
| Curimatidae | | | | |
| 5. <i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878) | Madre de bocachico | 2,3, 4 | - | NO |
| Siluriformes | | | | |
| Loricariidae | | | | |
| 6. <i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner, 1879 | Cucha marrón | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 | - | NO |
| 7. <i>Chaetostoma leucomelas</i> Eigenmann, 1918 | Guacuco | 2, 3, 4, 5, 6, 10 | - | NO |
| 8. <i>Chaetostoma marginatum</i> Regan, 1904 | Guacuco | 2, 5, 6, 10 | - | NO |
| 9. <i>Chaetostoma</i> sp. | Cucha | 2 | - | |
| 10. <i>Hypostomus hondae</i> Regan, 1912 | Cucho | 2, 3, 4, 5, 6, 7 | - | VU (C1) |

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ESTACIONES | TALLAS | RIESGO |
|---|----------------|------------------------|--------|--------|
| Pseudopimelodidae | | | | |
| 11. <i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840) | Bagre sapo | 3, 9, 11, 12 | - | NO |
| Pimelodidae | | | | |
| 12. <i>Pimelodus blochii</i> Steindachner, 1879 | Barbudo blanco | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 | - | NO |
| Gymnotiformes | | | | |
| Apterodontidae | | | | |
| 13. <i>Apterodontus eschmeyerii</i> de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes, 2004 | Viringa negra | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | - | NO |

Diversidad de especies

La pesca en las 12 faenas realizadas estuvo representada por 13 especies (6 familias, 10 géneros), donde se presentaron las especies que son aprovechadas tradicionalmente por los pescadores con los diferentes artes de pesca (vara + anzuelo, líneas + anzuelos, atarraya). A cada individuo capturado se le tomaron las medidas morfométricas estándares básicas como longitud total y peso, las especies en general mostraron tallas pequeñas, en ocasiones las más pequeñas <14 cm, fueron devueltas al río y las mayores se entregaron a los pescadores que acompañaron las faenas para su consumo.

Caracterización física y química de las aguas

La caracterización de las aguas del río Cauca, sólo en las estaciones 1, 2, 3, 4, y 5, estuvo a cargo del Laboratorio de Aguas de CORPOCALDAS. El énfasis se realizó en estos sectores de La Esmeralda, por cuanto es la zona de influencia directa del efluente del embalse San Francisco, donde se produjo el accidente ya relatado de 2011.

Las muestras de agua se tomaron en las fechas señaladas. Metodológicamente, el agua recogida en recipientes apropiados de vidrio para el oxígeno disuelto y de plástico para los sólidos sedimentables totales; así mismo se determinaron *in situ* de los parámetros pH, conductividad y temperatura.

El oxígeno disuelto se determinó en laboratorio utilizando el método de Winkler (AWWA 4500-OB), los sólidos sedimentables totales se determinaron por el método de secado a 103°-105° C (AWWA-AD) y el pH, la temperatura y la conductividad, con el método de electrometría portátil (Tabla 3).

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Conductividad

Parámetro básico para conocer las relaciones de carga eléctrica de los elementos en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 141,83 (Est. 1) y 183,56 (Est. 5). Su mediana entre 142,80 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 2) y 185,85 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 5). Sus máximos entre 179,70 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 3) y 244,00 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est.5). Sus mínimos entre 65,60 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est.1) y 135,20 ($\text{uS}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Est. 3). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 1a-d)

Oxígeno disuelto

Parámetro fundamental para el desarrollo de la vida en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 4,98 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.4) y 6,82 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.5). Su mediana entre 4,90 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 7,15 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.5). Sus máximos entre 5,60 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 8,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). Sus mínimos entre 3,50 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.2) y 5,40 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). (Tablas 3, 4a-d, Figuras 2a-d)

pH

Parámetro que explica la relación potenciométrica de acidez o basicidad de la calidad del agua en el río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 7,40 (Est.2) y 7,80 (Est.5). Su mediana entre 7,40 (Ests.2, 3, 4, 5) y 7,80 (Est.5). Sus máximos entre 7,60 (Ests.2, 3, 4) y 8,20 (Est.1). Sus mínimos entre 7,20 (Est.4) y 7,40 (Ests.1, 5). (Tablas 3, 4a-d, Figuras 3a-d)

Sólidos sedimentables totales

Parámetro que ofrece una medida certera del estado de turbiedad de las aguas del río. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 322,67 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 5) y 457,25 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 2). Su mediana entre 40,50 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 1) y 304,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 2). Sus máximos entre 984,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 3) y 2888,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). Sus mínimos entre 2,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est. 1) y 116,00 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Est.1). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 4a-d)

Temperatura

Parámetro fundamental para el desarrollo de la vida en el río, en los países del trópico los organismos viven muy cerca de la euritermia. Su media durante el período de muestreo fluctuó entre 21,68 ($^{\circ}\text{C}$) (Est.4) y 23,99 ($^{\circ}\text{C}$) (Est.2). Su mediana entre 21,55 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 5) y 24,15 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 2). Sus máximos entre 24,90 ($^{\circ}\text{C}$) (Est. 5)

y 26,10 (°C) (Est. 1). Sus mínimos entre 20,00 (°C) (Est. 5) y 22,70 (°C) (Est.1). (Tablas 3, 4 a-d, Figuras 5a-d)

Tabla 3. Información física y química de las aguas en las cinco estaciones muestreadas en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

| Parámetros / Estaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| Estación 1 | | | | | | | | | | | | |
| OD | 5.7 | 7.0 | 5.7 | 7.0 | 5.9 | 5.4 | 6.8 | 8.0 | 7.1 | 6.7 | 6.3 | 5.8 |
| pH | 8.2 | 8.0 | 7.6 | 7.8 | 7.8 | 7.9 | 7.4 | 7.8 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.7 |
| Temperatura | 22.2 | 21.5 | 20.9 | 21.9 | 21.3 | 24.2 | 25.3 | 25.9 | 23.2 | 26.1 | 20.9 | 25.4 |
| Conductividad | 157.5 | 167.2 | 117.0 | 172.5 | 133.3 | 149.0 | 157.1 | 157.1 | 153.1 | 153.3 | 65.6 | 119.3 |
| SST | 5±1 | 8±1 | 290±3 | 49±1 | 401±5 | 2<M | 6<M | 32±1 | 12<M | 150±2 | 2888±33 | 73±1 |
| Estación 2 | | | | | | | | | | | | |
| OD | 4.8 | 5.3 | 3.5 | 4.4 | 4.9 | 3.7 | 5.5 | 5.1 | 4.9 | 5.1 | 4.4 | 5.6 |
| pH | 7.4 | 7.6 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 7.3 | 7.4 |
| Temperatura | 25.6 | 24.8 | 23.0 | 23.4 | 23.4 | 24.3 | 24.5 | 24.9 | 24.1 | 24.2 | 22.7 | 23.0 |
| Conductividad | 170.7 | 164.7 | 143.0 | 131.2 | 129.8 | 142.6 | 142.5 | 157.8 | 156.1 | 157.1 | 129.4 | 139.6 |
| SST | 92±1 | 154±2 | 604±7 | 193±2 | 275±3 | 197±2 | 47±1 | 374±4 | 333±4 | 527±6 | 1535±18 | 1157±11 |
| Estación 3 | | | | | | | | | | | | |
| OD | 3.6 | 5.2 | 5.2 | 6.0 | 5.3 | 4.2 | 5.6 | 5.4 | 5.1 | 4.9 | 3.9 | 5.6 |
| pH | 7.6 | 7.5 | 7.6 | 7.3 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.5 | 7.3 | 7.3 | 7.4 |
| Temperatura | 25.7 | 25.0 | 22.0 | 23.0 | 23.7 | 24.0 | 24.4 | 24.9 | 23.8 | 23.9 | 22.8 | 22.5 |
| Conductividad | 179.6 | 166.8 | 141 | 135.2 | 141.8 | 146.8 | 152.6 | 165.6 | 160.9 | 158.4 | 135.2 | 136.8 |
| SST | 116±1 | 148±2 | 205±2 | 188±2 | 231±3 | 226±3 | 191±2 | 358±4 | 270±3 | 450±5 | 930±11 | 984±11 |
| Estación 4 | | | | | | | | | | | | |
| OD | 4.1 | 5.1 | 4.1 | 5.4 | 5.5 | 3.9 | 5.0 | 5.2 | 5.3 | 5.5 | 4.7 | 5.9 |
| pH | 7.5 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.6 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.20 | 7.3 | 7.4 |
| Temperatura | 25.9 | 25.2 | 24.2 | 23.0 | 23.4 | 23.9 | 23.6 | 24.4 | 23.7 | 23.5 | 22.8 | 22.2 |
| Conductividad | 172.4 | 164.5 | 141 | 133.3 | 140.0 | 142.8 | 149.1 | 164.5 | 159.6 | 162.5 | 134.4 | 137.1 |
| SST | 82±1 | 49±1 | 59±3 | 189±2 | 266±3 | 202±2 | 230±3 | 374±4 | 356±4 | 498±6 | 1452±17 | 1044±12 |
| Estación 5 | | | | | | | | | | | | |
| OD | 6.5 | 7.21 | 5.7 | 6.6 | 6.8 | 7.8 | 7.3 | 7.1 | 5.1 | 7.2 | 7.2 | 7.3 |
| pH | 7.4 | 8.0 | 7.8 | 7.4 | 7.9 | 7.7 | 7.9 | 7.8 | 7.9 | 7.6 | 7.8 | 7.6 |
| Temperatura | 21.8 | 21.3 | 21.0 | 20.7 | 22.4 | 21.7 | 22.8 | 24.9 | 22.0 | 21.4 | 20.1 | 20.0 |
| Conductividad | 244.0 | 237 | 155 | 185.6 | 196.5 | 197.7 | 188.1 | 184.2 | 186.1 | 159.3 | 141.5 | 127.7 |
| SST | 18±1 | 49±1 | 224±2 | 321±4 | 8<M | 9<M | 9<M | 30±1 | 364±4 | 658±8 | 1846±21 | 336±4 |

Unidades: oxígeno disuelto (mg.L⁻¹), pH (unidades), temperatura (°C), sólidos suspendidos totales (mg.L⁻¹), conductividad (uS*cm⁻¹±; <M=Menor del límite de detección).

Tabla 4 (a) Media, (b) Mediana, (c) Máxima y (d) Mínima, de la información física y química de las aguas en las cinco estaciones muestreadas en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012. Unidades: oxígeno disuelto (mg.L^{-1}), pH (unidades), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), sólidos suspendidos totales (mg.L^{-1}), conductividad ($\text{uS}^{\circ}\text{cm}^{-1}\pm$)

| (a) MEDIAS | | | | | |
|------------|------|------|-------------|---------------|--------|
| ESTACIÓN | OD | pH | Temperatura | Conductividad | SST |
| E-1 | 6,45 | 7,80 | 23,23 | 141,83 | 326,33 |
| E-2 | 4,77 | 7,40 | 23,99 | 147,04 | 457,25 |
| E-3 | 5,00 | 7,43 | 23,97 | 151,73 | 358,08 |
| E-4 | 4,98 | 7,42 | 23,82 | 150,10 | 400,08 |
| E-5 | 6,82 | 7,73 | 21,68 | 183,56 | 322,67 |

| (b) MEDIANAS | | | | | |
|--------------|------|------|-------------|---------------|--------|
| ESTACIÓN | OD | pH | Temperatura | Conductividad | SST |
| E-1 | 6,50 | 7,80 | 22,70 | 153,20 | 40,50 |
| E-2 | 4,90 | 7,40 | 24,15 | 142,80 | 304,00 |
| E-3 | 5,20 | 7,40 | 23,90 | 149,70 | 228,50 |
| E-4 | 5,15 | 7,40 | 23,65 | 145,95 | 248,00 |
| E-5 | 7,15 | 7,80 | 21,55 | 185,85 | 136,50 |

| (c) MÁXIMAS | | | | | |
|-------------|------|------|-------------|---------------|---------|
| ESTACIÓN | OD | pH | Temperatura | Conductividad | SST |
| E-1 | 8,00 | 8,20 | 26,10 | 172,50 | 2888,00 |
| E-2 | 5,60 | 7,60 | 25,60 | 170,70 | 1535,00 |
| E-3 | 6,00 | 7,60 | 25,70 | 179,60 | 984,00 |
| E-4 | 5,90 | 7,60 | 25,90 | 172,40 | 1452,00 |
| E-5 | 7,80 | 8,00 | 24,90 | 244,00 | 1846,00 |

| (d) MÍNIMAS | | | | | |
|-------------|------|------|-------------|---------------|--------|
| ESTACIÓN | OD | pH | Temperatura | Conductividad | SST |
| E-1 | 5,40 | 7,40 | 20,90 | 65,60 | 2,00 |
| E-2 | 3,50 | 7,30 | 22,70 | 129,40 | 47,00 |
| E-3 | 3,60 | 7,30 | 22,50 | 135,20 | 116,00 |
| E-4 | 3,90 | 7,20 | 22,20 | 133,30 | 49,00 |
| E-5 | 5,10 | 7,40 | 20,00 | 127,70 | 8,00 |

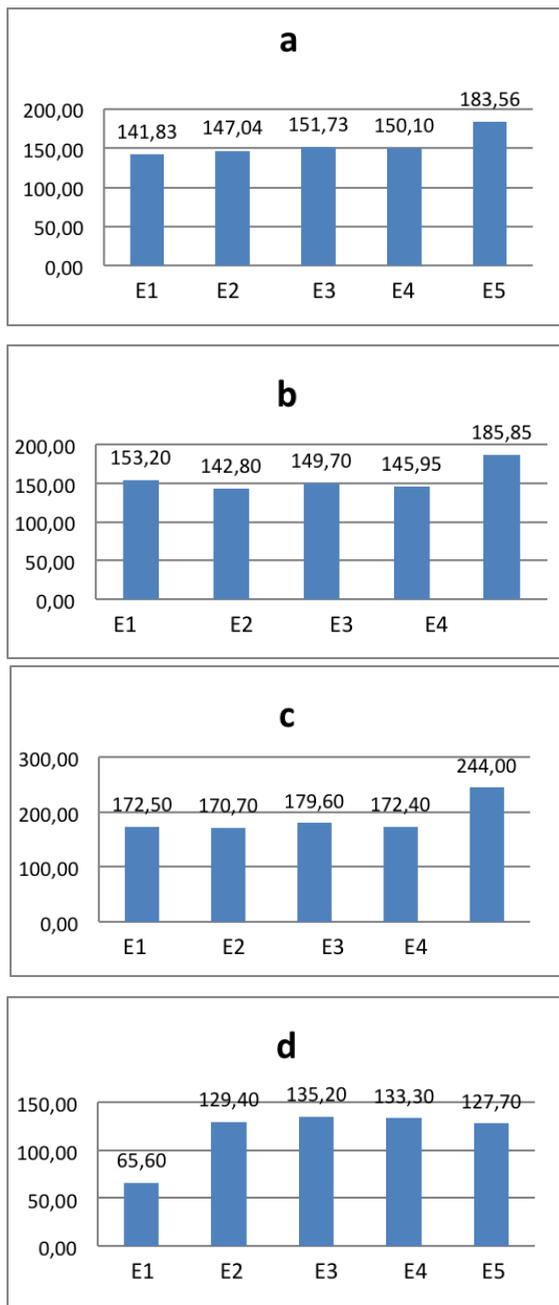


Figura 1 (a) Medias, (b) Medianas, (c) Máximos, (d) Mínimos de la conductividad de las aguas ($\text{uS} \cdot \text{cm}^{-1}$) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

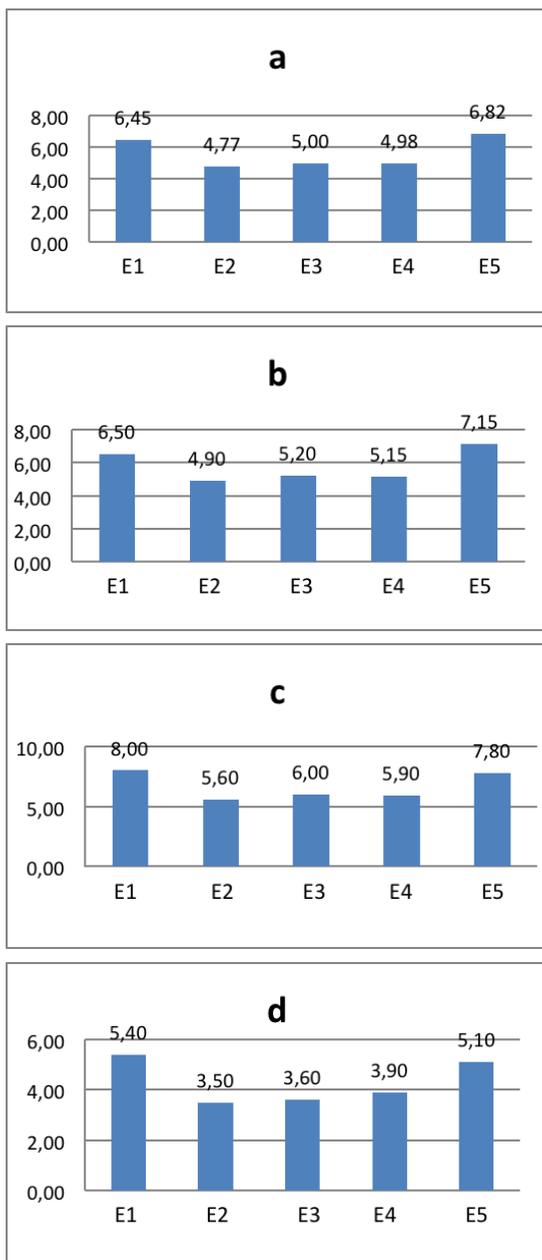


Figura 2. (a) Medias, (b) Medianas, (c) Máximos, (d) Mínimos del oxígeno disuelto (mg.L⁻¹) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

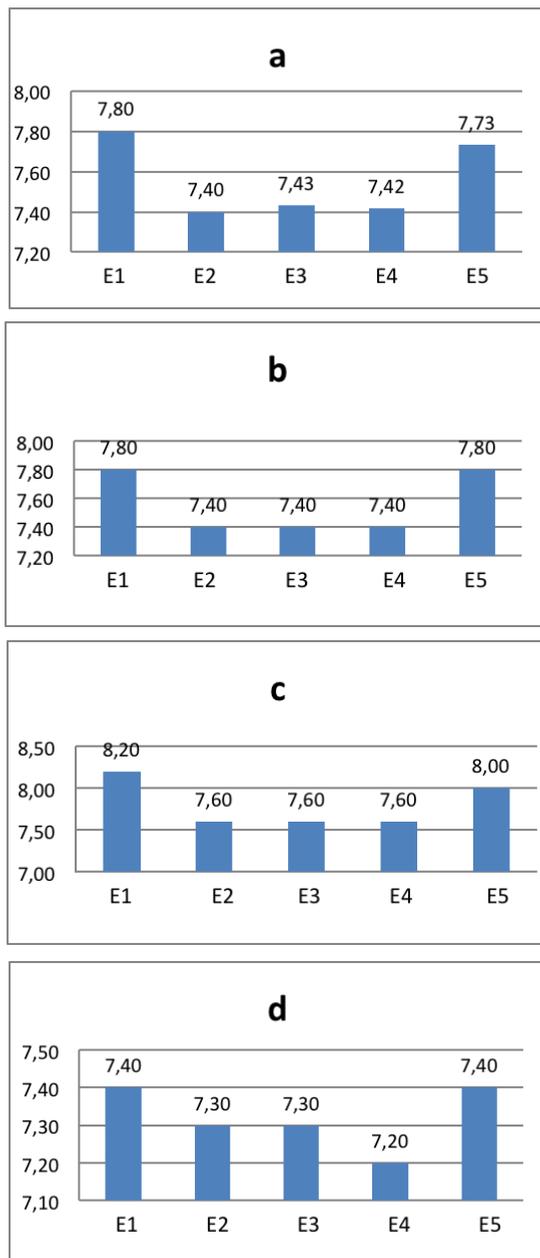


Figura 3. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos del potencial de hidrógeno (pH) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

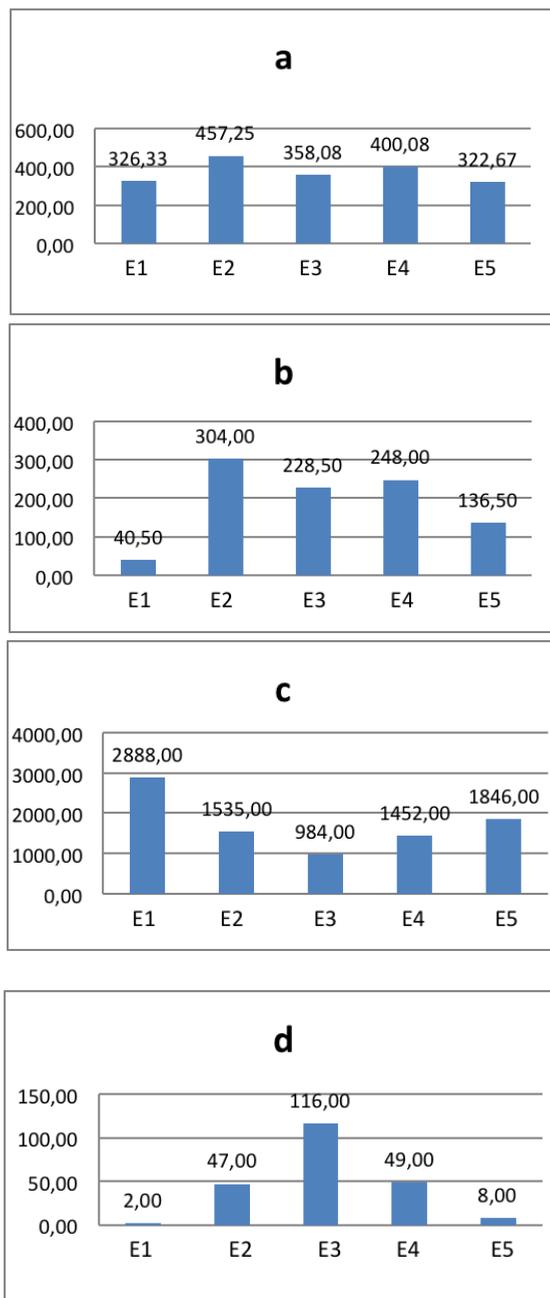


Figura 4. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos de los sólidos sedimentables totales (mg.L⁻¹) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

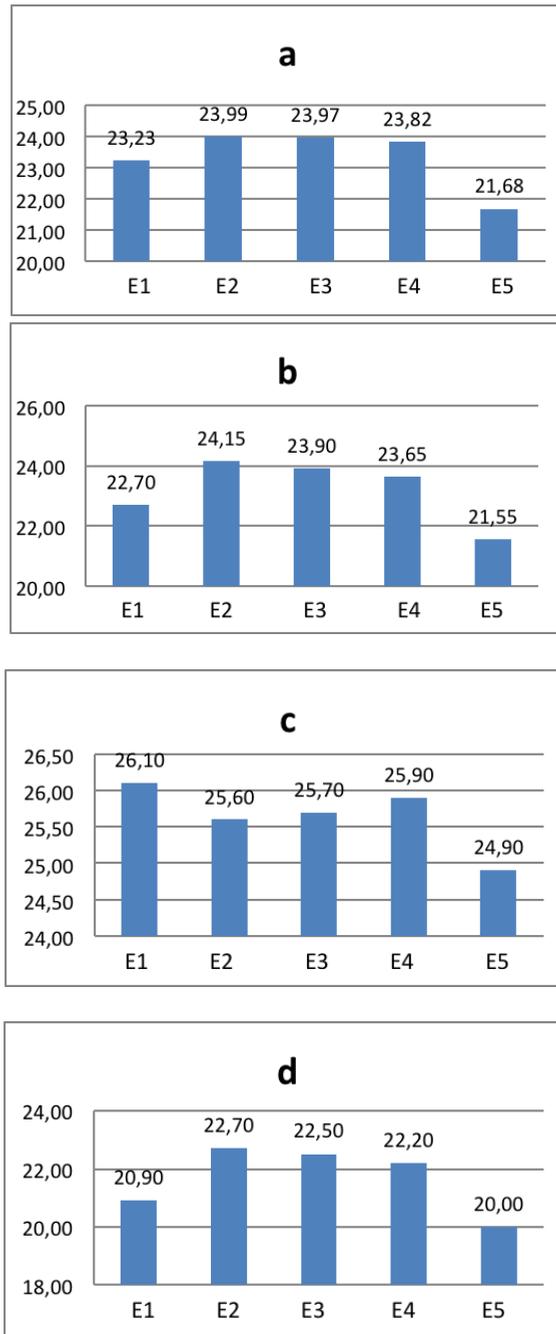


Figura 5. (a) Medias, (b) medianas, (c) máximos, (d) mínimos de la de la temperatura (°C) de las aguas del río Cauca en las cinco estaciones muestreadas durante las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Campoalegre, Caldas, septiembre 2011-abril 2012.

Parámetros ictiológicos y pesqueros

Las aguas del río Cauca a su paso por Caldas, mostraron que las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia y diversidad de las 14 especies de peces en el río; muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias morfológicas del cauce del río y sus afluentes, no obstante los impactos presentes en la cuenca hidrográfica, tanto en las épocas de lluvias como secas.

Es evidente la abundancia en número de individuos por parte de los Siluriformes (3 familias y 5 especies), seguido por los Characiformes (3 familias y 7 especies) y de los Gymnotiformes (2 familias y 2 especies), en las diferentes épocas del año.

Chaetostoma fisheri fue la especie más abundante, seguida de *Pimelodus grosskopfii* y de *Pterygoplichthys undecimalis* por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo y en casi todas las estaciones, evidenciando que existen relaciones entre la presencia de los diferentes peces y el clima (Tabla 5).

Aunque hay similitudes entre los estudios ictiológicos en cuanto a los órdenes, familias y especies registrados por el Proyecto Consorcio González Aristizábal / CHEC-Grupo EPM entre 2008 y 2010, en cuatro estaciones, y del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM entre septiembre 2011-abril 2012, en cinco estaciones; estas semejanzas se dan principalmente en la diversidad de especies. En el primero se hallaron, dentro de los Siluriformes (3 familias y 7 especies), seguido por los Characiformes (2 familias y 5 especies) y de los Gymnotiformes (1 familia y 1 especie), en todo caso coinciden en que *Chaetostoma fisheri* fue la especie más abundante (Tablas 2, 5).

Los pescadores de San Francisco, Santa Helena y Arauca, afirman que la pesca no ha vuelto ser la misma después de las avalanchas producidas por el deshielo del volcán Nevado del Ruíz el 13 de noviembre de 1985, cuando prácticamente se arrasaron los cauces de los ríos, acabando con los diferentes nichos ecológicos existentes.

Tabla 5. Especies de peces capturadas con atarraya en el río Cauca entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Chinchiná, Caldas, dentro del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, septiembre 2011-abril 2012. Los nombres comunes son los usados por los pescadores de San Francisco, Santa Helena y Arauca. Incluye tres órdenes, ocho familias y 14 especies; especies, nombre común, estaciones (meses), tallas (long. estándar y cantidad de individuos) y riesgo (categorías IUCN).

| ESPECIES | NOMBRE COMÚN | ESTACIÓN (MESES) | TALLA (No.) | RIESGO |
|---|--------------------------------------|---|--------------|-----------------------|
| Characiformes | | | | |
| Prochilodontidae | | | | |
| 1. <i>Ichthyoephas longirostris</i> (Steindachner, 1879) | Jetudo | 5, 12 (sep, feb) | 18 a 45 (2) | En CR (A1d, A2d, B2c) |
| 2. <i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879 | Bocachico | 3, 6, 7 (sep, mar) | 16 a 45 (2) | En CR (A1d) |
| Characidae | | | | |
| 3. <i>Brycon henni</i> Eigenmann, 1913 | Tota, sardinata, sabaleta | 1, 5, 14 (sep, feb) | 5 a 25 (3) | NO |
| 4. <i>Bryconamericus caucanus</i> Eigenmann, 1913 | Sardina | 1, 3, 6 (sep, mar) | 7 a 12 (3) | NO |
| 5. <i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880 | Rubio | 15 (sep) | 46 (1) | VU (A1d, A2d) |
| Anostomidae | | | | |
| 6. <i>Leporinus striatus</i> Kner, 1858 | Rollizo plateado | 11 (feb) | 10 (1) | NO |
| 7. <i>Leporinus muyscorum</i> Steindachner, 1900 | Mohíno | 12 (feb) | 23 (1) | VU (A2d) |
| Siluriformes | | | | |
| Loricariidae | | | | |
| 8. <i>Chaetostoma fischeri</i> Steindachner, 1879 | Cucha de piedra, corroncho marrón | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12 (sep, ene, feb, mar, abr) | 10-30 (126) | NO |
| 9. <i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (Steindachner, 1878) | Soldadito, paraco, cucha de quebrada | 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12 (sep, ene, feb, mar, abr) | 10 a 24 (16) | NO |
| Pseudopimelodidae | | | | |
| 10. <i>Pseudopimelodus bufonius</i> (Valenciennes, 1840) | Pejesapo, bagre sapo | 3 (sep) | 15 (1) | NO |
| 6. Pimelodidae | | | | |
| 11. <i>Pimelodus grosskopfii</i> Steindachner, 1879 | Bagre llavero, barbudo blanco | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 15 (sep, ene, feb, abr) | 12 a 36 (37) | VU (A2d) |
| 12. <i>Zungaro zungaro</i> (Humboldt, 1821) | Sapo | 3, 5, 14, 15 (sep) | 6 a 36 (4) | VU (A2c, d) |
| Gymnotiformes | | | | |
| Sternopygidae | | | | |
| 13. <i>Sternopygus aequilabiatius</i> (Humboldt, 1811) | Viringa blanca | 1, 5 (sep, ene) | 35 a 40 (2) | NO |
| Apteronotidae | | | | |
| 14. <i>Apteronotus eschmeyeri</i> de Santana, Maldonado-Ocampo, Severi & Mendes, 2004 | Viringa negra, boca de perro, yegua | 2, 3, 4, 5, 11 (sep, feb, abr) | 18 a 40 (10) | NO |

Tabla 5. Diversidad por especies y producción en kilogramos en las 12 salidas de campo del Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, entre las desembocaduras del río San Francisco y el río Chinchiná, Caldas, septiembre 2011-abril 2012

| Fecha | Estaciones | Número de Especies | Producción (kg) |
|----------|--|--------------------|-----------------|
| 31-08-11 | 1, 2, 3, 4, 5 | - | - |
| 07-09-11 | 1, 2, 3, 4, 5 | 4 | 9.5 |
| 21-09-11 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 | 5 | 7.5 |
| 18-01-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 4 | 4.5 |
| 01-02-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 3 | 1.5 |
| 15-02-12 | 11, 12 | 6 | 4.5 |
| 22-02-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 1 | 1.5 |
| 26-02-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 3 | 2.5 |
| 07-03-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 4 | 4.5 |
| 14-03-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 2 | 2.5 |
| 21-03-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 4 | 5.5 |
| 26-03-12 | 11, 12, 13, 14, 15 | 4 | 2.5 |
| 13-04-12 | 1, 2, 3, 4, 5 | 4 | 5.0 |

CONCLUSIONES

La documentación existente sobre la calidad del agua del río Cauca es abundante en los departamentos del Valle del Cauca y del Quindío, donde estudios limnológicos y de contaminación se han realizado, buscando aplicar la legislación vigente. En Caldas en cambio, es escasa a excepción de algunos informes técnicos contratados (CGA / CHEC-Grupo EPM, 2008-2010); no se tenía información precisa sobre los peces en las estaciones escogidas en este estudio. Los peces del río Cauca han sido estudiados por diferentes investigadores, que los han analizado cronológicamente desde diferentes aspectos: biología, conservación, ecología, inventarios, nuevas especies y taxonomía. Las condiciones físicas y químicas del agua, así como las épocas de lluvias y de secas, constituyen uno de los principales elementos reguladores de las alteraciones de frecuencia de los peces en el río. Las aguas del río Cauca no son las más óptimas para albergar la diversa fauna de peces, que por años y tradicionalmente se ha considerado una de los ríos con mayor riqueza íctica del occidente del país, al menos en el recurso pesquero. Las condiciones de las aguas del río Cauca y el ciclo hidrológico en los años 2011, 2012 y siguientes, determinarán la recuperación de la riqueza faunística que lo caracterizaba.

La caracterización física (sólidos suspendidos totales, temperatura) y química (conductividad, oxígeno disuelto, pH), realizada en las aguas de los ríos San Francisco (Est. 1) y Campoalegre (Est. 5), ambos efluentes del Cauca y el propio río Cauca (Ests. 2, 3, 4), muestran tendencias muy similares a pesar de las diferencias e impactos presentes en sus cuencas, no obstante las variaciones están asociadas íntimamente a la

época climática del año. Lo más importante y que se pudo comprobar en el presente estudio, es que las épocas de lluvias y de secas regularon la frecuencia y abundancia relativa de los peces en el río Cauca.

Chaetostoma fischeri (cucha de piedra, corroncho marrón) fue la especie más abundante, por su presencia equitativa en las estaciones de muestreo, su presencia constante en casi todas las estaciones, quizás se deba a que el sustrato le es favorable y porque el alimento bentónico que se encuentran en el sedimento, pueden complementar su dieta. Los muestreos se realizaron durante un período de secas y lluvias muy intenso, lo cual debe tenerse en cuenta, pues se alteraron los ciclos normales de las especies. La frecuencia de tallas, muestra que se está produciendo un evidente reclutamiento de juveniles de las diferentes especies. Vale la pena resaltar que los ejemplares menores de 10 cm de longitud estándar, se devolvieron con vida al río.

Existen según los pescadores, otras relaciones entre la presencia de los peces y el clima. Cuando hay lluvias y las aguas crecen, los peces no encuentran su alimento (vegetales y animales micro y macroscópicos), disminuyen al máximo su ritmo alimenticio, se guarecen de la corriente del río y se ‘enmoyan’ o se encuevan. Cuando hay tiempo seco, los peces iliófagos, herbívoros y carnívoros se desplazan fácilmente (mejor visibilidad y pocas corrientes), en busca de su alimento, pero naturalmente también se exponen a los aparejos pesqueros que los pueden atrapar con más facilidad.

En los muestreos, esto se evidenció en los últimos meses (agosto y septiembre) de 2011 cuando se produjeron las máximas capturas en diversidad o número de especies y captura total (producción, en kg), en cambio de enero a abril de 2012, se comprobó la disminución paulatina de los peces, tanto en diversidad como en producción.

Fuera de los resultados agrupados por el análisis estadístico (media, mediana, máximos y mínimos), se pueden ver que datos aislados muestran situaciones muy particulares en cuanto a la conductividad, el oxígeno disuelto, el pH, los sólidos sedimentables y la temperatura, pues la tendencia no tuvo una secuencia lógica, mes a mes, pero sí fluctuaciones ante las condiciones climáticas presentes antes y durante los días de muestreo.

Agradecimientos

A la Corporación Hidroeléctrica de Caldas-CHEC y al Grupo Empresas Públicas de Medellín-EPM, por la financiación del “Proyecto Universidad de Manizales / CHEC-Grupo EPM, 2011-2012, Contrato 100000.243.11.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-LEÓN, R., R.H. OROZCO-REY, M.E. PÁRAMO-FONSECA & D. RESTREPO-SANTAMARÍA., 2013. Peces fósiles y actuales de Colombia: distribución, diagnosis de referencia y nombres comunes e indígenas. Ecoprints Diseño Gráfico y Audiovisual Ltda. Bogotá D.C. (Colombia), 346 p.
- ARDILA-RODRÍGUEZ, C.A. 2008.- *Lebiasina ortegai* (Characiformes: Lebiasinidae), nueva especie, sistema del Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. de Ictiol.)*, 10: 17-25.
- BOTERO-BOTERO, A. & RAMÍREZ-CASTRO, H., 2011. Trophic ecology of *Brycon henni* (Pisces: Characidae) in the Portugal de Piedras River, upper Cauca basin, Colombia. *Rev.MVZ Cordoba*[online]. 16 (1): 2349-2355.
- CGA / CHEC., 2008a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (4 de septiembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas-Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 1, s.p.
- CGA / CHEC., 2008b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (12 de noviembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 2, s.p.
- CGA / CHEC., 2008c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (18 de diciembre de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 3, s.p.
- CGA / CHEC., 2009a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (8 de enero de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 4, s.p.
- CGA / CHEC., 2009b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (19 de febrero de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 5, s.p.
- CGA / CHEC., 2009c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (7 de abril de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 6, s.p.
- CGA / CHEC., 2009d.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (27 de mayo de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 7, s.p.
- CGA / CHEC., 2009e.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (13 de agosto de 2008). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 8, s.p.
- CGA / CHEC., 2009f.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (22 de octubre de 2009). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 9, s.p.
- CGA / CHEC., 2010a.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (6 de enero de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 10, s.p.
- CGA / CHEC., 2010b.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (25 de febrero de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 11, s.p.
- CGA / CHEC., 2010c.- Análisis de calidad de aguas del río Cauca en el sector de confluencia con el canal de evacuación de lodos del Embalse San Francisco en el Municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, a partir de la caracterización de la fauna acuática (17 de junio de 2010). Consorcio González Aristizábal / Central Hidroeléctrica de Caldas- Grupo Empresas Públicas de Medellín. Manizales (Caldas). Informe técnico 12, s.p.
- DAHL, G., 1971.- *Los peces del norte de Colombia*. In: Acero-Sánchez, A., J. I. Hernández-Camacho & P. Cala-Cala (eds.). MinAgri-cultura-INDERENA, Talleres Litografía Arco. Bogotá D. E. (Colombia), 391 p.
- CORDERO, E.A., 1982.- Estudio comparativo del bocachico *Prochilodus reticulatus magdalenae* Steindachner 1878 (Pisces: Curimatidae) de dos regiones diferentes del río Cauca en el Departamento de Antioquia. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Univ. de Antioquia.
- de SANTANA, C.D. & J.A. MALDONADO-OCAMPO., 2005.- *Apteronotus milesi*, a new species of ghost knifefish (Otophysi: Gymnotiformes: Apterodontidae) from the Cauca River, Colombia. *Ichthyological Exploration of Freshwater*, 16 (3): 223-230.

- FLÓREZ, P.E., 1999.- Estudio biológico-pesquero preliminar de tres especies ícticas del alto río Cauca, Embalse de Salvajina. *Cespedesia*, 23 (73-74): 47-60.
- FLÓREZ-AMAYA, F., 1985.- Observaciones ecológicas sobre los peces bocachico real (*Prochilodus mariae* Eigenmann 1922) y el bocachico cardumero *Suprasinelephichthys laticeps* Valenciennes 1849) del sistema del río Metica y algunos datos comparativos del bocachico (*P. reticulatus magdalenae* Steinlachner 1878) del Río Cauca, afluente del Río Magdalena, Colombia. *Act. Biol. Colomb.*, 1 (2): 9-33.
- GARCÍA-ALZATE, C.A. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2008.- *Hypheobrycon ocaosensis* sp. n. (Teleostei, Characidae) una nueva especie para el Alto Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 31 (2): 11-23.
- GARCÍA-ALZATE, C.A., ROMÁN-VALENCIA, C., TAPHORN-BAECHLE, D.C. & GONZÁLEZ, M.I., 2010.- Physicochemical and biological characterization of the Roble River, upper Cauca, western Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*. N/S, 12 (1): 5-16.
- GARCÍA-ALZATE, C.A., ROMÁN-VALENCIA, C., LOPERA, D.X., GONZÁLEZ, M.I. & M. ŠIMUNOVIĆ., 2008.- Physicochemical and biological variables of San José Creek, Otún River drainage/upper Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 18: 38-48.
- GARCÍA-ALZATE, R.J., GARCÍA-ALZATE, C.A. & BOTERO-BOTERO, A., 2009.- Composición, estacionalidad y hábitat de los peces de la quebrada Cristales, afluente del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 19: 115-121.
- GÉRY, J., 1966c.- Endemic characoid fishes from the upper Río Cauca at Cali, Colombia. *Ichthyologica, The Aquarium Journal*, 37: 13-24.
- GÉRY, J., 1972a.- Contribution à l'étude des poissons characoides de L'Equateur avec une revision du genre endémique du Río Cauca. *Acta Humboldtiana Ser. Geológica, Paleontológica et Biológica*, 2: 1-112.
- LEHMANN-ALBORNOZ, P., 1999a.- Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. Univ. del Valle.
- LEHMANN-ALBORNOZ, P., 1999b.- Composición y estructura de las comunidades de peces de dos tributarios en la parte alta del Río Cauca, Colombia. *Cespedesia*, 23 (73): 9-45.
- LÓPEZ-MACÍAS, J.N. & RUBIO-RINCÓN, E.A., 2001.- Vulnerabilidad de especies ícticas nativas con relación a especies ícticas introducidas en la cuenca alta del Río Cauca. UDN. *Rev. Zootecnia*, 4 (7): 9-20.
- LÓPEZ, J. & ROMÁN-VALENCIA, C., 1996.- Sobre la biología del corroncho *Chaetostoma fischeri* (Pisces: Loricariidae) en el Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. UBJTL-Bol. Ecorrópica: Ecosistema Tropicales, 30: 37-57.
- LOZANO-ROJAS, D.H., 1978.- Estudio ictiológico de los principales ríos de la zona sur de la cuenca hidrográfica del río Cauca (departamento del Valle del Cauca). Tesis Profesional. Fac. Biol. Marina. Univ. de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano", 168 p.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A., ORTEGA-LARA, A., USMA-OVIEDO, J.S., GALVIS-VERGARA, G., VILLA-NAVARRO, F.A., VÁSQUEZ-GAMBOA, L., PRADA-PEDREROS, S. & ARDILA-RODRÍGUEZ, C.A., 2005.- *Peces de los Andes de Colombia*. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", Bogotá D. C. (Colombia), 346 p.
- MILES, C., 1943.- *Estudio económico y ecológico de los peces de agua dulce del Valle del Cauca*. Publ. Sría. Agricul. Depto. Valle del Cauca, Cali (Valle).
- MOJICA-CORZO, J.I., CASTELLANOS-CASTILLO, C., USMA-OVIEDO, J.S. & ÁLVAREZ-LEÓN, R., (eds.). 2002.- *El libro rojo de los peces dulceacuicolas de Colombia*. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN-UNC / IIRBAVH / MINAMBIENTE / CI-Colombia. Santa Fe de Bogotá D. C., Colombia.
- MOJICA-CORZO, J.I., USMA-OVIEDO, J.S., ÁLVAREZ-LEÓN, R. & LASSO-ALCALÁ, C.A., (eds.). 2012.- *Libro rojo de peces dulceacuicolas de Colombia*. IIRBAVH / ICN-UNC / WWF Colombia / Universidad de Manizales. Bogotá D. C., Colombia.
- ORTEGA-LARA A., USMA-OVIEDO, J.S., SANTOS, N.L. & BONILLA, P.A., 2006.- Peces de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *IIRBAVH-Rev. Biota Colombiana*, 7 (1): 39-54.
- ORTEGA-LARA, A., MURILLO-GARCÍA, O.E., PIMIENTA, M., IDROBO, C. & STERLING, J.E., 2000.- *Los peces de la cuenca alta del Río Cauca. Riqueza ictiológica del Valle del Cauca*. CVC. Cali (Valle).
- PATIÑO-RODRÍGUEZ, A., 1973.- Especies de peces introducidas al Alto Río Cauca. *Cespedesia*, 2 (5): 65-74.
- RESTREPO-SANTAMARÍA, D. & ÁLVAREZ-LEÓN, R., 2011.- Peces del Departamento de Caldas, Colombia. *IIRBAVH-Rev. Biota Colombiana*, 12 (1): 95-112.
- ROMÁN-PALACIOS, C. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2015.- Hábitos tróficos de dos especies sintópicas de carácidos en una quebrada de alta montaña en los Andes colombianos. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.009>
- ROMÁN-PALACIOS, C., ROMÁN-VALENCIA, C. & TAPHORN-BAECHLE, D.C., 2014. Trophic and reproductive ecology of a neotropical characid fish *Hemibrycon brevipinnis* (Teleostei: Characiformes). *Caldasia* 36 (2): 289-304.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1988.- Clave taxonómica para la determinación de peces nativos del Departamento del Quindío, subsistema Alto río Cauca, Colombia. *UDA-Actualidades Biológicas*, 13 (64): 107-114.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1993.- Historia natural del jetudo *Ichthyolophus longirostris* (Steindachner, 1879) (Pisces: Prochilodontidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Brenesia*, 19 (6): 71-80.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1996.- Historia natural del rollizo *Piabucina* sp. (Pisces: Lebiasinidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.)*, 1: 89-96.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1998.- Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Caracidae) en el Alto Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 46 (3): 783-789.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2001a.- Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus* (Pisces: Siluriformes) en el Río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 49 (2): 657-666.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2001b.- Redescrpción de *Hemibrycon boquiae* (Pisces: Characidae), especie endémica de la quebrada Boquía, cuenca del Río Quindío, Alto Cauca Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. de Ictiol.)*, 4: 27-32.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2002.- Trophic and reproductive ecology of *Roebooides dayi* (Teleostei: Characidae) from upper Río Cauca, Colombia. *Boll. Mus. Cien. Nat. Torino*, 20 (2): 16-20.

- ROMÁN-VALENCIA, C., 2004a.- Datos bioecológicos del peje sapo, *Pseudopimelodus zungaro* (Pisces: Pimelodidae), de los Ríos Atrato y La Vieja, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 7: 29-31.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2004b.- Sobre la bioecología de *Lebiasina panamensis* (Pisces: Lebiasinidae), de los Ríos Atrato y La Vieja, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 7: 33-35.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2005.- Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 8: 9-17.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2009a.- Diversidad fenotípica en peces del género *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) del sistema del Río Magdalena-Cauca, Colombia. *Brenesia*, 71-72: 27-40.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 2009b.- Variación morfológica de las especies *Hemibrycon boquía* y *Hemibrycon rafaelse* (Characiformes: Characidae), en el Río Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 57 (3): 541-556.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & CALA-CALA, P., 1997.- Las especies colombianas del género *Creagrutus* (Pisces: Caracidae). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 21 (79): 143-153.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & PERDOMO, A., 2004.- Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de los Ríos Cauca y Magdalena, Colombia. *Rev. Museo Argentino Ciencias Naturales*, N/S, 6 (1): 175-182.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2005.- Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper part of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 8: 9-17.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & GIRALDO, A., 2006.- Trófica y reproducción de *Cetopsorhamdia boquillae* (Pisces: Siluriformes) en Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 16: 49-61.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & BOTERO-BOTERO, A., 2006.- Trophic and reproductive ecology of a species of *Hemibrycon* (Pisces: Characidae) in Tinajas creek, Quindío River drainage, upper Cauca basin, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*. N/S, 8 (1): 1-8.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2006.- Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los Ríos Magdalena y Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29 (2): 123-131.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & GARCÍA-ALZATE, C.A., 2007.- Análisis comparativo morfogeométrico de *Characidium caucanus* y *Characidium* sp. (Pisces: Characidiinae) en el Alto río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 21-24.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & SAMUDIO, H., 2007.- Dieta y reproducción de *Lasiancistrus caucanus* (Pisces: Loricariidae) en la cuenca del Río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*, N/S, 9 (2): 95-101.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & HERNÁNDEZ, J.H., 2007.- Ecología trófica y reproducción de *Imparfinis nemacheir* (Siluriformes: Heptapteridae) de la cuenca del Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 25-32.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & ARCILA-MESA, D.C., 2008.- *Hemibrycon rafaelse*, n.sp. (Characiformes, Characidae), a new species from the upper Cauca River with key to Colombian species. *Animal Biodiversity and Conservation* 31: 67-75.
- ROMÁN VALENCIA, LEHMANN-ALBORNOZ, C.P., & MUÑOZ, A., 1999.- Presencia del género *Callichthys* (Siluriformes: Callichthyidae) en Colombia y descripción de una nueva especie para el Alto Río Cauca. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 3: 53-62
- ROMÁN-VALENCIA, LEHMANN-ALBORNOZ, C.P., & RUBIO-RINCÓN, E.A., 1999.- Distribución y constancia de los peces del Río San Miguel y el zanjón Bagazal en el Alto Río Cauca, Colombia. *UDA-Actualidades Biológicas*, 21 (71): 163-172.
- ROMÁN-VALENCIA, BOTERO-BOTERO, C.A. & RUIZ-CALDERÓN, R., 2003.- Trophic and reproductive ecology of *Robeoides dayi* (Teleostei: Characidae) from upper Río Cauca, Colombia. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino*, 20 (2): 487-496.
- ROMÁN-VALENCIA, C., VANEGAS-RÍOS, J.A. & ARCILA, D., 2005.- Análisis de algunas variables físicas, químicas y biológicas en tres quebradas la cuenca alta del Río Cauca, Colombia. *Rev. Invest. Univ. del Quindío*, 15: 83-96.
- ROMÁN-VALENCIA, C., HERNÁNDEZ, J.H. & SAMUDIO, H.F., 2007.- Sobre ecología de *Characidium caucanum* (Pisces: Crenuchidae) en el Alto Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Rev. Asoc. Colomb. Ictiól.)*, 9: 33-42.
- ROMAN-VALENCIA, C., GIRALDO, A. & RUIZ-CALDERÓN, R.I., 2008.- Dieta y reproducción de dos especies sintópicas: *Hemibrycon boquiae* y *Bryconamericus caucanus* (Pisces: Characidae) en la quebrada Boquía, Río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Rev. Museo Argentino de Ciencias Naturales*, N/S, 10 (1): 55-62.
- ROMÁN-VALENCIA, C., ARCILA-MESA, D.K. & GARCÍA, M.D., 2009a.- Diversidad fenotípica en peces del género *Hemibrycon* (Characiformes: Characidae) del sistema del Río Magdalena-Cauca, Colombia. *Brenesia*, 71-72: 27-40.
- ROMÁN-VALENCIA, C., VANEGAS-RÍOS, J.A. & GONZÁLEZ, M.D., 2009b.- Análisis comparado de las especies del género *Brycon americanus* (Teleostei: Characidae) en la cuenca de los Ríos Cauca-Magdalena y Ranchería, Colombia. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*, 80: 465-482.
- ROMÁN-VALENCIA, C., GARCÍA-ALZATE, C.A., RUIZ-CALDERÓN, R.I. & TAPHORN-BAECHLE, D.C., 2010.- A new species of *Hemibrycon* (Teleostei: Characidae) from the Roble River, Alto Cauca, Colombia, with a key to species known from the Magdalena-Cauca River Basin. *Zoology*, 60 (2): 99-105.
- RUIZ-CALDERÓN, R.I. & ROMÁN-VALENCIA, C., 2006.- Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los Ríos Magdalena y Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 29 (2): 123-131.
- STEINDACHNER, F., 1880.- ZurFisch-fauna des Cauca und der Flüssebei Guayaquil. *Denks. K. Akad. Wiss., Wien*, 41: 20-72.

AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS NATIVOS EN CULTIVOS DE CAÑA PANELERA Y PRUEBAS DE PATOGENICIDAD SOBRE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Rubian Augusto López-Llano¹ & Alberto Soto-Giraldo²

Resumen

Los nematodos entomopatógenos son organismos habitantes del suelo que interactúan como importantes reguladores de su ecosistema, los cuales son utilizados como controladores de plagas en cultivos de importancia comercial. En este estudio se determinó la presencia de nematodos nativos en suelos provenientes de cultivos de caña panelera de los municipios de Supía, Riosucio y Filadelfia del departamento de Caldas. Se evaluó igualmente la mortalidad que causan dichos organismos sobre larvas de *Diatraea saccharalis*. Se encontraron 15 aislamientos pertenecientes al género *Steinernema* y 6 al género *Heterorhabditis*. Se seleccionaron 10 de los aislamientos de nematodos más virulentos sobre *Galleria mellonella* (nueve de *Steinernema* y uno de *Heterorhabditis*) para inoculación *in vitro* sobre larvas de último instar de *D. saccharalis*, empleando el método de inmersión, mostrando mortalidades entre el 10% y el 52%, 72 horas después de la infestación. Estos resultados contribuyen al conocimiento de la diversidad de nematodos entomopatógenos en el departamento de Caldas y dan una perspectiva del posible empleo de estos organismos como un componente importante del manejo integrado de *Diatraea* en caña panelera.

Palabras clave: control biológico, manejo integrado de plagas, *Steinernema*, *Heterorhabditis*.

* FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

¹ Estudiante Ingeniería Agronómica. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: rubian069@hotmail.com. **ORCID:** 0000-0002-2321-0049

² I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales Colombia. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co. **ORCID:** 0000-0002-9727-8919

CÓMO CITAR:

LÓPEZ-LLANO, R.A. & SOTO-GIRALDO, A., 2016.- Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 114-123. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.8



ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES NATIVE IN RAW CANE SUGAR CROPS AND PATHOGENICITY TESTS ON *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Abstract

Entomopathogenic nematodes are soil-dwelling organisms acting as important regulators of their ecosystem which are currently used as controllers of pests in commercially important crops. In this study, the presence of native nematode in soils from raw cane sugar crops located at the municipalities of Supía, Riosucio and Filadelfia of the Department of Caldas, was determined. The mortality caused by these organisms on larvae of *Diatraea saccharalis* was also evaluated. Fifteen isolates belonging to the genus *Steinernema* and 6 to the genus *Heterorhabditis* were found. Ten of the most virulent nematodes on *Galleria mellonella* (nine *Steinernema* and one *Heterorhabditis*) were selected for in vitro inoculation on last instar larvae of *D. saccharalis* using the immersion method, showing insect mortalities ranging from 10% and 52%, 72 hours after infestation. These results contribute to the knowledge of the diversity of entomopathogenic nematodes in the department of Caldas and give a perspective on the possible use of these organisms as an important component in the integrated management of *Diatraea* in raw cane sugar.

Key words: biological control, integrated pest management, *Steinernema*, *Heterorhabditis*.

INTRODUCCIÓN

El barrenador *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) es considerado la plaga más nociva para las plantaciones de caña de azúcar, de la cual se extraen azúcar, panela y biocombustibles (GALLO *et al.*, 2002; BADILLA & GÓMEZ, 2003; VARGAS *et al.*, 2013). Este insecto presenta amplia distribución y su presencia ocurre durante todo el ciclo del cultivo (GÓMEZ & LASTRA, 1995; PÉREZ & MARTÍNEZ, 2011). El hábitat críptico que presentan las larvas hace que el control químico sea poco eficaz como medida de control. Debido a esto, organismos entomopatógenos que habitan el suelo como hongos (ARCAS *et al.*, 1999; GONGORA, 2008), bacterias (RAMOS *et al.*, 2004) y nematodos entomopatógenos (NEP) (KAYA & GAUGLER, 1993; SÁNCHEZ & RODRÍGUEZ, 2007; CAMPOS *et al.*, 2008; BATALLA-CARRERA *et al.*, 2010), son objeto de estudio sobre el barrenador con el fin de incorporarlos en programas de manejo integrado de la plaga en cultivos de caña de azúcar, reduciendo el impacto ambiental y contribuyendo a la preservación de la diversidad a través de una menor presión sobre las especies (GÓMEZ, 1995).

Los NEP (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) son habitantes del suelo que parasitan artrópodos, principalmente insectos en estados inmaduros, gracias a que poseen una relación simbiótica con bacterias gram-negativas de los géneros *Xenorhabdus* (THOMAS & POINAR, 1979) y *Photorhabdus* (BOEMARE *et al.*, 1993). Esta simbiosis es altamente eficaz y tiene la capacidad de matar a su hospedante entre 24 y 72 h después del ingreso del nematodo en estado infectivo (J3 ó J1) a la cavidad hemocélica, principalmente a través de las aberturas naturales. Los heterorhabditidos poseen una estructura quitinizada (diente) capaz de perforar la cutícula (BEDDING & MOLYNEUX, 1982). En el hemocele, el nematodo libera una colonia de bacterias entomopatógenas cuya función es degradar los tejidos hasta ocasionar la muerte del hospedante por septicemia (BURNELL & STOCK, 2000), propiciando a la vez un medio de alimentación para el nematodo. Las bacterias asociadas a los NEP presentan un cuadro típico de infección en el que la coloración del cadáver permite identificar el género de NEP involucrado (POINAR, 1979). Los NEP's presentan buen potencial en el control de plagas en cultivos de caña de azúcar (BELLINI & DOLINSKI, 2012), estando asociados actualmente a investigaciones (FERRER *et al.*, 2004; TAVARES *et al.*, 2007) que buscan su incorporación en el MIP del sistema productivo. Los aislamientos e investigaciones de NEP en predios destinados al cultivo poseen gran potencial, debido a que estos organismos son atraídos por compuestos radiculares exudados por la caña de azúcar (TONELLI, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue aislar NEP nativos en suelos provenientes de cultivos de caña panelera de los municipios de Supía, Riosucio y Filadelfia del departamento de Caldas y evaluar la patogenicidad que presentan dichos organismos a larvas de *D. saccharalis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Control Biológico y en el Centro de Investigación y Cría de Enemigos Naturales de la Universidad de Caldas, ubicado en Manizales (Coordenadas 5°05'N y 75°40' W), y se dividió en dos fases:

1. Fase de búsqueda y aislamiento: se seleccionaron 17 predios sembrados en caña panelera que presentaran alta infestación de *Diatraea* spp. en Supía, Riosucio y Filadelfia de Caldas. En cada predio se tomaron cinco muestras de suelo de 500 g y se depositaron en bolsas plásticas previamente rotuladas, las cuales se llevaron al Laboratorio de Control Biológico de la Universidad de Caldas para su análisis. Los sitios de muestreo se georreferenciaron.

Para determinar la presencia de NEP nativos se utilizó la técnica conocida como "insecto trampa" descrita por BEDDING & AKHURST (1975), la cual consistió en depositar 500 g de suelo en un recipiente plástico y 10 larvas de último instar de

Galleria mellonella (Lepidoptera: Pyralidae), conocida por su alta susceptibilidad a dichos organismos (SHAPIRO *et al.*, 2002; ARANDA & BUSTILLO, 2007). Las muestras permanecieron en la oscuridad y a temperatura ambiente durante 10 días; a partir del quinto día se inició la extracción de larvas de *G. mellonella* muertas, se ubicaron en cajas Petri y se sometieron a un periodo de incubación de 72 h a 25°C. Las larvas que presentaron síntomas por ataque de nematodos (POINAR, 1979) fueron aisladas y se ubicaron posteriormente en trampas 'White' modificadas por KAYA & STOCK (1997), con el fin de aislar NEP. Las larvas infectadas permanecieron durante 9 días en las respectivas trampas, mientras se realizaron cosecha de NEP a los 5, 7 y 9 días. Finalmente, se observó la actividad de los NEP al contar el número de juveniles infectivos observados en 10 alícuotas (10 µl), con ayuda de un estereomicroscopio marca Olympus. Después de decantar tres veces cada muestra de NEP, se almacenaron en tubos Falcon® de 50 mL en solución de hipoclorito de sodio [0,05%] + bicarbonato de sodio [0,5%], con concentraciones de NEP /mL no superiores a 5.000 individuos y se ubicaron en refrigerador a temperatura promedio de 16°C durante 15 días para analizar la supervivencia y garantizar la virulencia de los juveniles infectivos al momento de realizar las inoculaciones (MOLINA *et al.*, 2006; ANDALO *et al.*, 2011).

2. Pruebas de patogenicidad (*in vitro*) sobre *D. saccharalis*: se seleccionaron los 10 aislamientos de NEP que presentaron mayor virulencia sobre *G. mellonella*, basados en los criterios de porcentaje de mortalidad de larvas (mayor o igual al 70%), reproducción (número de juveniles infectivos emergentes con promedio superior a 70.000 NEP/larva) y porcentaje de supervivencia (superior a 80% después de 15 días de almacenamiento) (Tabla 1). Se evaluó la mortalidad de las larvas a las 24, 48 y 72 h después de las inoculaciones llevadas a cabo por el método de inmersión, en las que se utilizaron soluciones de 100 mL con 400.000 NEP de cada aislamiento (4.000 JI/mL), de acuerdo con la metodología propuesta por SHAPIRO *et al.* (2002). Se utilizó el diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento, cada unidad experimental estuvo conformada por una caja Petri de 9,0 cm de diámetro y 10 larvas de último instar de *D. saccharalis* con dieta suministrada por el laboratorio Bioagro para la alimentación de las larvas, en ausencia de luz y a temperatura ambiente. Se realizaron evaluaciones de mortalidad a las 24 h, 48 h y 72 h después de la infestación, sometiendo las larvas muertas al mismo proceso de aislamiento de NEP descrito para *G. mellonella*. El tratamiento testigo consistió en larvas de *D. saccharalis* inmersas en agua destilada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran una alta presencia de NEP en la zona de estudio, ya que el porcentaje de aislamientos positivos alcanzó el 88,2%, valor probablemente relacionado con las prácticas de agricultura de baja intensidad (CAMPOS *et al.*, 2008) que se

desarrollan en torno al cultivo de la caña panelera en los municipios de estudio. Se presentó mortalidad de larvas de *G. mellonella* entre el 8% y el 92% (Tabla 1), existiendo una relación directa entre el porcentaje de larvas muertas y el número de JIs. emergentes por larva (Figura 1), debido probablemente al número de JIs. que ingresaron a la cavidad hemocélica de cada larva y se reprodujeron exitosamente.

Tabla 1. Aislamientos de NEP, virulencia sobre larvas de *G. mellonella* y supervivencia al almacenamiento durante 15 días a 16°C.

| Localidad | Género aislado | Larvas muertas (%) | JIs. emergentes por larva (promedio) | Supervivencia al almacenamiento (%) |
|------------|------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Paraíso | <i>Steinernema</i> | 76 | 73560 | 90 |
| Guanábano | <i>Steinernema</i> | 72 | 71680 | 90 |
| Higuerón | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 80-10 | 82117-63820 | 90-70 |
| Gibraltar | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 82-6 | 81240-55670 | 90-75 |
| Primavera | <i>Steinernema</i> | 92 | 88050 | 95 |
| Campanario | <i>Steinernema</i> | 76 | 72620 | 95 |
| La Linda | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 70-10 | 72175-56210 | 95-70 |
| La Pucha | <i>Steinernema</i> | 70 | 71060 | 98 |
| El Alto | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 76-8 | 78067-35100 | 100-70 |
| Taparcal | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 20-72 | 76231- 101070 | 68-90 |
| La Vuelta | <i>Steinernema-Heterorhabditis</i> | 42-2 | 65050-34280 | 70-70 |
| Santa Inés | <i>Steinernema</i> | 24 | 19800 | 88 |
| Guácimo | <i>Steinernema</i> | 8 | 3700 | 80 |
| H. juvenil | <i>Steinernema</i> | 46 | 23413 | 60 |
| Travesías | <i>Steinernema</i> | 8 | 16500 | 64 |
| Villamaría | - | 0 | 0 | 0 |
| El Guamo | - | 0 | 0 | 0 |

En el 100% de los aislamientos positivos se observó la presencia de nematodos del género *Steinernema* y 40% de ellos adicionalmente el género *Heterorhabditis*.

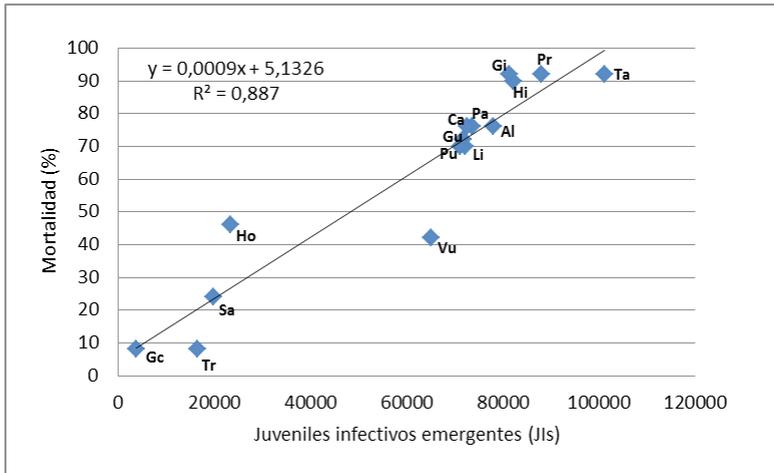


Figura 1. Virulencia de NEP's sobre larvas de *G. mellonella*. (Las letras indican las localidades a las cuales corresponden los aislamientos): Gc: Guacimo; Tr: Travesías; Sa: Santa Inés; Ho: Hogar juvenil; Vu: La Vuelta; Pu: La Pucha; Li: La Linda; Gu: Guanábano; Ca: Campanario; Al: El Alto; Pa: Paraíso; Hi: Higuerón; Gi: Gibraltar; Pr: Primavera; Ta: Taparcal

El promedio de JIs. emergentes por larva muestra una alta capacidad de reproducción de los NEP nativos en larvas de *G. mellonella*. Diez aislamientos, entre ellos nueve del género *Steinernema* spp. y uno de *Heterorhabditis* spp., superaron el promedio de JIs./larva de 70.000 y muestran a la vez un porcentaje de supervivencia al almacenamiento superior a 80%. Estos aislamientos fueron seleccionados para realizar las respectivas inoculaciones sobre *D. saccharalis*, cuya mortalidad después de 72 h se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Aislamientos seleccionados para inoculación en larvas de *D. saccharalis* y la mortalidad ocasionada.

| Localidad | Género inoculado | Nombre muestra | Mortalidad de <i>D. saccharalis</i> (%) |
|------------|------------------------|----------------|---|
| Paraíso | <i>Steinernema</i> | St8-PA | 10 |
| Guanábano | <i>Steinernema</i> | St9-GU | 16 |
| Higuerón | <i>Steinernema</i> | St9-HI | 14 |
| Gibraltar | <i>Steinernema</i> | St10-GI | 26 |
| Primavera | <i>Steinernema</i> | St10-PR | 10 |
| Campanario | <i>Steinernema</i> | St8-CA | 18 |
| La Linda | <i>Steinernema</i> | St10-LI | 22 |
| La Pucha | <i>Steinernema</i> | St7-PU | 0 |
| El Alto | <i>Steinernema</i> | St8-AL | 38 |
| Taparcal | <i>Heterorhabditis</i> | Hb7-TA | 52 |

La mortalidad presentada por *D. saccharalis* evidencia la capacidad de los NEP's nativos de ingresar al cuerpo de las larvas del barrenador y cumplir su función como parásito. El género *Heterorhabditis* spp. (Hb7-TA) mostró un mejor comportamiento durante el ensayo, tal como se ha evidenciado en otras investigaciones (BELLINI & DOLINSKI, 2012), alcanzando una mortalidad de 52%, seguido por el aislamiento de *Steinernema* spp. (St8-AL) con 38%. El aislamiento La Pucha no presentó ningún grado de virulencia sobre *D. saccharalis*, mientras que el resto de aislamientos virulentos de *Steinernema* spp. ocasionaron mortalidad entre el 10% y 38% (Tabla 2). El tratamiento testigo no registró mortalidad de larvas de *D. saccharalis*.

Los resultados evidencian que la mortalidad de larvas se inició entre las 24 y 48 h después de la inoculación, alcanzando un valor promedio de 20,6% a las 72 h (Figura 2)

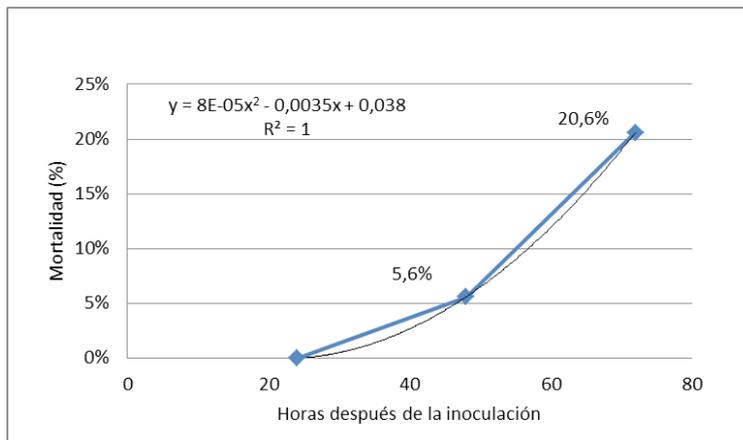


Figura 2. Porcentaje de mortalidad ocasionada por NEP sobre *D. saccharalis* a través del tiempo.

En la Figura 3 se relaciona el comportamiento de los nematodos nativos sobre *G. mellonella* y *D. saccharalis* en estado larval. Taparcal (Hb7-TA) evidencia los mayores porcentajes de mortalidad en los dos artrópodos, presentando un efecto de virulencia alto sobre *G. mellonella* (92%) y superando el 50% sobre *D. saccharalis*. El Alto (St8-AL), presentó el comportamiento con menor heterogeneidad en la mortalidad ocasionada con 75% sobre *G. mellonella* y 38% sobre *D. saccharalis*, los demás tratamientos presentaron un comportamiento variable en relación al grado de virulencia ocasionado sobre ambas especies. El aislamiento La Pucha (St7-PU) no presentó ningún efecto de mortalidad sobre *D. saccharalis*, por lo cual se infiere que en total el 90% de los aislamientos seleccionados para inoculaciones son virulentos sobre larvas de *D. saccharalis*.

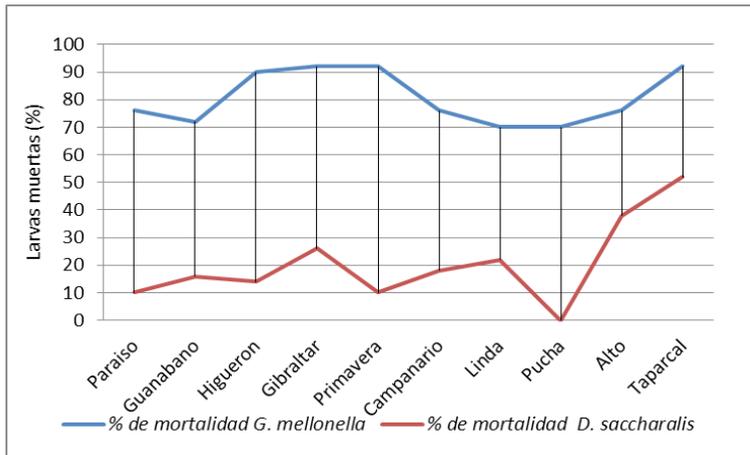


Figura 3. Aislamientos de NEP nativos y porcentaje mortalidad en larvas de *G. mellonella* y *D. saccharalis*.

La integración de NEP en el manejo de plagas de la caña de azúcar es una propuesta interesante analizada con anterioridad por varios autores, donde indiscutiblemente se presentan diferentes retos en torno a su uso como controladores biológicos debido a sus dificultades cuando se exponen a condiciones extremas; sin embargo, gracias al conocimiento que se ha alcanzado en la nematología entomológica, se sabe que es posible combinar el efecto letal de los NEP con efectos sinérgicos propiciados por la interacción con organismos como *Bacillus thuringiensis* (KOPPENHOFER & KAYA, 1997; POLANCZIK & ALVES, 2005) y *Metarhizium anisopliae* (ANSARI *et al.*, 2004), entre otros, y que además este efecto puede ser potencializado con productos que reducen la susceptibilidad a los ambientes externos como inhibidores de luz UV y humectantes que reducen la desecación en el exterior (SMITS, 1996; ANSARI *et al.* 2004; SCHROER *et al.*, 2005; JUNG & KIM, 2006; DELGADO & APONTE, 2012).

El alto porcentaje de aislamientos positivos de NEP encontrado (88,2%), demuestra una alta presencia de dichos organismos asociados al cultivo de caña panelera y sugiere que la zona de estudio posee ecosistemas edáficos con amplia diversidad por explorar, teoría reforzada por el hallazgo de múltiples larvas de *G. mellonella* afectadas por hongos entomopatógenos durante las evaluaciones. Su estudio y aplicación pueden contribuir con la reducción de la aplicación de agroquímicos en este y otros sistemas productivos agrícolas, apoyados en las cualidades que tienen estos organismos como lo son: su amplia distribución, elevada tasa reproductiva, ciclo de vida corto, capacidad de búsqueda y otras ventajas que los definen como excelentes controladores biológicos.

Los aislamientos de *Heterorhabditis* Hb7-TA y de *Steinernema* St8-AL, evidenciaron características propias de JIs. deseables en un programa de manejo de plagas, hecho

que debe ser verificado en campo por investigaciones futuras, complementándolas con la especialización de NEP en plagas de interés a través de la inoculación de múltiples generaciones de JIs. sobre la misma especie.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Proyección de la Universidad de Caldas, y al Proyecto “Implementación del Centro de Investigación, Innovación y Tecnología al sector Panelero del departamento de Caldas-Centro BEKDAU” por el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- ANDALÓ, V., MOINO JR, A., MAXIMINIANO, C., CAMPOS, V.P. & MENDONÇA, L., 2011.- Influence of temperature and duration of storage on the lipid reserves of entomopathogenic nematodes. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2): 203-209.
- ANSARI, M.A., TIRRY, L. & MOENS, M., 2004.- Interaction between *Metarhizium anisopliae* CLO 53 and entomopathogenic nematodes for the control of *Hoplia philanthus*. *Biological Control*, 31(2): 172-180.
- ARANDA, R. & BUSTILLO, A.E., 2007.- Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. *Cenicafé*. Colombia, 58(2): 142-157.
- ARCAS, J.A., DÍAZ, B.M. & LECUONA, R.E., 1999.- Bioinsecticidal activity of conidia and dry mycelium preparations of two isolates of *Beauveria bassiana* against the sugarcane borer *Diatraea saccharalis*. *Journal of Biotechnology*, 67(2-3): 151-158.
- BADILLA, F. & GÓMEZ, J., 2003.- Pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en Nueva Concepción, Guatemala. *Manejo Integrado de Plagas Y Agroecología* (Costa Rica), 67: 18-22.
- BATALLA-CARRERA, L., MORTON, A. & GARCÍA-DELPINO, F., 2010.- Efficacy of entomopathogenic nematodes against the tomato leafminer *Tuta absoluta* in laboratory and greenhouse conditions. *BioControl*, 55(4): 523-530.
- BEDDING, R.A. & AKHURST, R.J., 1975.- A simple technique for Soil, the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21: 109-110.
- BEDDING, R.A. & MOLYNEUX, A.S., 1982.- Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica*, 28(3): 354-359.
- BELLINI, L. & DOLINSKI, C., 2012.- Foliar application of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) for the control of *Diatraea saccharalis* in greenhouse. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3): 997-1004.
- BOEMARE, N.E., AKHURST, R.J. & MOURANT, R.G., 1993.- DNA relatedness between *Xenorhabdus* spp. (Enterobacteriaceae), Symbiotic Bacteria of Entomopathogenic Nematodes, and a Proposal to Transfer *Xenorhabdus luminescens* to a new genus, *Photorhabdus* gen. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, (18): 249-255.
- BURNELL, A.M. & STOCK, S.P., 2000.- *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts — lethal pathogens of insects. *Nematology*, 2(1): 31-42.
- CAMPOS, R., GÓMEZ-ROS, J.M., ESCUER, M., CUADRA, L., BARRIOS, L. & GUTIÉRREZ, C., 2008.- Diversity, occurrence, and life characteristics of natural entomopathogenic nematode populations from La Rioja (Northern Spain) under different agricultural management and their relationships with soil factors. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(6): 1474-1484.
- DELGADO, Y. & APONTE, A.S., 2012.- Virulencia, producción y desplazamiento de nematodos entomopatógenos sobre larvas del picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) en laboratorio. *Universitas Scientiarum*, 17(3): 283-290.
- FERRER, F., ARIAS, M., TRELLES, A., PALENCIA, G., NAVARRO, J.M. & COLMENAREZ, R., 2004.- Posibilidades del uso de nematodos entomopatógenos para el control de *Aeneolamia varia* en caña de azúcar. *Manejo Integrado de Plagas Y Agroecología* (Costa Rica), (72): 39-43.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.P.L., BATISTA, G.C., BERTI FILHO, E. & VENDRAMIM, J.D., 2002.- Entomología Agrícola. São Paulo, Ceres.
- GÓMEZ, L.A., 1995.- Manipulación y aumento de enemigos naturales en el MIP. *Bases Tecnológicas del MIP*, p.93-100.
- GÓMEZ, L.A. & LASTRA, L.A., 1995.- Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. *Cenicafé*. Cali, 249-253.
- GÓNGORA, C.E., 2008.- Los hongos entomopatógenos en el control de insectos: 133-149 (en) BUSTILLO, A.E. *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. FNC, Cenicafé, Chinchiná.
- JUNG, S. & KIM, Y., 2006.- Synergistic effect of *Xenorhabdus nematophila* K1 and *Bacillus thuringiensis* subsp. aizawai against *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biological Control*, 39(2): 201-209.
- KAYA, H.K. & GAUGLER, R., 1993.- Entomopathogenic Nematodes. *Annual review of Entomology*, 38(1): 181-206.
- KAYA, H.K. & STOCK, S.P., 1997.- Techniques in insect nematology. *Manual of Techniques in Insect Pathology*, 1: 281-324.
- KOPPENHÖFER, A.M. & KAYA, H.K., 1997.- Additive and Synergistic Interaction between Entomopathogenic Nematodes and *Bacillus thuringiensis* for Scarab Grub Control. *Biological Control*, 8(2): 131-137.

- MOLINA, J.P., MOINO Jr, A., SOUSA, R., ANDALÓ, V. & APARECIDA, L., 2006.- Effect of temperature, concentration and storage time on the survival of entomopathogenic nematodes. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1): 24-30.
- PÉREZ, E. & MARTÍNEZ, K., 2011.- Distribución espacial y ciclo de vida de *Diatraea* spp. en plantaciones de *Saccharum officinarum* (Caquetá, Colombia). *Ingenierías & Amazonia*, 4(2): 122-130.
- POINAR, G.O., 1979.- *Nematodes for biological control of insects*. Boca Raton, Florida. 227 p.
- POLANCZYK, R.A., ALVES, S.B., 2005.- Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (Costa Rica), 74(1): 24-33
- RAMOS, F., CARMONA, A. & BÈRES, M., 2004.- Evaluación de aislamientos de *Bacillus thuringiensis* tóxicos a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Bioagro*, 16(3): 183-188.
- SÁNCHEZ, L. & RODRÍGUEZ, M.G., 2007.- Potencialidades de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar cepa HC1 para el manejo de *Hypothenemus hampei* Ferr. Parasitismo y capacidad de búsqueda. *Revista de Protección Vegetal*, 22 (2): 80-84.
- SHAPIRO, D.I., GAUGLER, R., TEDDERS, W.L., BROWN, I. & LEWIS, E.E., 2002.- Optimization of inoculation for *in vivo* production of entomopathogenic nematodes. *Journal of Nematology*, 34(4): 343-350.
- SMITS, P.H., 1996.- Post-application Persistence of Entomopathogenic Nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 6(3): 379-388.
- SCHROER, S., YI, X. & EHLERS, R.U., 2005.- Evaluation of adjuvants for foliar application of *Steinernema carpocapsae* against larvae of the diamondback moth (*Plutella xylostella*), *Nematology*, 7(1): 37-44.
- TAVARES, F.M., FILHO, A., LEITE, L.G., ALMEIDA, L.C., SILVA, A.C. & AMBRÓS, C.M., 2007.- Efeito de *Heterorhabditis indica* e *Steinernema* sp. (Nemata: Rhabditida) sobre larvas do bico-do-cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* (Coleoptera: Curculionidae), em laboratório e casa-de-vegetação. *Nematologia Brasileira*, 31(1): 12-19.
- THOMAS, G.M., & POINAR, G.O., 1979.- *Xenorhabdus* gen. nov., a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 29(4): 352-360.
- TONELLI, M., 2014.- Resposta de nematoides entomopatogênicos aos voláteis radiculares de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) sob herbivoria de ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) (Mestrado dissertação, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"). 49 p.
- VARGAS, G., LASTRA, L.A., VILLEGAS, A. & BARCO, L.E., 2013.- *Diatraea tabernella*: Nueva especie de barrenador del tallo en el valle del río Cauca. Importancia y perspectivas de manejo. Serie divulgativa N° 16. Cali. Cenicaña, Cali.

EVALUACIÓN DE INVERNADEROS EN PRODUCCIONES PISCÍCOLAS

Christine M. Hahn-von-Hessberg & Alberto Grajales-Quintero¹

Resumen

Se evaluaron variables medioambientales (temperatura, oxígeno, pH) del agua en estanques, a las 6, 14, 22 horas. Las variables de producción analizadas fueron ganancia de peso (g/día/pez), consumo de alimento balanceado (pez/día/g) y conversión alimenticia. Los costos fijos representaron: mantenimiento del estanque e instalación del polímero en el piso y cubierta. Los costos variables se determinaron por el costo del alevino de *Oreochromis niloticus* y del alimento balanceado de 30% de proteína, evaluados en cuatro tratamientos: estanques con piso en tierra y cubierta plástica, piso en plástico y cubierta plástica, piso en plástico sin cubierta y estanques en tierra sin cubierta plástica. El plástico utilizado para la cubierta fue el *Agroclear XF* y para el piso de los estanques se utilizó el polímero *Agroblack No. 15*, utilizando un diseño en bloques completos al azar, en el tiempo y tres repeticiones por bloque. Los resultados muestran que la construcción en guadua de los invernaderos para los estanques utilizando *Guadua angustifolia*, es una opción económica para piscicultores, las cubiertas plásticas de los estanques permiten un control adecuado de la temperatura del agua en los estanques y controla en un 100% la depredación de peces por aves piscívoras. Se concluye que los estanques con piso en tierra y cubierta plástica fueron los más eficientes, presentaron facilidad de manejo, mayor producción de plancton, mejor rendimiento productivo y económico, que coincidió con la mayor estabilidad térmica, seguido por los estanques con piso en tierra sin cubierta plástica, convirtiéndose en una alternativa viable para optimizar la producción piscícola.

Palabras clave: invernadero, tilapia nilótica, temperatura, oxígeno, piscicultura.

¹ FR: 23-IX-16. FA: 18-X-16.

¹ Profesores, Departamento Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. Christine.hahn@ucaldas.edu.co ORCID: 0000-0002-0018-4642, Alberto.grajales@ucaldas.edu.co ORCID: 0000-0002-4665-3758

CÓMO CITAR:

HAHN-VON-HESSBERG, C.M. & GRAJALES-QUINTERO A., 2016.- Evaluación de invernaderos en producciones piscícolas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 124-137.

DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.9



EVALUATION OF GREENHOUSES IN FISH PRODUCTION

Abstract

Environmental variables (temperature, oxygen, pH) of the water of the ponds were evaluated at the 6, 14, and 22 hours. The production variables analyzed were weight gain (g/day/fish), consumption of balanced food (fish/day/g) and feed conversion. Fixed costs represented: pond maintenance and installation of polymer on the floor and cover. Variable costs were determined by the cost of the *Oreochromis niloticus* larva and 30% protein balanced feed, evaluated in four treatments: ground-floor ponds with plastic cover; plastic floor ponds and plastic cover; plastic floor ponds without cover; ground-floor ponds without plastic cover. The plastic used for the cover was AgrocLEAR XF, and for the floor of the pond the AgrobLack No.15 polymer was used, utilizing a design in randomized complete blocks in time and three replicates per block. The results show that construction of greenhouses in guadua for ponds using *Guadua angustifolia*, is an economical choice for fish farmers; the plastic covers of the ponds allow adequate control of the temperature of the water in the ponds and controls 100% fish predation by piscivorous birds. It is concluded that ground-floor ponds and plastic cover were the more efficient presenting ease of use, increased production of plankton, better productive and economical yield, coinciding with a greater thermal stability, followed by the ground-floor ponds without plastic cover, making it a viable alternative to optimize fish production.

Key words: greenhouse, Nile tilapia, temperature, oxygen, fish farming.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, el agua se valorará cada vez más, la escasez de recursos hídricos adquirirá carácter crítico, la competencia por este recurso aumentará y la escasez de agua potable afectará a un gran número de personas y producciones agropecuarias

Las prácticas insostenibles de pesca han reducido la base de los recursos pesqueros, se ha superado la capacidad biológica de recuperación, al ser mayor la demanda que la oferta de peces, disminuyendo ostensiblemente su aporte a la seguridad alimentaria (FAO 2009, 2014). El reto mundial consiste en mantener la oferta de productos de pesca para satisfacer la necesidad de proteína de una población cada vez mayor y permitiendo recuperar las poblaciones de peces sobre-explotados. Aproximadamente un 83,9% de la producción total de la acuicultura es producida en los países en desarrollo, superando el 36% del suministro mundial de productos pesqueros (FAO, 2010).

Muchos acuicultores indagan constantemente sobre la forma y medios para mejorar sus producciones, hacerlas eficaces, rentables y sostenibles. Se busca mejorar la pesca continental a través de sistemas agrícolas que incorporen la acuicultura y la agricultura, mediante la utilización integral de masas de agua pequeñas y medianas. Temas sociales, económicos e institucionales han sido reconocidos como limitantes para potenciar el aporte de la piscicultura al desarrollo rural, los aspectos técnicos de la acuicultura están relativamente bien desarrollados, pero el impacto de la acuicultura en la seguridad alimentaria y alivio de la pobreza en áreas rurales, está pobremente documentado (FAO, 2012).

Para mitigar el impacto de la acuicultura en el medio ambiente y evitar los efectos adversos en otras actividades, se busca mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales y lograr una ordenación ambiental apropiada, así, es probable que las prácticas extensivas y semi-intensivas sean más eficientes (FAO, 2011).

La acuicultura se enfrenta a retos como: combatir enfermedades y epizootias, eficiencia reproductiva, desarrollar alimentos apropiados y mecanismos de alimentación, proceso de cría y engorde, manejo de la calidad del agua, para lo cual se requiere nuevas tecnologías, donde se busca aumentar la productividad y la viabilidad económica (FAO, 2011). Dentro de este proceso se encuentra la capacidad de generar una producción limpia, rápido crecimiento de los ejemplares y ambientes eficientes (FAO, 2012). La debilidad de los países en desarrollo es la falta de ejemplos locales en acuicultura, que limita en los productores el desarrollo de habilidades y deseo de arriesgarse a poner en práctica nuevas opciones. Así por ejemplo, el uso de invernaderos en acuicultura no es frecuente. Las mejoras tecnológicas en producción acuícola no serán sostenibles, si no existen políticas adecuadas y marcos de reglamentación inspirados en criterios socioeconómicos y ambientales acertados.

Los factores que determinan el éxito de la acuicultura son diversos: desde las necesidades de la población (generación de empleo local, seguridad alimentaria y mitigación de la pobreza), hasta necesidades de diferentes sectores (beneficios, productividad y calidad uniforme de los productos). Por consiguiente, las tecnologías para el desarrollo sostenible de la acuicultura deberán ofrecer un conjunto de instrumentos diversos y adaptables, para que cada piscicultor seleccione y diseñe el sistema que mejor responda a sus necesidades y a las oportunidades y obstáculos del entorno local (FAO, 2012).

Israel, con una creciente demanda alimenticia, demuestra que la escasez de agua no es un impedimento para obtener producciones acuícolas rentables, con nuevos métodos de crianza en estanques, lagunas cubiertas adicionadas con oxígeno y filtros biológicos, han logrado obtener incrementos de la producción de 0,5 kg por m³ en estanque abierto hasta 20 kg por m³ en estanques cubiertos (FAO, 2011). Igualmente, se han obtenido rendimientos sorprendentes en la árida región del Néguev y Aravá,

utilizando sistemas cubiertos tipo tienda o burbuja, con los que en un período de tres años los piscicultores han logrado pasar de una producción de 350 t/año a 2.000 t/año (FEDLER, 2003; KLINGER & NAYLOR, 2012; LITTLE & HULATA, 2000)

El desarrollo de sistemas intensivos de producción en invernaderos en el sur de USA es notable, donde usan simplemente madera prensada o tanques rectangulares (150 – 160 m³) con recambio de agua de 60 a 120% por hora del volumen del tanque, suplementado con aireación, filtración y remoción de sólidos de fondo, la producción de fitoplancton contribuye a la alimentación de los peces, la temperatura puede llegar a ser crítica pues es manejada con recirculación (MUIR *et al.*, 2000).

En Colombia, muchas de las producciones de peces de cultivos comerciales y de seguridad alimentaria están ubicadas en la zona andina, donde las dificultades hídricas son cada vez más notorias, preocupa el alto índice de deforestación, intervención de las cuencas y contaminación; además, la variabilidad climática y el cambio climático no favorecen el crecimiento regular de las especies ícticas, disminuyendo de manera significativa los rendimientos esperados (GRAJALES, 2004). Uno de los grandes desafíos a corto plazo asumidos por Fedecua en Colombia para el apoyo del sector piscícola es mejorar los procesos sanitarios y ambientales (FEDEACUA, 2015).

El agua no es solamente el medio donde los organismos se mueven, es el medio del que obtienen las sustancias necesarias para sus procesos fisiológicos, expuesto a una serie de condiciones bióticas y abióticas diferentes que constantemente cambian su composición y calidad (WEDLER, 1998). La pérdida de agua por filtración y evaporación en un estanque puede llegar a ser de 30.000 l/año, con una producción media de una tonelada de pescado, para HUET (1970), un estanque en áreas tropicales pierde 2,5 cm/día promedio, lo que significa la necesidad de adoptar nuevas tecnologías de producción. Los sistemas de circulación continua pueden ser eficientes debido a la reutilización de la energía térmica, para evitar la pérdida por filtración y evaporación, por lo que se sugiere utilizar polímeros.

Los plásticos han contribuido al progreso de la agricultura al cambiar los factores ambientales como luz, humedad y temperatura. Siendo la luz uno de los factores prioritarios al buscar un porcentaje determinado que penetre en el invernadero, además de la termicidad (retención de calor) del plástico, el cual indica el porcentaje de radiación infrarroja (calorífica) que pasa del interior hacia el exterior, desarrollándose plásticos foto selectivos que mejoran la productividad en granjas avícolas y en piscicultura (PAPASEIT *et al.*, 2000; CROSS & STRAUSS, 1985). Las características deseables del polietileno térmico son: resistencia a la degradación por efectos a la intemperie (radiación solar, temperatura, lluvias, vientos), resistencia mecánica, bloquear el paso de las radiaciones UV comprendidas entre 190 nm y 350 nm, permitir el paso del mayor porcentaje de luz necesaria y visible como la radiación PAR comprendida entre

400 nm y 700 nm, paso de las radiaciones infrarrojas cortas de 800 nm a 2500 nm, causantes del calentamiento diurno. Evitar la salida de las radiaciones infrarrojas largas o caloríficas (longitud de onda mayor a 2500 nm) emitidas durante la noche por el suelo, logrando de esta manera el efecto térmico.

CALDERÓN & CHALÉN (2007), reportan cambios importantes en los cultivos del camarón *Penaeus vannamei* afectados por el virus de la mancha blanca (WSSV) al implementar invernaderos, así, a una temperatura de 33°C se reportaron supervivencias del 95% a diferencia de 27°C donde se registraron elevadas mortalidades; se pasó de una producción de 600 kg/ha de forma tradicional a 7.000 kg/ha. El polímero usado para el invernadero representa cerca del 45% del costo total. Para ZIMMERMAN (2005), los invernaderos son benéficos para reproducción y reversión sexual con tilapia nilótica e incrementan su producción. Según SENHORINI & LANDINES (2005), los peces que desovan en el medio ambiente natural una vez por año y en épocas determinadas como la familia Characidae y Pimelodidae, pueden ser sometidos a manejo de temperaturas adecuadas, usando invernaderos, logrando más de un desove por año.

Todos los países que desean desarrollar la acuicultura dependen generalmente de una especie selecta de carpa y de tilapia y algunas especies nativas, si éstas están disponibles. Así, la producción de peces en las naciones en desarrollo es dominada por ciprínidos y tilapias (FAO, 2012). De esta manera la acuicultura global se considera más dependiente de especies exóticas que de especies nativas. Muchas especies de peces, en especial la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), juega un papel importante, en proveer económica y fácilmente proteína de alta calidad al sector rural y genera divisas para exportación. No existe otra especie de tan fácil producción y reproducción en masa y tolerante a condiciones medio ambientales difíciles (FAO, 2011, 2012). PAESSUN & ALLISON (2003) utilizaron invernaderos con sistemas de recirculación de agua, utilizando tilapia nilótica y tilapia aurea, obteniéndose pesos de 167 g en 137 días.

El trabajo evaluó parámetros de temperatura, oxígeno y pH, utilizando polímeros en piso y cubierta en estanques piscícolas, para determinar el rendimiento productivo en alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*), se determinó la disminución de mortalidad, consumo de alimento y crecimiento de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el bioensayo en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas, ubicada en el municipio de Palestina del departamento de Caldas – Colombia, a 75° 45' de longitud occidental y 5° 04' de latitud norte, 1.050 msnm, humedad relativa de 75%, precipitación anual de 2.377 mm, temperatura ambiental promedio de 22,5°C y brillo solar anual de 2049 horas.

Se utilizaron alevinos machos reversados de tilapia nilótica (*O. niloticus*), con peso inicial de 3 g hasta alcanzar un peso promedio de 50 g \pm 5 g de peso vivo, en el 90% en los tratamientos. Se suministró alimento balanceado del 30% de proteína, a razón del 3% de su biomasa, tres veces diarias, y muestreos cada 21 días, del 15% de la población.

Se utilizaron doce estanques de 300 m² en promedio, adecuados según el tratamiento; con entrada permanente de agua y recambio de fondo. El plástico de cubierta utilizado fue el AgrocLEAR XF (antivectores), lámina coextruída estabilizada con Hals y antioxidante, con inhibidores UV 290 nm - 380 nm (1%), alta resistencia a la degradación solar y a los tratamientos químicos (azufre), con cargas infrarrojas para la termorregulación, capacidad de difusión de luz elevada, elimina sombras y permite un reparto lumínico homogéneo, (0.0235 x espesor mil), con una termicidad del 65%, transmisión de luz total del 85%, luz difusa 32%, luz UV a 380 nm. Para el piso de los estanques se utilizó el polímero AgrobLack No.15.

Para la evaluación de los polímeros se utilizaron cuatro tratamientos los cuales se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en los estanques con sus respectivas abreviaturas.

| Tratamiento | Condición | Abreviatura |
|----------------|--|-------------|
| T ₁ | Estanques con piso en tierra y cubierta plástica | PTCP |
| T ₂ | Estanques con piso en plástico y cubierta plástica | PPCP |
| T ₃ | Estanques con piso en plástico | PP |
| T ₄ | Estanques con piso de tierra | PT |

El diseño experimental se constituyó de cuatro tratamientos experimentales, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, en el tiempo y tres repeticiones por bloque. Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza de una sola vía. En el caso de encontrar diferencia estadística significativa ($p < 0,05$), entre las medias de tratamientos, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$). Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS (2007).

Las variables medio ambientales (temperatura, oxígeno, pH) analizadas del agua fueron tomadas a las 6, 14, 22 horas todos los días. Se utilizaron termómetros de máxima y mínima; oxímetro y pHmetro Pin Point tipo lapicero, que fueron calibrados regularmente y las variables de producción analizadas fueron: ganancia peso (g/día/pez), consumo de alimento balanceado (pez/día/g) y conversión alimenticia. Los costos fijos representados en: mantenimiento del estanque e instalación del polímero en el piso y cubierta. Los costos variables fueron dados por el costo del alevino y el costo del alimento balanceado.

Para la adecuación de los estanques se realizó levantamiento topográfico detallado con una estación total y programa AutoCat, posteriormente se perfilaron los taludes del estanque para evitar irregularidades. Para cubrir el piso de los estanques se utilizó el plástico Agroblack No. 15 (6 m x 100 m); ya que los estanques eran más amplios, se procedió a unir dos franjas del plástico, para lo cual se diseñó y construyó una máquina que llegó a una temperatura de 360°C por 6 seg para fusionar las dos planas de plástico.

Para fijar el plástico sobre los taludes, se realizó un canal (30 cm de profundidad por 25 cm de ancho) sobre la corona del talud, en el cual se colocó el plástico y se aprisionó con tierra, sembrándose posteriormente cubierta vegetal para evitar la erosión. Se utilizaron desagües con recambio de agua de fondo en PVC de cuatro pulgadas, instalados a presión con el plástico. Una vez instalados los plásticos en el piso, se procedió a colocar las cubiertas plásticas, con un diseño cuadrangular. Para los soportes de la cubierta plástica se utilizaron ‘cepas’ de guadua de 2,5 m de largas, enterradas en la parte superior de los taludes a una profundidad de 1,1 m y fijadas con templetes de acero, los cuales a su vez fueron fijados en una base de cemento a 1,1 m de profundidad con hierro corrugado de media y cruceta en la parte final del mismo, para darle mayor estabilidad en la época de vientos. En la parte superior de las guaduas, donde se fijó la cubierta, se protegió la guadua con pequeños tubos metálicos para evitar que los cables (calibre 12, galvanizado), no destruyeran la misma.

Al colocar el plástico de las cubiertas, Agroclear XF, se comenzó con las cortinas entre los estanques para independizar a estos, posteriormente se le colocó el techo de forma plana, dando una figura rectangular; en cada una de las cubiertas de los estanques se acondicionó en el centro un sifón, construido con un tubo de PVC de 20 cm de largo y cuatro pulgadas y se colgó un lastre, para facilitar la recolección del agua en los momentos de lluvia, y de esta manera, utilizarla directamente en el estanque; además, así se evitaría la erosión en la corona y los taludes. Finalmente, se colocaron las cortinas plásticas hacia el exterior de los mismos.

Una vez realizadas las instalaciones de la cubierta y los plásticos del piso, se procedió a llenar los estanques con agua y sembrarlos con alevinos de tilapia nilótica, a una densidad de 3 animales/m², con un peso inicial promedio de 3g (biomasa inicial de 9 g/m²).

RESULTADOS

Los datos obtenidos se analizarán en las siguientes tablas: en la Tabla 2 se describen los resultados obtenidos de la ganancia de peso, consumo de ración y conversión alimenticia de los alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*) levantados en los cuatro tratamientos investigados.

Tabla 2. Ganancia de peso, consumo de ración, conversión alimenticia de alevinos de tilapia nilótica (*O. niloticus*), en estanques con PTCP, PPCP, PP, PT.

| Tratamiento | Ganancia de peso (GP) g/pez | Consumo de ración g/pez | Conversión alimenticia |
|-----------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| T ₁ (PTCP) | 72,19±28,50 a | 70,02±27,58 | 0,97±0,17 |
| T ₂ (PPCP) | 48,73±17,57 b | 57,36±20,11 | 1,22±0,38 |
| T ₃ (PP) | 54,31±13,64 ab | 47,83±24,45 | 0,87±0,27 |
| T ₄ (PT) | 63,35±17,85 ab | 54,43±19,96 | 0,88±0,26 |

ANOVA para GP. $P < 0,05$; ANOVA para CR. $P > 0,05$; ANOVA para CA. $P > 0,05$. Medias de tratamientos dentro de la misma columna, seguidas por letras minúsculas diferentes, son estadísticamente diferentes entre sí ($p < 0,05$) por la prueba de Tukey. Para la variable ganancia de peso (GP), el mejor resultado obtenido fue para el tratamiento PTCP, pero con diferencias estadísticas con el tratamiento PPCP. Para las variables de consumo de alimento balanceado y conversión alimenticia no se presentaron diferencias estadísticas entre los cuatro tratamientos.

En las Tablas 3, 4 y 5 se describen los resultados de los registros obtenidos de los parámetros de temperatura, oxígeno y pH tomados a las 6, 14 y 22 h de los cuatro tratamientos.

Tabla 3. Temperaturas máximas, mínimas y promedio de 6, 14 y 22 h obtenidas para los cuatro tratamientos.

| | T ₁ (PTCP) | T ₂ (PPCP) | T ₃ (PP) | T ₄ (PT) |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Temp. Máx. 6 h | 32,89±3,26 a | 32,11±0,78 ab | 30,11±1,45 bc | 29,44±1,59 c |
| Temp. Mín. 6 h | 24,89±2,37 a | 24,78±2,64 a | 20,44±2,07 b | 21,33±1,32 b |
| Temp. Prom. 6 h | 29,16±1,01 a | 29,24±0,98 a | 26,20±0,61 b | 26,04±0,42 b |
| Temp. Máx. 14 h | 39,44±7,14 a | 36,56±1,51 ab | 33,22±1,30 b | 34,0±2,24 b |
| Temp. Mín. 14 h | 27,56±2,65 a | 27,11±3,06 ab | 25,67±1,32 bc | 24,78±2,44 c |
| Temp. Prom. 14 h | 31,90±1,04 ab | 33,30±3,35 a | 29,64±0,85 bc | 28,53±2,57 c |
| Temp. Máx. 22 h | 34,56±2,55 a | 33,89±0,78 a | 31,44±1,42 b | 31,33±1,58 b |
| Temp. Min. 22 h | 25,56±2,35 ab | 26,0±2,60 a | 22,0±2,50 bc | 23,78±1,30c |
| Temp. Prom. 22 h | 30,09±1,20 a | 30,34±1,18 a | 27,44±0,80b | 27,41±0,59 b |

ANOVA para Tmx $P < 0,05$; ANOVA para Tmm $P < 0,05$; ANOVA para Tpr $P < 0,05$. El tratamiento que presentó la mayor temperatura a las 6 h fue el PTCP, con una diferencia de $3,45^{\circ}\text{C} \pm 1,67$ con el tratamiento PT. Al comparar los tratamientos con cubierta plástica, se obtuvo una temperatura de $2,73^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ más, que los tratamientos que no poseían cubierta plástica. Para la temperatura mínima de las 6 h, se observó que los tratamientos con cubierta plástica (CCP) presentaron $3,94^{\circ}\text{C}$ más que los tratamientos sin cubierta plástica (SCP). Para el promedio de temperatura de las 6 h se presentó una diferencia de $3,03^{\circ}\text{C}$ a favor de los estanques que presentaban cubiertas plásticas.

Para la temperatura máxima de las 14 h el mayor valor es obtenido en los estanques PTCP con una diferencia de $6,22^{\circ}\text{C}\pm 5,84$ con los estanques de PP. Para las temperaturas mínimas, el tratamiento PTCP presentó $2,78^{\circ}\text{C}\pm 0,21$ más que los estanques de PT. La mayor temperatura promedio la presentaron los estanques de PPCP y la menor el tratamiento control PT con una diferencia de $4,77^{\circ}\text{C}\pm 4,77$. Para los estanques CCP se obtuvo una mayor temperatura que para los estanques SCP.

Para la temperatura máxima de las 22 h, los estanques CCP presentaron $2,84^{\circ}\text{C}\pm 0,17$ más de temperatura que los tratamientos SCP. Los estanques SCP presentaron menores registros de temperatura a las 22 h, con una diferencia de $4^{\circ}\text{C}\pm 1,3$ con los tratamientos CCP. Para la temperatura promedio, los estanques con CCP presentaron $2,89^{\circ}\text{C}\pm 0,58$ más de temperatura que los estanques SCP.

Tabla 4. Oxígeno máximo, mínimo y promedio de las 6, 14 y 22 h obtenidas para los cuatro tratamientos.

| | T ₁ (PTCP) | T ₂ (PPCP) | T ₃ (PP) | T ₄ (PT) |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| O ₂ Máx. 6 h | 7,09±1,51 | 6,67±1,71 | 7,46±1,20 | 8,06±1,11 |
| O ₂ Mín. 6 h | 1,48±0,49 | 1,38±0,60 | 1,42±0,32 | 1,47±0,66 |
| O ₂ Prom. 6 h | 3,19±0,65 c | 3,64±0,64 bc | 4,02±0,82 a | 3,57±0,73 b |
| O ₂ Máx. 14 h | 7,68±0,88 | 8,14±1,32 | 8,02±0,89 | 7,80±1,23 |
| O ₂ Mín. 14 h | 1,63±0,56 ab | 1,53±0,76 b | 2,27±0,87 a | 2,12±0,73 ab |
| O ₂ Prom. 14 h | 4,47±0,75 ab | 4,23±0,83 b | 4,77±0,78 a | 4,71±0,8 ab |
| O ₂ Máx. 22 h | 7,30±1,58 | 7,52±1,28 | 7,60±1,04 | 7,49±1,38 |
| O ₂ Mín. 22 h | 1,82±0,49 | 1,49±0,41 | 1,83±0,66 | 1,71±0,45 |
| O ₂ Prom. 22 h | 4,06±0,67 ab | 3,99±0,70 b | 4,31±0,78 a | 4,23±0,70 ab |

ANOVA para Omx $P > 0,05$; ANOVA para Omm $P > 0,05$; ANOVA para Opr $P < 0,05$.

Los resultados obtenidos para los parámetros de oxígeno de máxima y mínima a las 6 h, no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. En el promedio se obtuvo que el mayor rango de oxígeno para 6 h fue en los estanques con PP y el menor se presentó en PTCP, con una diferencia de $0,83^{\circ}\text{C}\pm 0,17$.

Para las mediciones de las 14 h, en el rango máximo no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo para el valor mínimo de oxígeno, el de mejor comportamiento lo presentó el tratamiento de PP, con una diferencia de $0,74\pm 0,11$ ppm con los estanques PPCP. Se presentó un comportamiento similar para los valores promedios, con una diferencia entre los tratamientos PP y PPCP de $0,54\pm 0,05$ ppm.

Para los valores máximos y mínimos de oxígeno medidos a las 22 h no se presentaron diferencias entre los tratamientos. Para el valor promedio el que presentó los rangos más altos fue el tratamiento PP y el de menor valor el tratamiento PPCP.

Tabla 5. pH máximo, mínimo y promedio de las 6, 14 y 22 h obtenidos para los cuatro tratamientos.

| | T ₁ (PTCP) | T ₂ (PPCP) | T ₃ (PP) | T ₄ (PT) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| pH Máx. 6 h | 8,28±0,54 | 8,22±0,90 | 8,55±0,55 | 8,47±0,36 |
| pH Mín. 6 h | 4,32±1,72 | 4,62±2,03 | 4,59±2,22 | 4,48±2,10 |
| pH Prom. 6 h | 6,80±0,55 | 7,21±0,64 | 7,08±0,76 | 6,80±0,58 |
| pH Máx. 14 h | 8,87±0,99 | 8,60±0,7 | 8,58±0,88 | 8,49±0,61 |
| pH Mín. 14 h | 4,20±1,80 | 4,72±2,03 | 4,70±2,17 | 4,68±1,96 |
| pH Prom. 14 h | 7,22±0,66 | 7,18±0,82 | 7,19±0,92 | 7,16±0,65 |
| pH Máx. 22 h | 8,47±0,57 | 8,79±0,22 | 8,49±0,80 | 8,46±0,56 |
| pH Mín. 22 h | 4,53±1,95 | 4,56±2,14 | 4,57±2,13 | 4,54±2,04 |
| pH Prom. 22 h | 6,84±0,76 | 6,88±0,92 | 6,17±2,15 | 6,66±1,00 |

ANOVA para pHmx, pHmm y pHpr P > 0,05.

El valor de pH en los cuatro tratamientos y en las tres mediciones de las 6, 14 y 22 h permaneció estable, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

DISCUSIÓN

Para la variable ganancia de peso (GP) de los ejemplares de tilapia nilótica, el mejor resultado obtenido fue para el tratamiento de PTCP, donde se asume que este crecimiento obtenido se debe en parte a la mayor estabilidad de temperatura presentada, además según HAHN *et al.* (2007), los estanques con CCP presentan la mejor producción de plancton según los índices de Margaleff, Shannon-Weber y de abundancia relativa. Al ser los peces poiquiloterms, dependen directamente de la temperatura; así, al aumentar este factor aumenta proporcionalmente su metabolismo, y por tanto se presenta una mayor digestibilidad para las proteínas, que en algunas especies de peces aumenta hasta en un 89,6%. De igual manera, la digestibilidad de la grasa se incrementa cuando se presenta una variación de 5°C por encima del rango térmico superior al que se desenvuelve cada especie, por tanto se presenta un mayor crecimiento, mejor factor de conversión y estado general del animal (HEATH, 2000; MELARD *et al.*, 1989). Al realizar las observaciones de la condición física de las tilapias, esta se puede catalogar como óptima, coincidiendo con CALDERÓN & SONNENHOLZNER (2003), que sugiere que la temperatura influye directamente en la tasa de ingestión de alimento y la evacuación de las heces, obteniendo en las tilapias que la fracción de alimento ingerido, alcanzó el mayor nivel entre 26 a 31°C. No se presentaron pérdidas por predación de aves.

El tratamiento de PPCP presentó los índices más bajos en crecimiento, posiblemente dado por las altas temperaturas alcanzadas y por ende los bajos niveles de oxígeno, así, un aumento de temperatura en 10°C ocasiona que los procesos bioquímicos en el

agua reaccionan dos a cuatro veces más rápido (regla de van T. Hoff), aumentándose el consumo de oxígeno y la excreción de materia orgánica (BOYD, 1990; BOYD & TUCKER, 2012; WEDLER, 1998); sin embargo, se observó un buen estado general de los peces, sin mortalidades a causa de la predación de aves.

Los tratamientos de PP y PT presentaron condiciones similares del factor de crecimiento, coincidiendo el comportamiento con el registro de temperatura y el oxígeno. En estos estanques se presentó predación por parte de aves; para realizar control, se colocaron fibras plásticas por encima de los estanques y evitar así la pérdida de peces. El estado sanitario de los peces fue satisfactorio.

Para la variable de consumo de alimento balanceado y el factor de conversión alimenticia, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, estando el factor de conversión dentro de los rangos aceptables para la especie en las condiciones de siembra dadas (BOYD & TUCKER, 2012; WEDLER, 1998). Para el tratamiento de PPCP la conversión alimenticia se encuentra dentro de los límites superiores, lo cual coincide con los parámetros obtenidos de pocas ppm de oxígeno y temperaturas altas (BOYD & TUCKER, 2012; WEDLER, 1996; HEPHER, 1988). Al utilizar invernaderos, LUTZ (2000) reporta que se ha logrado obtener mortalidades por debajo del 6%, conversión alimenticia en el ciclo de engorde de 1,8 utilizando tilapia nilótica.

Al realizar el análisis del comportamiento de la temperatura de las 6 h, se observó que para los estanques CCP las oscilaciones al amanecer fueron menores que para los estanques SCP, dando una diferencia de 3,945°C, los cuales son significativos en el comportamiento de los peces, que concuerda con CALDERÓN & SONNENHOLZNER (2003), quien sugiere que las cubiertas plásticas mantienen estables las temperaturas del agua de los estanques durante la noche. Los polímeros negros en el piso de los estanques sin la cubierta, no mantienen la temperatura estable durante la noche, afectando indirectamente el crecimiento de los peces y coincidiendo con SARKAR (2006), quien observó que la temperatura del agua en los estanques tipo invernadero se puede incrementar entre 2,8 a 4,4°C por encima de los estanques al aire libre. ZHU *et al.* (1998) reporta un incremento de 5,2°C en estanques de un metro de profundidad. Para JAIN (2005) los estanques con una profundidad promedio de 1,25 m y con invernadero pueden proveer al agua un incremento entre el 5 a 15,1°C de temperatura, especialmente en la época de invierno, y ser usados en zonas frías o con invierno muy marcado.

Al realizar el análisis de la temperatura de las 14 y 22 h, se observó que los estanques con CCP presentan mayor temperatura que los estanques SCP, refutándose la teoría de que los polímeros negros en el piso aumentan y mantienen la temperatura, coincidiendo con SHUENHOFF *et al.* (2003), quienes reportan un aumento de temperatura en el día en estanques con polímeros y una mayor pérdida de temperatura en las horas del amanecer.

La concentración de oxígeno en un estanque está dada por la iluminación solar, fotosíntesis, días nublados, cantidad de plancton, materia orgánica y poblaciones bacterianas, además el viento permite intercambiar oxígeno en la capa superficial del agua y la columna de agua (RODRÍGUEZ & ANZOLA, 2001).

Los resultados obtenidos para el oxígeno (máximo) a las 6, 14 y 22 h, no presentaron diferencias entre los tratamientos, permaneciendo estable entre 6,67 y 8,14 ppm, catalogados como rangos óptimos para producción piscícola de clima cálido; sin embargo, rangos de 1,38 ppm o menores, pueden llegar a ser causantes de bajo crecimiento y conversiones deficientes en los peces (HEATH, 2000), coincidiendo con MELARD *et al.* (1989), que afirman que el consumo de oxígeno de las tilapias se aumenta cuando la temperatura se eleva, así, para un pez de 1 g el metabolismo basal se multiplica por nueve cuando la temperatura pasa de 20° a 32°C; para BOYD (1990), es común utilizar aireación de emergencia en horas de la noche, cuando los índices de oxígeno caen por debajo de 2 mg/l, además se debe tener en cuenta que más del 60% de las pérdidas en acuicultura se deben a problemas en el suministro de oxígeno (WEDLER, 1998), coincidiendo con MELARD *et al.* (1989), donde sugiere que el aumento del tenor de oxígeno por encima de 5 mg O₂/l, posee un efecto positivo sobre la curva de crecimiento en *O. niloticus*, pero con niveles por debajo de 3 mg O₂/l se puede registrar una disminución del crecimiento. Las oscilaciones de temperatura obtenidas en los diferentes tratamientos coinciden con los registros de oxígeno, corroborando la teoría donde la tasa de saturación del oxígeno aumenta si baja la temperatura y viceversa, disminuye si aumenta la temperatura, además los altos valores obtenidos posiblemente determinados por la alta fotosíntesis, coinciden con los valores presentados por la producción de plancton (BOYD & TUCKER, 2012; COLT & WATTEN, 1989; HAHN *et al.*, 2007; MELARD *et al.*, 1989; WEDLER, 1989).

El pH en aguas naturales depende del equilibrio de los óxidos de carbono y la relación entre el ácido carbónico y el bicarbonato. Los factores que influyen en el pH están dados generalmente por la composición del suelo, materia orgánica, respiración de los organismos acuáticos, productos de la fotosíntesis, el dióxido de carbono y otras sustancias arrastradas por las lluvias; así, las aguas naturales presentan generalmente valores que varían entre 6 y 9, donde los valores de 9 a 10 en el día se presentan fácilmente durante periodos intensos de fotosíntesis y durante la noche es común la acumulación de dióxido de carbono y el pH declina (BOYD & TUCKER, 2012), coincidiendo con los resultados obtenidos en los cuatro tratamientos donde no se presentaron diferencias significativas, permaneciendo dentro de los límites establecidos para una producción piscícola de tierra cálida en medios tropicales (BOYD, 1990; RODRÍGUEZ & ANZOLA, 2001). ROSS (2000) y DIJK *et al.* (1993), observaron que el crecimiento de las tilapias fue óptimo con un pH comprendido entre 7 a 9, con un ligero decrecimiento en un rango de pH 6; en rangos de pH 4 se comenzaron a presentar mortalidades

Para la evaluación económica de los cuatro tratamientos se obtuvo un mejor resultado para el tratamiento de los estanques con piso en tierra y cubierta plástica, seguido por el tratamiento control o piso en tierra sin cubierta plástica. El tratamiento de mejor rendimiento biológico y económico fueron los estanques de piso en tierra con cubierta plástica, seguido por los estanques control o piso en tierra sin cubierta y luego estanques con piso en plástico sin cubierta y por último estanques con piso en plástico y cubierta plástica.

CONCLUSIONES

La acuicultura enfrenta grandes retos, entre ellos el uso apropiado del agua. Esto representa la intervención de diferentes áreas del conocimiento, donde una de las principales metas es mejorar la producción, contribuir a la seguridad alimentaria y la generación de ingresos, disminuyendo los costos de producción.

Se considera que el diseño de la construcción de los invernaderos para los estanques utilizando guadua (*Guadua angustifolia*), es una opción económica para los productores en el campo. El diseño cuadrangular de las cubiertas plásticas con recolección de agua lluvia en el centro del mismo permite utilizar eficientemente el agua lluvia para el estanque, el cableado de la estructura de las cubiertas plásticas debe ser independiente para evitar pérdidas de las cubiertas plásticas por huracanes. El polímero evaluado para las cubiertas de los estanques, Agroclear XF, permite un control adecuado de las temperaturas dentro de los estanques, además de presentarse una buena producción de plancton en el agua de los mismos. El plástico Agroblac No. 15, permite controlar la filtración de los estanques en un 100%, pero no mantiene una temperatura estable en las horas de la madrugada, como es la creencia de los piscicultores. Se observó que las cubiertas plásticas de los estanques permiten controlar en un 100% la predación de peces por parte de aves piscívoras.

Los estanques con piso en tierra y cubierta plástica fueron los más eficientes, presentaron facilidad de manejo, mayor producción de plancton, mejor rendimiento productivo y económico, coincidiendo con la mayor estabilidad térmica, seguidos de los estanques con piso en tierra sin cubierta plástica.

REFERENCIAS

- BOYD, C.E., 1990.- Water Quality in Ponds for Aquaculture. Auburn University, Birmingham, Alabama.
- BOYD, C.E., & TUCKER, C.S., 2012.- Pond aquaculture water quality management. Springer Science & Business Media, USA.
- CALDERÓN, J. & CHALEN, D., 2007.- Estrategia de manejo en cultivo intensivo de camarón *Litopenaeus (Penaeus vannamei)* en invernaderos. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas –CENAIM- Ecuador.
- CALDERÓN V.J., & SONNENHOLZNER S., 2003.- Experiencias y desafíos en el uso de invernaderos. *Mundo Acuicola*, 9 (1): 28 - 30
- COLT, J. & WATTEN, B., 1989.- Applications of Pure Oxygen in Fish Culture. England. Elsevier Science Publishers Ltd.
- CROSS, P. & STRAUSS, M., 1985.- Utilization of excreta in agriculture and aquaculture. Part I: Existing Dübendorf, Suiza.
- DIJK, P.L.M., THILLARD, G.E.J.M. & WENDELAAR-BONGA, S.E., 1993.- The influence of gradual water acidification on the oxygen consumption pattern of fish. *Comp Biochem. Physiol.* 105: 421 – 427

- FEDLER J., 2003.- Cultivando en el desierto bajo túneles de plástico. Desafío del Desarrollo. Agricultura en Israel. Israel Ministry of Foreign Affairs.
- GRAJALES, A., 2004.- Evaluación de dos tipos de resolución de los SIG, utilizando la variabilidad espacial de la erodabilidad del suelo en la microcuenca “El Berrión”, Municipio de Palestina, Caldas, Colombia. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- HAHN-VON-HESSBERG, C.M., TORO, D.R., GRAJALES Q.A., & HENAO C.A.F., 2007.- Producción limnológica en estanques para el levante de larvas y postlarvas de especies nativas y foráneas, Caldas, Colombia. *Rev. Electr. de Ingeniería en Prod. Acuicola*, 2(2): 137-168.
- HEATH, A.G., 2000.- Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Inc, Boca Ratón, Florida.
- HEPHER, B. & PRUGININ, Y., 1988.- Cultivo de peces comerciales. Editorial Limusa, México.
- HUET, M., 1970.- Textbook of fish culture, breeding and cultivation of fish. Fishing News Books, Surrey, Inglaterra.
- HULATA, G., 1997.- Large scale tilapia fry production in Israel. *Israeli J. Aquacult. Bamidgeh*, 49: 174 - 179
- JAIN D., 2005.- Modeling the thermal performance of an aquaculture pond heating with greenhouse. Central Institute of Post Harvest Engineering and Technology. PAU Campus, Ludhiana, India.
- KLINGER, D. & NAYLOR, R., 2012.- Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course. *Annual Rev. of Environment and Resources*. 37: 247-276.
- LITTLE, D.C. & HULATA, G., 2000.- Strategies for Tilapia seed production: 89-128 (en) BEVERIDGE, A. & McANDREW, B.J., 2000, Tilapias: Biology and Exploitation, Kluwer Academia Publishers. Great Britain.
- LUTZ, C. G., 2000.- Production economics and potential competitive of commercial Tilapia culture in the Americas: 119-131 (en) COSTA-PIERCE, B.A. & RAKOCY, J.E., 2000, Tilapia Aquaculture in the Americas. Volume two. United States.
- MELARD, CH., DUCARME, CH., & LASSERE, J., 1989.- Technologie de l'élevage intensif du Tilapia. Tihange: Belgique. Laboratoire de Demographie des Poissons et de Pisciculture. CERER-Pisciculture. Piscimeuse.
- MUIR, J., VAN RIJ, J. & HARGREAVES, J., 2000.- Production in intensive and recycle systems, 405-445 (en) BEVERIDGE, A. & McANDREW, B.J., 2000, Tilapias: Biology and Exploitation, Kluwer Academia Publishers. Great Britain.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO, 2009.- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Roma, FAO.
- _____, 2010.- Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países, Colombia. FAO.
- _____, 2011.- Revisión regional sobre la situación y tendencias en el desarrollo de la acuicultura en América Latina y el Caribe – 2010. Roma, FAO, Circular No. 1061/3.
- _____, 2012.- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma, FAO.
- _____, 2014.- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Roma, FAO.
- PAESSUN, M.A. & ALLISON, R. 2003.- Maximizing tilapia production in recirculating systems by sequential rearing. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Alabama. Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, U.S.A.
- PAPASEIT, P., BADIOLA Y. & ARMENGOL, E., 2000.- Los plásticos y la agricultura. FIPMA. Fundación Chile, Universidad de Concepción. Chile.
- RODRÍGUEZ, G. H., & ANZOLA E., 2001.- La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura: 43-73 (en) Fundamentos de Acuicultura Continental. Segunda Edición. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Bogotá.
- ROSS, L.G., 2000.- Environmental physiology and energetics: 89-128 (en) BEVERIDGE, A. & McANDREW, B.J., 2000, Tilapias: Biology and Exploitation, Kluwer Academia Publishers. Great Britain.
- SAS Institute. JMP Statistics and Graphic Guide. Version 7.0 SAS Institute Inc., Cary, NC. (2007).
- SARKAR, B. & TIWARI, G.N., 2006.- Thermal modeling and parametric studies of a greenhouse fish pond in the Central Himalayan Region. Centre for Energy Studies, Indian Institute of Technology Delhi, Hauz Khas, New Delhi, India.
- SENHORINI, J.A. & LANDINES, M.A., 2005.- Generalidades sobre manejo de reproductores de peces reofílicos: 79-90 (en) Reproducción de Peces en el Trópico. Bogotá, D.C. Colombia.
- SCHUENHOFF, A., SHPIGEL, M., LUPATSCH, I., ASHKENAZI, A., MSUYA, F.E. & NEORI, A., 2003.- A semi-recirculating, integrated system for the culture of fish and seaweed. *Aquaculture*. 221: 167–81.
- WEDLER, E., 1998.- Introducción a la acuicultura con énfasis en los neotrópicos. Litoflash, Santa Marta, Colombia.
- ZIMMERMAN, J., 2005.- Reproducción de tilapias: 147-164 (en) Reproducción de Peces en el Trópico. Bogotá, D.C. Colombia.
- ZHU, S., DELTOUR, J. & WANG, S., 1998.- Modeling the thermal characteristics of greenhouse pond systems. *AquacultEng*. 18: 201-217.

NIDOS DE *Atta cephalotes* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE) EN SISTEMAS CAFETEROS CONTRASTANTES, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, COLOMBIA

Daniela Villanueva¹, Rocío García² & James Montoya Lerma³

Resumen

El presente estudio se propuso localizar, cuantificar y caracterizar los nidos de hormigas arrieras en dos sistemas cafeteros de manejo contraste en los municipios de Popayán y Cajibío en el Cauca. Para este fin, se seleccionaron ocho cafetales con sombra, ocho cafetales a libre exposición y cuatro fragmentos de bosque. En cada sitio se realizaron recorridos y se ubicaron los nidos activos, en cada uno, se recolectaron e identificaron los individuos de diferentes castas y se midieron los soldados. Se calculó el área de los nidos, el número y tamaño de las pistas de forrajeo y se registraron las plantas defoliadas. Se relacionó el número y área de los nidos con variables ambientales y se correlacionó el tamaño de los soldados con el área de los nidos. Se recolectaron 276 individuos pertenecientes a *cephalotes*. Se registraron cuatro nidos en fragmentos de bosque, ocho en cafetales con sombra y nueve en cafetales a libre exposición. El área de los nidos varió entre 0,90 y 758,34 m², con pistas de 1 a 32 m de longitud. El área de los nidos en los cafetales a libre exposición presentó diferencias significativas con respecto a los ubicados en cafetales con sombra y fragmentos de bosque, siendo estos últimos los de mayor tamaño. Se encontró una correlación positiva entre el tamaño de los nidos y riqueza arbórea, cobertura de dosel y espesor de hojarasca, mientras que fue inversa con la temperatura ambiente. El ancho de la cabeza se correlacionó de forma positiva con el área de los nidos. Se registraron 32 especies de plantas con signos de defoliación por *A. cephalotes*, lo que confirma el hábito generalista de esta especie. Se resalta la importancia de mantener especies asociadas al cultivo de café como recursos alternativos y de protección al forrajeo de la hormiga.

Palabras clave: colonias, cortadoras de hojas, hormiga arriera.

* FR: 21-VI-16. FA: 31-VII-16

¹ Bióloga, Universidad del Quindío.

² Docente programa de Biología, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. E-mail: rociogarcia@uniquindio.edu.co

³ Docente departamento de Biología. Universidad del Valle. E-mail: james.montoya@correounivalle.edu.co

CÓMO CITAR:

VILLANUEVA, D., GARCÍA, R. & MONTOYA LERMA, J., 2016.- Nidos de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en sistemas cafeteros contrastantes, departamento del Cauca, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 138-150. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.10



NESTS OF *Atta cephalotes* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE) IN CONTRASTING COFFEE MANAGEMENT SYSTEMS IN THE DEPARTAMENT OF CAUCA, COLOMBIA

Abstract

The aim of the present study was to localize, quantify and characterize the nests of the leaf cutting ants under two contrasting management systems in coffee areas of the municipalities of Popayan and Cajibío, Department of Cauca. Eight shaded coffee plantations, 8 free standing coffee plantations and 4 forest fragments were selected. At each site rounds were made and active search for nests was carried out; in each site individuals from different castes were collected and identified and soldiers were measured. The nests areas were calculated as well as the number and size of the foraging tracks, and the defoliated plants were recorded. The number and area of the nests were related to environmental variables and the size of soldiers in the nest area was correlated. A total of 276 individuals from *Atta cephalotes* was collected. Four nests were recorded in forest fragments, eight in shaded coffee plantations and nine in free standing coffee plantations. Nest areas varied between 0.90 and 758.34 m², with trails from 1 to 32 m length. The area of the nests located in free standing coffee plantations showed significant differences in relation to nests located in shaded coffee plantations and in forest fragments, the latter being the largest ones. A positive correlation between size of the nests and tree richness, canopy cover and thickness of fallen leaves was found, while it was inversely correlated with room temperature. The width of the head was positively correlated with the area of the nests. A total of 32 plant species with signs of defoliation by *A. cephalotes* was recorded confirming the general habit of these species. The importance of maintaining species associated to the coffee crop as alternative resources and for the protection of the ant foraging is highlighted.

Key words: colonies, leafcutter, mule-train ant.

INTRODUCCIÓN

Las especies de hormigas de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, comúnmente, conocidas como podadoras, arrieras, forrajeras o corta hojas, se diferencian de los otros géneros de Attini por su capacidad de utilizar el material vegetal cortado en el cultivo del hongo *Leucoagaricus gongylophorus* (ESCOBAR *et al.*, 2002). Las cortadoras de hojas se encuentran entre las plagas más destructivas de Suramérica; afectan cultivos de importancia económica y su efecto defoliador puede ser devastador, si no es controlado a tiempo (DELLA LUCIA, 2011; SANTOS - OLIVEIRA, 2006; MONTOYA-

LERMA *et al.*, 2012). Se considera que, bajo ciertas circunstancias, estas hormigas pueden ser generalistas, pero por lo común, su dieta difiere entre especies. Algunas prefieren plantas monocotiledóneas, como es el caso de *Ac. landolti*, mientras que otras como *A. cephalotes*, *A. sexdens* y *A. colombica* presentan una dieta mucho más amplia (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; VÉLEZ, 1997; ORTIZ & GUZMÁN, 2007).

En Antioquia, en aproximadamente un 70% de los 69 municipios muestreados, la hormiga arriera fue registrada en cultivos principalmente de café (variedades colombia y caturro), yuca, ñame, frijol, caña de azúcar, cítricos, mango, pastos y plantas ornamentales (ORTIZ & GUZMÁN, 2007). A pesar que se desconoce su verdadero impacto o daño económico, son catalogadas como plagas en estos cultivos (MONTOYA-LERMA, *com. per.*) y, por lo general, los agricultores recurren a diferentes estrategias de control, como el uso de insecticidas altamente tóxicos y costosos para eliminar el problema. Ante esta perspectiva, en el caso del café, surge el interrogante: ¿cuál es el impacto de la hormiga arriera en sistemas cafeteros? Como paso inicial en la búsqueda de una respuesta, es necesario ampliar el conocimiento sobre algunos aspectos biológicos de este insecto tales como verificar su presencia, identificar las especies en la zona así como sus preferencias de nidificación y herbivoría. Todo esto en un escenario de caficultura con manejo contrastante, como son los cafetales a libre exposición y los cafetales con sombrío.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en los corregimientos La Rejoja, municipio de Popayán y La Venta, municipio de Cajibío, departamento del Cauca (Figura 1), ubicados en la franja altitudinal entre los 1450 y 1750 msnm, zona caracterizada por una caficultura a pequeña escala, donde se seleccionaron ocho sitios (fincas) con cultivos de café a libre exposición y otros ocho sitios con cafetales con sombra. Además, se incluyeron en los muestreos cuatro fragmentos de bosque definido, según Holdridge (ESPINAL, 1968), como un bosque húmedo premontano (bh-PM).

Fase de campo

Entre julio y diciembre de 2014 se realizaron tres recorridos en cada uno de los sitios seleccionados, registrando (presencia o ausencia) de nidos de hormiga arriera. Fueron considerados todos aquellos sitios con nidos activos (*i.e.* con hormigas con carga forrajera entrando al nido o con presencia de soldados). Cada nido fue georreferenciado y marcado con una estaca y número de referencia (Figura 2). En cada colonia se tomaron muestras de individuos de diferentes castas y se preservaron en viales con alcohol al 90% para su posterior determinación taxonómica en laboratorio.

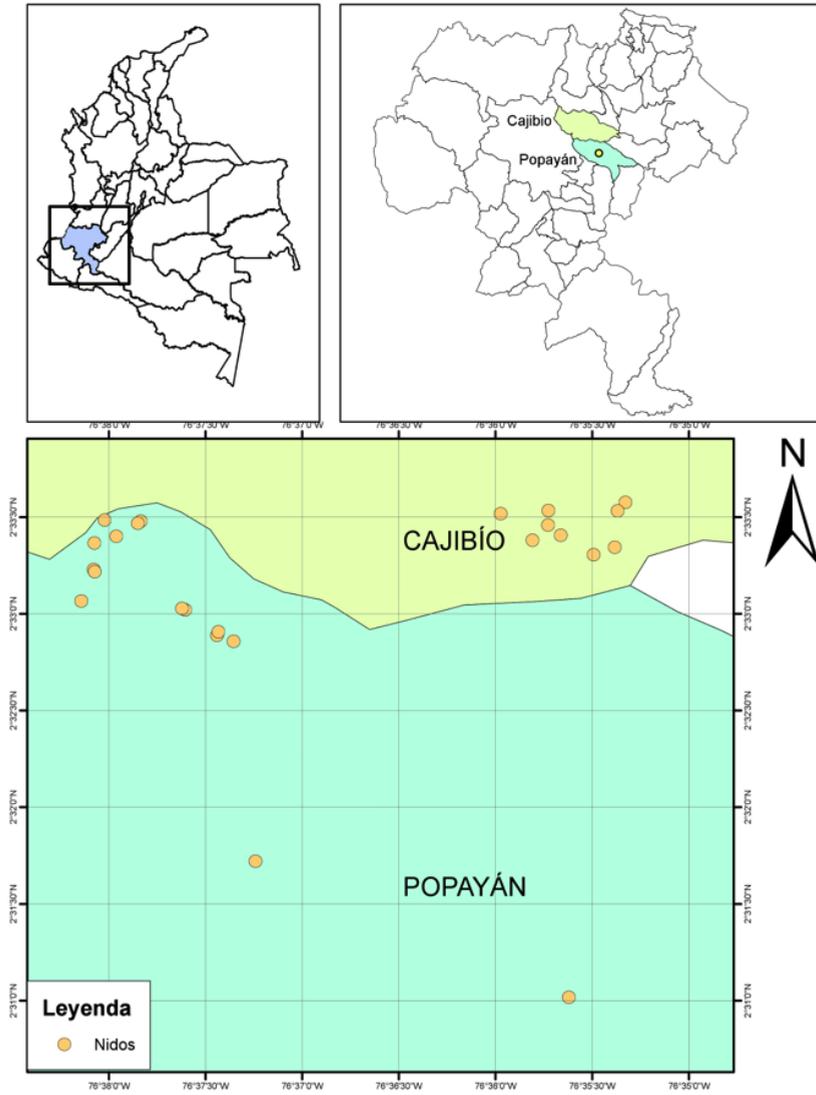


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en el departamento del Cauca, Colombia. Los puntos representan los nidos de *Atta cephalotes* en los municipios de Popayán y Cajibío.

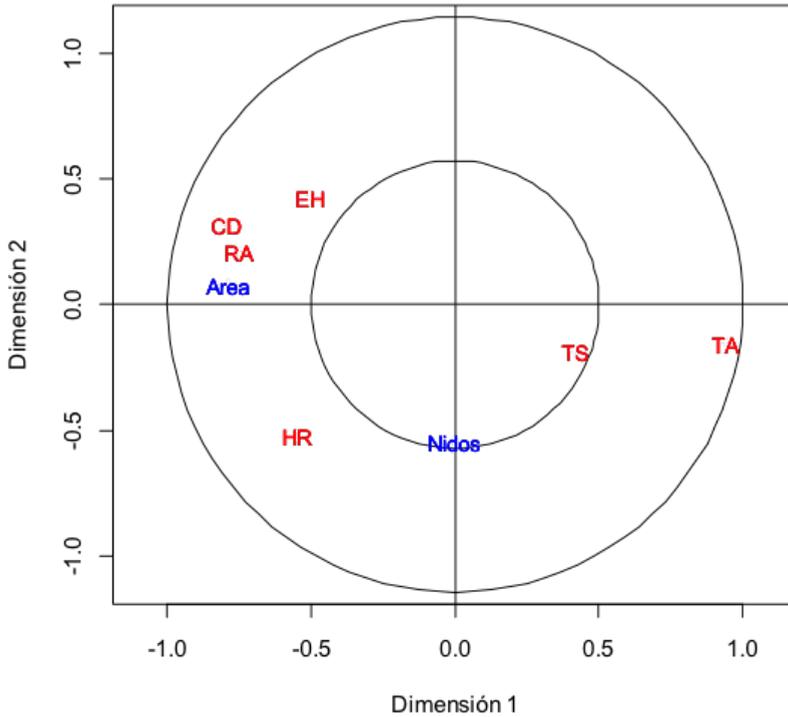


Figura 2. Análisis de correlación canónica entre variables ambientales y el tamaño y el número de nidos. Las letras en rojo simbolizan: RA: riqueza arbórea, CD: cobertura de dosel, EH: espesor de hojarasca, HR: humedad relativa, TS: temperatura del suelo y TA: temperatura ambiente; en azul el área de los nidos y el número de nidos.

Se calculó el área superficial de los nidos al tomar los montículos más externos como puntos de referencia para medir el ancho y el largo. Se midió el número de pistas o caminos de forrajeo del nido, teniendo en cuenta el ancho (cm) y largo (m) de las pistas, éstas se tomaron desde su origen en el nido hasta la base de las plantas de forrajeo. Las especies vegetales defoliadas por arriera fueron determinadas en el Herbario de la Universidad del Valle (CUVC) con base a las muestras recolectadas en campo. Cada planta con signos de defoliación se contó como un individuo y se registró la especie para análisis posteriores. Además, se analizaron variables de hábitat (cobertura de dosel, riqueza arbórea, espesor de hojarasca, humedad relativa, temperatura ambiente y del suelo), con el fin de determinar si existe una relación entre estas variables y el número y área de los nidos.

Fase de laboratorio

Los individuos recolectados (en promedio 10 soldados por nido), se determinaron en el laboratorio de ecología de hormigas de la Universidad del Valle, con ayuda

de un estereoscopio y las claves taxonómicas de MACKAY & MACKAY (1986) y FERNÁNDEZ *et al.* (2015). Luego de determinados, se depositaron en la colección del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV). En las medidas de los soldados: longitud total de la cabeza, ancho de la cabeza por encima de los ojos, distancia entre los ojos, largo de la antena, largo y ancho del tórax y longitud total, se usó un microscopio-estereoscopio Nikon SMZ 1B y el programa ImageJ (RASBAND, 1997).

Análisis de datos

Se realizaron análisis de correspondencia y de correlaciones canónicas para caracterizar los tipos de hábitat y relacionar la influencia de las variables de hábitat sobre la densidad y el tamaño de los nidos utilizando el programa R (R Core Team, 2015). Se correlacionó el tamaño de los soldados con el tamaño de los nidos aplicando el coeficiente de correlación de Spearman con el software SigmaPlot (Systat Software, San José, CA). Para analizar las variaciones en los tamaños superficiales de los nidos entre sitios se realizó un ANOVA de un solo factor, donde no se cumplió el supuesto de normalidad a partir de la prueba de Shapiro-Wilk, lo que conllevó a realizar una transformación de la variable con logaritmo natural, cumpliendo así con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza y validando el modelo; posterior a ello se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey en el software R (R Core Team, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las hormigas recolectadas

Todos los 276 individuos de diferentes castas recolectados directamente en los nidos o en pistas cercanas al orificio principal de entrada a la colonia, correspondieron a *Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758). Aunque no se puede descartar la presencia de otra especie de hormiga cortadora de hojas, nuestros resultados sugieren que ésta es dominante en la región. De hecho, *A. cephalotes* es la hormiga arriera con más amplia distribución en bosques y regiones agrarias del país y habita desde el nivel del mar hasta los 2000 metros de altura (ORTIZ & GUZMÁN, 2007; MONTOYA-LERMA *et al.*, 2012; FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Los nidos en este estudio estaban ubicados entre los 1598 y 1776 msnm, altura concordante con el rango de distribución de la especie.

Caracterización de nidos

El número de colonias por sitio fue bajo, entre 1 y 2 nidos, tal como se describe en otros estudios para *Atta* (WEBER, 1972; FOWLER *et al.*, 1986). En total se encontraron 21 nidos: 4 en los fragmentos de bosque, 8 en cafetales con sombra y 9 en cafetales a

libre exposición. En Costa Rica, VARÓN (2007) reporta una densidad de nidos de *A. cephalotes*, mayor en cafetales a libre exposición en comparación con los de sombra. Es de anotar que, en nuestro caso, la baja densidad de nidos en la zona de estudio no permite hacer este tipo de comparación, dado que los sitios de estudio presentan áreas reducidas y que además tienen una caficultura a pequeña escala con fragmentos de bosque muy incipientes y altamente intervenidos. Sumado a esto, debe tenerse en cuenta que en las zonas de cultivo, la densidad de nidos de arriera depende también del manejo y control que el agricultor decide implementar.

Los nidos presentaron áreas superficiales entre 0,90 y 758,34 m², tamaños considerados relativamente grandes a pesar de su ubicación en áreas de cultivo donde se emplean productos químicos para el control de plagas. Las pistas de forrajeo presentaron una longitud promedio entre 1 y 32 m y un ancho promedio entre 2,9 y 16,2 cm; en ocho nidos no se observaron pistas asociadas (Tabla 1). El área superficial de los nidos varió entre al menos dos de los tres tipos de manejo analizados ($F= 7,311$; $p= 0,0067$), la prueba Tukey sugiere diferencias entre las áreas de los nidos en cafetales a libre exposición con respecto a los de los bosques ($t= -3,577$; $p > 0,0085$) y a los de cafetales con sombra ($t= 2,671$; $p > 0,045$), pero se evidencia que entre los tamaños de los nidos de los cafetales con sombra y los fragmentos de bosque, no hay diferencias significativas ($t= -1,488$; $p > 0,33$).

Tabla 1. Datos de caracterización de los nidos de la hormiga arriera, *A. cephalotes* en cafetales del Cauca.

| Manejo | Área nido (m ²) | Pistas activas | Longitud pista (m) | Ancho pista (cm) |
|--------|-----------------------------|----------------|--------------------|------------------|
| CCS1 | 122,87 | 1 | 18,53 | 4 |
| | | 2 | 8,56 | 3 |
| CCS2 | 89,26 | 1 | 5,2 | 4,6 |
| | | 2 | 9,67 | 3,7 |
| CCS2 | 57,23 | 1 | 4 | 5,8 |
| CCS3 | 297,79 | 1 | 24,35 | 4,4 |
| CCS4 | 37,58 | 1 | 22,6 | 3,2 |
| CCS5 | 28,12 | 1 | 6,45 | 5,55 |
| CCS6 | 11,825 | 0 | 0 | 0 |
| CCS7 | 318,75 | 3 | 23,6 | 16,2 |
| CLE1 | 6,1 | 1 | 10,3 | 4,7 |
| CLE1 | 16,16 | 0 | 0 | 0 |
| CLE2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CLE2 | 0,98 | 0 | 0 | 0 |
| CLE3 | 9 | 0 | 0 | 0 |

| Manejo | Área nido (m ²) | Pistas activas | Longitud pista (m) | Ancho pista (cm) |
|--------|--------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------|
| CLE4 | 91,53 | 1 | 1,0 | 2,9 |
| CLE5 | 3,04 | 0 | 0 | 0 |
| CLE5 | 96,425 | 2 | 12,9 | 6,1 |
| CLE5 | 2,75 | 0 | 0 | 0 |
| BOS1 | 164,39 | 0 | 0 | 0 |
| BOS2 | 463,37 | 1 | 6,82 | 4 |
| BOS2 | 403,92 | 1 | 5,27 | 14 |
| BOS3 | 758,34 | 1 | 32,36 | 13,5 |

CCS: Cafetal con sombra, SOL: cafetal a libre exposición y BOS: Bosque.

En general, se observa un área más grande en nidos ubicados en sitios con mayor cobertura de dosel o sombra. En los cafetales a libre exposición, la temperatura y radiación solar son mayores y, en consecuencia, se reduce la humedad lo que puede afectar el tamaño del nido, dado que las obreras deben dedicar más tiempo a controlar las condiciones microambientales del nido para el crecimiento del hongo simbiote y protección de las crías (BOLLAZI & ROCES, 2002). Tampoco se puede desconocer que en los cafetales a libre exposición, la caficultura alcanza su máxima tecnificación con empleo de productos químicos y deshierbe de las arvenses, entre ellos se reporta el uso del organofosforado Lorsban® (clorpirifós) para el control de hormiga arriera que aunque reduce fuertemente el tamaño de los nidos o su desplazamiento, no inhibe la defoliación sobre el cafeto (observación personal). MOREIRA *et al.* (2004), señalan que el parámetro área del montículo no siempre representa el tamaño interno real del nido en *A. laevigata* y *A. bisphaerica* y, en especial, esto puede suceder cuando son manipulados por los agricultores.

Los resultados del análisis de correlación canónica (Figura 2), permite sugerir que el área superficial del nido se relaciona de manera directa con la riqueza arbórea y la cobertura de dosel, seguido por el espesor de hojarasca. Es decir, que a medida que la riqueza arbórea, cobertura de dosel y espesor de hojarasca sean mayores, el área superficial del nido también será más grande, característica encontrada en los cafetales con sombra y los bosques. Por otro lado, se presenta una relación inversa entre el área del nido y la temperatura ambiente, por lo tanto a medida que se tenga una mayor temperatura el área superficial del nido será menor, tal como se reporta en los cafetales a libre exposición. Esto concuerda con lo planteado por FORTI *et al.* (2011), quienes afirman que *A. cephalotes*, generalmente, construye sus nidos en lugares húmedos y sombreados, siendo estos parámetros (humedad y temperatura), importantes de controlar para el crecimiento del hongo. De igual forma en hábitats expuestos o con mayor incidencia de sol y mayores temperaturas, la colonia debe

regular la temperatura en el interior del nido y una forma de hacerlo es modificando su arquitectura, al construir cámaras más profundas (BOLLAZI & ROCES, 2007).

La representación gráfica de la relación entre variables ambientales y sitios, permite visualizar qué tan similares son los sitios, así los sitios con características similares se ubicarán más cercanos entre sí; en este caso, los cafetales con sombra se agrupan al lado superior derecho de la gráfica, los cafetales a libre exposición en la parte inferior derecha y los bosques en el lado izquierdo (Figura 3).

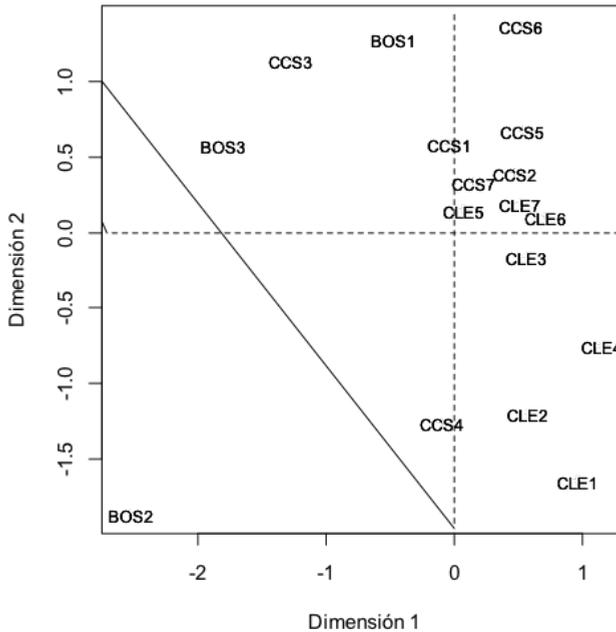


Figura 3. Agrupación de los sitios de acuerdo con la relación con las variables ambientales analizadas. (CCS: cafetal con sombra, CLE: cafetal a libre exposición y BOS: bosque).

En los soldados recolectados la longitud total varió entre 8,03 y 15,59 mm, las medidas restantes se promediaron para su posterior análisis (Tabla 2). Se encontró una correlación positiva entre el ancho de la cabeza por encima de los ojos y el área superficial de los nidos ($r = 0,830$; $p = 0,050$), es decir, que nidos grandes presentan soldados con cabezas grandes (Figura 4). La presencia de soldados es una característica apropiada para definir a los nidos maduros (HÖLDOBLER & WILSON, 2011) y la relación entre el ancho de la cabeza de los soldados y el área de los nidos podría ser usada para confirmar la madurez de estos. No obstante, se resalta que en nidos tratados con productos químicos, se reduce temporalmente el tamaño de la población, y es posible que no se encuentren soldados en sus colonias, lo que podría hacer confusa la edad real del nido.

Tabla 2. Medidas promedio de los soldados de *A. cephalotes* recolectados en cada nido.

| Manejo | Longitud total | Ancho tórax | Largo tórax | Longitud cabeza | Ancho cabeza | Distancia entre ojos | Largo antena |
|--------|----------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|----------------------|--------------|
| CCS | 12,05 | 1,52 | 5,59 | 4,07 | 5,48 | 3,88 | 10,37 |
| CCS | 13,81 | 2,17 | 6,73 | 4,25 | 5,99 | 4,23 | 10,56 |
| CCS | 9,92 | 1,39 | 4,71 | 3,43 | 4,18 | 3,05 | 9,54 |
| CCS | 13,32 | 2,11 | 6,55 | 4,48 | 5,84 | 4,06 | 9,61 |
| BOS | 12,69 | 1,52 | 6,23 | 3,88 | 5,16 | 3,7 | 9,01 |
| CLE | 8,03 | 1,08 | 5,05 | 3,28 | 3,62 | 2,76 | 8,24 |
| CLE | 15,59 | 1,85 | 6,97 | 4,39 | 5,6 | 3,75 | 8,58 |
| BOS | 15,38 | 1,95 | 7,11 | 4,63 | 6,03 | 4,35 | 7,63 |
| BOS | 14,07 | 1,67 | 6,73 | 4,03 | 5,67 | 3,97 | 8,32 |
| BOS | 15,14 | 2,06 | 7,89 | 4,52 | 6,58 | 4,64 | 9,46 |

CCS: cafetal con sombra, CLE: cafetal a libre exposición y BOS: bosque.

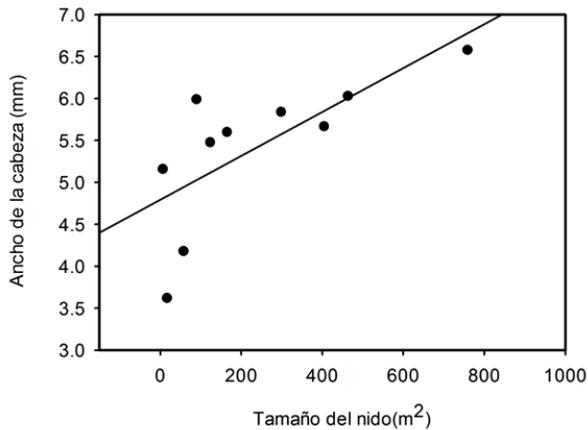


Figura 4. Análisis gráfico de regresión entre el ancho de la cabeza por encima de los ojos y el tamaño superficial de los nidos ($r= 0,830$; $p= 0,050$).

Plantas defoliadas

Se observaron huellas de herbivoría y pistas de forrajeo de *A. cephalotes* en 32 especies vegetales distribuidas en 18 familias, siendo Melastomataceae, con cuatro especies, la

más consumida, seguida por Asteraceae, Lauraceae y Myrtaceae, con tres especies cada una (Tabla 2). En los bosques se registraron 16 especies de plantas defoliadas, seguida por los cafetales con sombra con 12 y, finalmente, los cafetales a libre exposición con 9. En este último manejo, las plantas defoliadas se ubicaron principalmente en los bordes de los cafetales, al ser empleadas como cercas vivas. Un estudio simultáneo sobre caracterización vegetal realizado en cada sitio, reportó 77 especies de plantas en los relictos de bosque, 37 de ellas en cafetales con sombra y 12 en cafetales a libre exposición ubicadas como cercas vivas (com. pers. Óscar Meneses). De acuerdo con lo anterior, el mayor porcentaje (75%) de especies defoliadas por *A. cephalotes* ocurre en los cafetales a libre exposición, mientras que en los cafetales con sombra sólo alcanza el 32,4% de las especies y el 20,8% en los bosques (Figura 5).

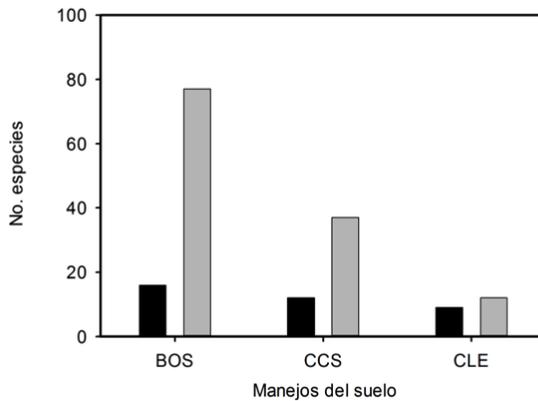


Figura 5. Número de especies vegetales presentes en cada tipo de manejo (barras grises) y especies defoliadas por *A. cephalotes* en la zona de estudio (barras negras). BOS: bosque, CCS: cafetal con sombra y CLE: café a libre exposición.

Entre las plantas más apetecidas por *A. cephalotes*, se encuentran *Miconia cf. Affinis*, defoliada en repetidas ocasiones tanto en bosques como en cafetales con sombra; *Meriania speciosa*, conocida como flor de mayo, empleada como cerca viva y arbusto ornamental en las fincas, aunque presenta varios metabolitos secundarios con actividad antioxidante en sus hojas (OCAMPO *et al.*, 2014), fue una de las especies más consumida por la arriera en los cafetales con sombra. En los bosques las arrieras prefirieron forrajear sobre varios individuos de *Lacistema aggregatum*, un árbol maderable cuyas hojas son glabras (VÁSQUEZ, 1997); también se observaron en individuos de *Hedyosmum cf. bonplandianum*, árbol cuyas hojas aromáticas son empleadas como tranquilizantes, con gran cantidad de terpenos (CABALLERO *et al.*, 2001), y en *Nectandra lineatifolia*, conocida como laurel o aguacatillo, de hojas brillantes y glabras (VARGAS, 2002).

Se resalta que en los cultivos además de las especies vegetales asociadas, se observó herbivoría sobre los arbustos de café (*Coffea arabica*). La mayoría de los reportes de hormiga arriera como plaga del café se ubican en Centroamérica, donde se cultiva entre los 600 a 1000 msnm, altura caracterizada por la abundancia de estas hormigas (VARÓN *et al.*, 2007) y poco se conoce sobre su impacto en cafetales de Suramérica (BARRETO *et al.*, 1998).

Estas observaciones confirman el hábito generalista de estas hormigas en un contexto agrícola, al defoliar especies silvestres y cultivadas. De hecho, varios estudios se han centrado en el impacto económico de las arrieras por el daño que causan en diferentes cultivos (MONTROYA-LERMA *et al.*, 2012) y son consideradas como una de las cinco plagas más importantes en Latinoamérica, causando daños cuantiosos en cultivos forestales (*ej. Pinus spp.*, *Eucalyptus spp.*), agrícolas (*ej. Citrus spp.*, cacao *Theobroma cacao*, yuca *Manihot esculenta*, café *Coffea arabica*, maíz *Zea mays*, algodón *Gossypium hirsutum*) y en los pastizales (*ej. Brachiaria spp.*) (DELLA LUCIA, 2013; ZANETTI, 2007; MEYER, 2008).

Este estudio permite concluir que en la zona cafetera del Cauca, *A. cephalotes* es la especie de hormiga arriera predominante, exhibiendo hábitos generalistas tanto para nidificar como en la selección de sustratos para cultivar su hongo, sin que exista una preferencia detectable y atribuible al tipo de manejo. No obstante, resalta la vegetación asociada a los cultivos, ya que juega un papel importante como recurso para estas hormigas, lo que podría disminuir el impacto sobre las especies productivas, en este caso el café.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la comunidad, encargados y dueños de las fincas visitadas por su receptividad y colaboración. Así como a COLCIENCIAS, Programa Nacional de Ciencias Básicas con Código 110656933821, Contrato RC. No. 0648-2013, entidad que financió este estudio y la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle.

REFERENCIAS

- BARRETO, M.R., ANJOS, N. & REZENDE, V.F., 1998.- Ataque de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa* Forel) em cafezal (*Coffea arabica* Linnaeus). *Acta Biológica Leopoldensia*, 20: 20-205.
- BOLLAZZI, M. & ROCES, F., 2002.- Thermal preference for fungus culturing and brood location by workers of the thatching grass-cutting ant *Acromyrmex heyeri*. *Insectes Soc.*, 49, 153-157.
- BOLLAZZI, M. & ROCES, F., 2007.- To build or not to build: circulating dry air organizes collective building for climate control in the leaf-cutting ant *Acromyrmex ambiguus*. *Anim. Behav.*, 74, 1349-1355.
- CABALLERO-GEORGE, P., VANDERHEYDEN, M.L., SOLIS, P.N., PIETERS, L., SHAHAT, A.A., GUPTA, M.P., VAUQUELIN, G. & VLIETINCK, A.J., 2001.- Biological screening of selected medicinal Panamanian plants by radioligand-binding techniques. *Phytomedicine*, 8(1): 59-70
- DELLA LUCIA, T.M.C., 2011.- Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo. Viçosa, M.G: Ed. Universidade Federal de Viçosa.
- ESCOBAR DURÁN, R., GARCÍA COSSIO, F., RENTERÍA, N.Y. & NEITA M, J.C., 2002.- Manejo y control de hormiga arriera (*Atta spp.* & *Acromyrmex spp.*) en sistemas de producción de importancia económica en el departamento del Chocó. Cartilla 1 y 2.

- Ministerio de Agricultura- PRONATTA-Universidad Tecnológica del Chocó. CO.
- ESPINAL, L.S., 1968.- *Apuntes sobre ecología colombiana*. Universidad del Valle. Departamento de Biología. Cali.
- FERNÁNDEZ, F.; CASTRO-HUERTAS, V. & SERNA, F., 2015.- Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Fauna de Colombia*, Monografía No.5, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- FORTI, L.C., MOREIRA, A.A., ANDRADE, A.P., CASTELLANI, M.A. & CALDATO, N., 2011.- Nidificação e Arquitetura de Ninhos de Formigas-Cortadeiras. Capítulo 6: 102-125 (en) *Formigas-Cortadeiras da bioecologia ao manejo*, Della Lucia T. M. C. (ed.). Viçosa, MG: Ed. UFV.
- FOWLER, H.G., FORTI, L.C., PEREIRA-DA-SILVA, V. & SAES, N.B., 1986.- Economics of Grass Cutting Ants: 18. (en) Lofgren. S. C & Vander M. R. K (eds). *Fire ants and leaf-cutting ants. Biology and Management*. Westview Press.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O., 1990.- *The Ants*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- HÖLLDOBLER, B. & E.O. WILSON., 2011.- *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*. W. W. Norton & Co. Ltd.
- MACKAY, W.P. & MACKAY, E.E., 1986.- Las hormigas de Colombia: arrieras del género *Atta*. *Revista Colombiana de Entomología* 12: 23-30.
- MEYER, S.T., 2008.- Ecosystem engineering in fragmented forests. Edge-mediated hyper abundance of leaf-cutting ants and resulting impacts on forest structure, micro-climate and regeneration. PhD thesis dissertation. Technical University Kaiserslautern, Germany. 159pp.
- MONTOYA-LERMA, J., GIRALDO-ECHEVERRI C., ARMBRECHT, I., FARJI-BRENER, A. & CALLE, Z., 2012.- Leaf-cutting ants revisited: Towards rational management and control. *International Journal of Pest Management* 58 (3): 225-247.
- MOREIRA, A.A., FORTI, L.C., ANDRADE, A.P.P., BOARETTO, M.A.C. & LOPES, J.F.S., 2004.- Nest architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 39 (2): 109-116.
- OCAMPO, D.M., VALVERDE, C.L., COLMENARES, A.J., & ISAZA, J.H., 2014.- Fenoles totales y actividad antioxidante en hojas de dos especies colombianas del género *Meriania* (Melastomataceae). *Rev. Colomb. Quím.*, 43 41-46.
- ORTIZ, A. & GUZMÁN, G.E., 2007.- *Las hormigas cortadoras de hojas en el departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Secretaría de Agricultura de Antioquia, Gobernación de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- RASBAND, W.S., 1997-2014.- *ImageJ*. U. S. National Institutes of Health, Bethesda, MD. Disponible en: <http://imagej.nih.gov/ij/>
- R CORE TEAM., 2015. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. Disponible en: <http://www.R-project.org/>.
- SANTOS-OLIVEIRA, M.F.S., 2006.- Controle de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) com produtos naturais. Tese de doutorado em Ciências Biológicas. Universidad Estatal Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro, Brasil.
- VARÓN, E. H., EIGENBRODE, S. D., BOSQUE-PÉREZ, N. A. & HILJE, L., 2007.- Effect of farm diversity on harvesting of coffee leaves by the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 47-55.
- VARGAS, W.G., 2002.- *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Colección Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. Editorial Illustrated.
- VÁSQUEZ, M.R., 1997.- Flórua de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Allpahuayo-Mishana, Explornapo Camp. Explorama Lodge. *Monogr. Missouri Bot. Gard.*, 63: 54-55
- VÉLEZ, R. 1997. *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado*. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- WEBER, N.A., 1972.- The Attines: The fungus-culturing Ants. *American Scientist*, 60: 448
- ZANETTI, R., 2007.- *Manejo integrado de formigas cortadeiras e cupins em áreas de eucalipto da Cenibra*. Laudo técnico FSC-Cenibra. Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Brasil.

DIETA DE AVES MIGRATORIAS EN UN SISTEMA AGROECOLÓGICO DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Alejandra Hurtado-Giraldo¹; Lorena Cruz-Bernate² & Enrique José Molina³

Resumen

Aunque cerca de 10% de la diversidad de aves en Colombia está representada por avifauna migratoria transcontinental, aún se desconocen muchos aspectos ecológicos importantes para su conservación. El presente trabajo investigó la dieta de aves migratorias y la oferta de artrópodos en la Reserva Natural El Hatico, un agroecosistema en el departamento del Valle del Cauca, suroccidente de Colombia. Se hicieron censos visuales y capturas con redes de niebla. A cada ave capturada se le suministró por vía oral solución salina al 1% para obtener muestras de excrementos, en las cuales los restos de insectos fueron identificados, cuantificados y analizados. La disponibilidad de artrópodos se estableció mediante muestreos y se elaboró una colección de referencia. La dieta de cinco especies migratorias capturadas fue similar y estuvo constituida principalmente por Coleoptera, Hymenoptera y Araneae, mientras que los órdenes más abundantes en el muestreo del agroecosistema fueron Diptera, Hemiptera y Coleoptera. Se sugiere que las especies que llegan a la reserva natural presentan sobreuso de ciertas presas en su alimentación, dirigida principalmente hacia artrópodos, y posiblemente condicionada por la capacidad de hallazgo de los ítems y las estrategias de búsqueda de alimento de las especies.

Palabras clave: dieta, bosque seco, agroecosistemas, *Setophaga petechia*, *Catharus ustulatus*, *Empidonax virescens*, *Geothlypis philadelphia*, *Hirundo rustica*.

^{*} FR: 26-VI-2016. FA: 22-VII-16

¹ Departamento de Biología, Universidad del Valle, A. A. 25360, Calle 13 # 100-00, Cali, Colombia. E-mail: aleja8803@gmail.com

² Departamento de Biología, Universidad del Valle, A. A. 25360, Calle 13 # 100-00, Cali, Colombia. E-mail: lorena.cruz@correounivalle.edu.co

³ Reserva Natural El Hatico, Fundación CIPAV, Cali, Colombia. E-mail: ejmolina@cipav.org.co

CÓMO CITAR:

HURTADO-GIRALDO, A., CRUZ-BERNATE, L. & MOLINA, E.J., 2016.- Dieta de aves migratorias en un sistema agroecológico del Valle del Cauca, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (2): 151-163. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.11

MIGRATORY BIRD DIET IN AN AGROECOLOGICAL SYSTEM IN VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

Abstract

Although about 10% of the bird-diversity in Colombia is represented by intercontinental migratory avifauna, there remain many unknown ecological aspects significant for their conservation. The present work investigated the diet of migratory birds and the supply of arthropods in the Natural Reserve El Hatico, an agroecosystem in the Department of Valle del Cauca, southwestern Colombia. Visual censuses and captures with mist-nets were made. Each captured bird was given orally 1% saline solution in order to obtain excreta samples in which the insect remains were identified, quantified and analyzed. The availability of arthropods was determined by sampling, and reference collection was made. The diet of five migratory species was similar and consisted mainly of Coleoptera, Hymenoptera and Araneae, while the most abundant orders in the sampling of the agroecosystem were Diptera, Hemiptera and Coleoptera. It is suggested that the species that arrive to El Hatico Natural Reserve present an overuse of certain preys in their diet, mainly directed towards arthropods and possibly conditioned by the finding capacity of the items and the strategies of search of food of the species.

Key words: Diet, Tropical dry-forest, agroecosystems, Yellow Warbler, Swainson's Trush, Acadian Flycatcher, Mourning Warbler, Barn Swallow.

INTRODUCCIÓN

Colombia es el primer país del mundo en riqueza de especies de aves (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2008; STILES *et al.*, 2011). La mayoría permanecen en la misma localidad durante todo el año, aunque pueden presentar movimientos a escala regional (RESNATUR *et al.* 2004). Otras, sin embargo, llegan al territorio colombiano como resultado de movimientos migratorios anuales provenientes de Norte, Centro y Suramérica (GÓMEZ *et al.*, 2011). Estas constituyen alrededor de 10% de la avifauna colombiana (NARANJO, 2006) y representan un gran vacío de conocimiento (GÓMEZ *et al.*, 2011), debido a la falta de información detallada durante su permanencia en el país. En la mayoría de taxones existen especies que presentan movimientos migratorios, sin embargo dentro del conjunto más diverso de aves migratorias boreales que llegan a Colombia están las familias Charadriidae, Parulidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Thraupidae, Turdidae y Vireonidae (FIERRO, 2009).

La creciente población humana, la expansión urbanística y la demanda alimentaria resultante han traído como consecuencia reducción en la diversidad florística y faunística (LAMBIN *et al.*, 2003; ETTER *et al.*, 2008). Actualmente en Colombia, alrededor

de 40,6 millones de hectáreas son utilizadas para la ganadería (MURGUEITIO *et al.*, 2011) y la tasa anual de deforestación en el país, al año 2014, es de 140.356 hectáreas (MADS, 2015). Hace unas décadas, algunos autores afirmaban que no solamente las poblaciones de aves residentes, sino también las de migratorias transcontinentales, enfrentan serias disminuciones en sitios de invernada en países como Puerto Rico y México debido a dicha degradación y pérdida de hábitat (HOLMES *et al.*, 1986; FAABORG & ARENDT, 1989; ROBBINS *et al.*, 1989; RAPPOLE & McDONALD, 1994). Sin embargo, actualmente se conoce que las aves migratorias no están restringidas a las áreas prístinas, y que en el trópico utilizan preferencialmente bosques secundarios, zonas de vegetación dentro del perímetro urbano y sistemas agroforestales (BLAKE & LOISELLE, 1992; SAAB & PETIT, 1992; PERFECTO *et al.*, 1996; ROBERTS *et al.*, 2000; NEWELL *et al.*, 2014a; OREJUELA *et al.*, 1980).

Aunque no tan biodiversos como otros sistemas con mayor complejidad estructural, los agroecosistemas cuentan con reconocida trayectoria como sitios utilizados por las aves migratorias durante su residencia de invierno (CÁRDENAS, 1998; COLORADO & CUADROS, 2006; FAJARDO *et al.*, 2009); y gracias a la integración de árboles en cultivos o potreros, y la consecuente oferta de perchas, refugio, sustratos de forrajeo y corredores, se considera que favorecen condiciones ambientales para la llegada y permanencia de especies migratorias neárticas (RICE & GREENBERG, 2004; McDERMOTT & RODEWALD, 2014b).

Antecedentes en el estudio de las maniobras de alimentación y presas preferidas por las aves migratorias han permitido conocer que especies como *Hirundo rustica* y *Empidonax virescens* tienden a cazar insectos al vuelo en lugares abiertos, aunque el tipo de presa varía de acuerdo con la disponibilidad en el ambiente (ORŁOWSKI & KARG, 2011). Las reinitas suelen hacer búsquedas intensivas y minuciosas en diferentes sustratos (WUNDERLE, 1991), y *Catharus ustulatus* hace búsqueda de frutos en arbustos y árboles, e incluso puede usar algunas técnicas aéreas para cazar insectos (EVANS & YONG, 2000). Aunque podría parecer que la dieta está suficientemente estudiada, son pocas las investigaciones que han examinado específicamente este aspecto en los sitios de invernada en el Neotrópico (POULIN & LEFEBVRE, 1996; STRONG, 2000; BELTRÁN-SALAZAR, 2012; SHERRY *et al.*). Generalmente las especies son asignadas a ciertos gremios tróficos a partir de su taxonomía (POULIN *et al.*, 1994), la poca información existente es el resultado de algunas capturas que inicialmente no estaban dirigidas al grupo de migratorias, y que frecuentemente ocurren en bosques. Poco se conoce de su dieta en sistemas modificados para la producción agropecuaria (DÍAZ-BOHÓRQUEZ *et al.*, 2014).

El objetivo de este estudio fue estimar la dieta de las especies de aves migratorias presentes en una reserva natural con un manejo agroecológico para la producción de ganado y del cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca.

MÉTODOS

Área de estudio. La investigación se desarrolló en la Reserva Natural El Hatico, municipio de El Cerrito, Valle del Cauca (3°47'N, 76°16'W, 1000 msnm), con precipitación promedio anual de 750 mm distribuida en forma bimodal (marzo – mayo y octubre – noviembre) y humedad relativa y temperatura promedio de 75% y 24°C, respectivamente (MOLINA *et al.*, 2006). De acuerdo con sus características climáticas, la región se clasifica como Bosque Seco Tropical (bs-T), según el sistema de Holdridge (ESPINAL, 1967).

La reserva es una unidad de producción que se caracteriza por un manejo agroecológico (FIERRO-CALDERÓN, 2010), conserva uno de los pocos parches de bosque seco tropical que aún subsisten y que actualmente representan el 8% del área original de bosque seco colombiano (GARCÍA *et al.*, 2014). El Hatico tiene una extensión de 288 hectáreas y está dividida en cinco sistemas (MOLINA *et al.*, 2012): 1) Guadual (25 ha), compuesto de *Pleioblastus angustatus* nativa y cultivada. 2) Silvopastoril (140 ha), constituido por sembrados de *Leucaena leucocephala* asociados con pasto estrella (*Cynodon plectostachium*), algarrobo (*Prosopis juliflora*) y cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*). 3) Caña agroecológica (*Saccharum officinarum*, 100 ha), con especies arbóreas como matarratón, caoba (*Swietenia macrophylla*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), y otras como palmicha (*Sabal mauritiiiformis*) y palma real (*Roystonea regia*) dentro del cultivo y en cercas vivas. 4) Jardín-frutales (4 ha), donde existen árboles de mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*), nispero (*Manilkara zapota*), madroño (*Garcinia madruno*), marañón (*Anacardium occidentale*), guanábana (*Annona muricata*), pomarrosa (*Syzygium jambos*), ciruela (*Spondias purpurea*), palmas (*Syagrus sancona*, *Attalea butyracea*) y algunas especies ornamentales. 5) Bosque (14 ha), que contiene parches interiores de guadua (*Bambusa angustifolia*) y árboles de gran tamaño como caracolí (*Anacardium excelsum*), ficus (*Ficus insipida*), ceiba (*Ceiba pentandra*) y samán (*Albizia saman*). Adicional a estos, se trabajó en un sistema de caña convencional constituido únicamente por cultivos de caña de azúcar sin implementación agroecológica en su manejo, ubicado en una hacienda vecina.

Trabajo de campo. El trabajo de campo se desarrolló de marzo a abril y de septiembre a diciembre de 2012, en coincidencia con el periodo de invernada de las migratorias neárticas. Durante las dos primeras semanas de cada mes, en todos los sistemas a excepción de guadua, debido a su difícil acceso, se efectuó un recorrido de avistamiento por rutas fijas de aproximadamente 300 m de longitud entre 06:00 y 10:00 horas, con el objetivo de conocer los sitios en los que se alimentaban las aves migratorias presentes en El Hatico y la hacienda vecina. Se hicieron capturas con siete redes de niebla de 12 x 2,5 metros entre 6:00 y 12:00 h y 14:00 y 17:30 h. Cada ave capturada fue identificada hasta especie, pesada, medida, examinada para determinar presencia de grasa subcutánea (CLARABUCH, 2000), y marcada con anillos tarsales de colores

en combinaciones únicas (Darvic[®]). Para obtener el contenido del tracto digestivo se utilizó el método de deyección inducida mediante el suministro por vía oral de 1,5 cm de solución salina al 1% (FORD *et al.*, 1982; MAJOR, 1990; HESS, 1997; SUTHERLAND *et al.*, 2004). Las muestras se conservaron en alcohol al 70% para su posterior identificación, cuantificación y análisis.

Con el fin de conocer la disponibilidad de alimento, se hicieron tres muestreos de artrópodos distribuidos en relación con el ciclo de migración de las aves, así: el primero se desarrolló en la época en que estaba finalizando la temporada de invernada (abril), el segundo cuando las aves estaban ausentes (julio), y el tercero cuando las aves nuevamente estaban la temporada de invernada (noviembre). Se emplearon los métodos de captura manual, barrido con red entomológica y agitación de follaje, cada uno con una intensidad de muestreo de una hora en cada sistema. Los sitios particulares de muestreo fueron predeterminados con base en los lugares donde hubo avistamiento de individuos que buscaban y capturaban alimento. Las muestras fueron conservadas en alcohol al 70%. Los insectos recolectados se organizaron e identificaron como morfoespecie, usando las claves de JOHNSON & TRIPLEHORN (2005), y se elaboró una colección de referencia disponible en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV).

Cuantificación y análisis. Las piezas encontradas en las deyecciones se clasificaron en una de las siguientes categorías: a) material vegetal, para el caso de las semillas, b) piedras o c) artrópodos. Para los artrópodos los fragmentos se identificaron a nivel de orden con la ayuda de la colección de referencia de insectos propia de este trabajo. Todas las piezas se preservaron en seco en placas de acrílico, según lo propuesto por ROCHA *et al.* (1996). Para la cuantificación, según lo sugerido por KLEINTJES & DAHLSTEN (1992), los fragmentos se agruparon para hacer una aproximación al número de individuos de cada tipo de presa presentes en las muestras (i.e. 2 mandíbulas de Lepidoptera = 1 larva, 3 patas de Coleoptera = 1 coleóptero). Así, la proporción de presas en la muestra se calculó como el número de ítems (individuos, semillas o piedras) de cada tipo de presa dividido por el total de ítems en la muestra.

A partir de los datos obtenidos con las especies migratorias observadas y capturadas, se calculó la proporción de uso de cada sistema como el número de individuos de una especie X observados en un sistema, dividido por el número total de individuos de la misma especie en todos los sistemas. Además, se determinó la riqueza de especies de aves y de morfoespecies de artrópodos en cada sistema. El nivel de efectividad de los muestreos de aves y de la oferta de artrópodos se evaluó promediando los estimadores no paramétricos basados en incidencia ICE, Chao 2 y Jackknife 2, empleando el software EstimateS v. 8.2 (COLWELL, 2005). La composición de la dieta fue comparada con la disponibilidad del recurso de insectos según lo sugerido por CHESSER (1995): para cada tipo de presa, a la proporción hallada en los contenidos del tracto digestivo, se le restó la proporción hallada en el ambiente.

RESULTADOS

Composición general de la avifauna. En el total de los sistemas se registraron 109 especies de aves pertenecientes a 37 familias de 16 órdenes. El sistema caña agroecológica fue en el que más se detectaron especies (57), seguido de los sistemas frutales (50), bosque y silvopastoril (43 cada uno), y por último caña convencional (40). En total, 9,2% correspondió a especies migratorias, para las que el bosque y la caña agroecológica registraron la mayor riqueza, seguidos de sistema silvopastoril, caña convencional y frutales (Tabla 1). *Pandion haliaetus* fue observada al vuelo, por lo que no se asigna a ningún sistema. Los estimadores de riqueza predijeron que el total de especies en El Hatico es de 140, así el esfuerzo de muestreo realizado permitió registrar 77% de las especies de aves esperadas.

Tabla 1. Proporción de uso de cada sistema por las especies migratorias observadas y capturadas en la Reserva Natural El Hatico y en un sistema de caña convencional contiguo a la reserva.

| Especie | Número de individuos en cada sistema (proporción de uso) | | | | |
|--------------------------------|--|----------|---------|------------|------------|
| | BS | FR | SS | CA | CC |
| <i>Catharus ustulatus</i> | 3 (0,75) | 1 (0,25) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| <i>Contopus virens</i> | 1 (1) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| <i>Empidonax virescens</i> | 2 (0,4) | 0 (0) | 0 (0) | 3 (0,6) | 0 (0) |
| <i>Geothlypis philadelphia</i> | 1 (1) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| <i>Hirundo rustica</i> | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 150 (0,57) | 115 (0,43) |
| <i>Riparia riparia</i> | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 1 (1) | 0 (0) |
| <i>Setophaga petechia</i> | 0 (0) | 0 (0) | 2 (0,2) | 4 (0,4) | 4 (0,4) |
| <i>Tringa solitaria</i> | 0 (0) | 0 (0) | 1 (1) | 0 (0) | 0 (0) |
| <i>Tyrannus savana</i> | 0 (0) | 0 (0) | 1 (1) | 0 (0) | 0 (0) |

BS: bosque, FR: jardín-frutales, SS: sistema silvopastoril, CA: caña agroecológica, CC: caña convencional.

Tabla 2. Número total de especies, número de especies migratorias y especies migratorias en común entre el presente estudio y un estudio realizado en El Hatico en 1998, el bosque seco Las Chatas, y el bosque seco Colindres.

| | El Hatico (2012) | El Hatico (Cárdenas 1998) | Las Chatas (Tamayo-Quintero & Cruz-Bernate 2014) | Colindres (Tamayo-Quintero & Cruz-Bernate 2014) |
|----------------------------------|---------------------|------------------------------|---|---|
| Especies en general | 109 | 135 | 51 | 60 |
| Especies migratorias | 11 | 19 | 4 | 3 |
| Especies migratorias en común | -- | 9 | 4 | 2 |

Composición de la dieta. De las 11 especies migratorias observadas fue posible capturar 23 individuos de cinco especies, distribuidos así: nueve de *Setophaga petechia*, cinco de *Empidonax virescens*, cuatro de *Hirundo rustica*, tres de *Catharus ustulatus* y dos de *Geothlypis philadelphia*. Un individuo de *G. philadelphia* y uno de *H. rustica* no proporcionaron muestra, por lo que se recolectó un total de 21 muestras, de las cuales una correspondió al contenido estomacal de un individuo de *C. ustulatus* que murió en red de niebla, dos se obtuvieron por deyección espontánea (*H. rustica*) y 18 por deyección inducida en forma de excremento. De estas últimas, una de las muestras correspondió a una recaptura en el sistema de caña agroecológica de un individuo de *S. petechia*, capturado originalmente en marzo del mismo año en el propio sistema. El porcentaje de depósitos de grasa fue similar en ambas fechas (aproximadamente 10%), así como el peso (10,45 g. en marzo y 10,61 g. en noviembre).

A partir de las muestras se hallaron 412 fragmentos que comprendieron material vegetal y material no identificado (0,7% y 0,05% respectivamente), piedras (0,25%), y artrópodos (99%) de los órdenes Coleoptera (64%), Hymenoptera (18%), Araneae (9%), Hemiptera (5%), Diptera (1,6%), Lepidoptera (1,6%), Acari (0,4%) y Psocoptera (0,4%). La dieta de cada una de especies estuvo compuesta por ítems similares, aunque en proporciones de uso diferentes (Figura 1). Todas mostraron sobreuso de coleópteros, incluyéndolos en su dieta en porcentajes que variaron del 28% para *C. ustulatus* hasta 72% para *S. petechia*. Además, en estas dos especies se detectó el consumo de lepidópteros y de material vegetal. El consumo de hemípteros y de arañas fue común entre todas las especies a excepción de *H. rustica*, la única que no consumió arañas y, en contraste con las demás, usó himenópteros en un porcentaje alto (40%). Debido al número de muestras obtenidas por especie, solo fue posible hacer el análisis de riqueza esperada en la dieta de dos de las especies migratorias, *S. petechia* y *E. virescens*, en las que se obtuvo un 53,4% y 60,2% de las morfoespecies presa esperadas, respectivamente.

Oferta y uso de recursos. Se capturaron 903 artrópodos, pertenecientes a 16 órdenes y 154 morfoespecies. Los órdenes más abundantes fueron Diptera, con 25% de los individuos, Hemiptera (21%), Coleoptera (20%), Hymenoptera (15%) y Araneae (11%), los once órdenes restantes representaron el 3,5% o menos de la abundancia total cada uno. Los estimadores de riqueza indican que puede haber alrededor de 245 morfoespecies de artrópodos en los lugares donde se observó a las aves migratorias buscar activamente alimento, es decir que lo hallado en esta investigación correspondería a 62% del total esperado.

En todas las especies de aves se observaron diferencias significativas entre el porcentaje de los tipos de presa consumidos y el porcentaje de los tipos de presa disponibles en los sitios potenciales de alimentación, con valores de Chi-cuadrado que variaron desde 18,7 ($p = 0,002$) para *C. ustulatus*, hasta 67,1 ($p = 4,1E-13$) para *S. petechia* (Figura

2). Todas las especies utilizaron coleópteros en mayor cantidad de la esperada según la disponibilidad, pero usaron hemípteros y dípteros en proporciones menores a las esperadas.

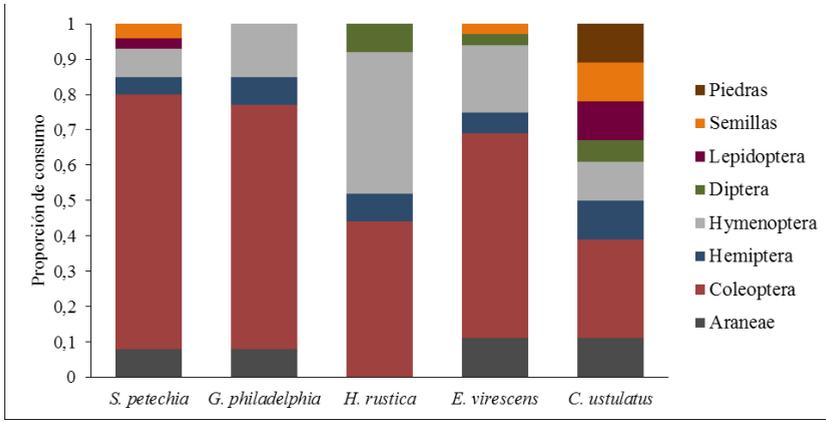


Figura 1. Composición de la dieta de cinco especies de aves migratorias en la Reserva Natural El Hatico, Valle del Cauca.

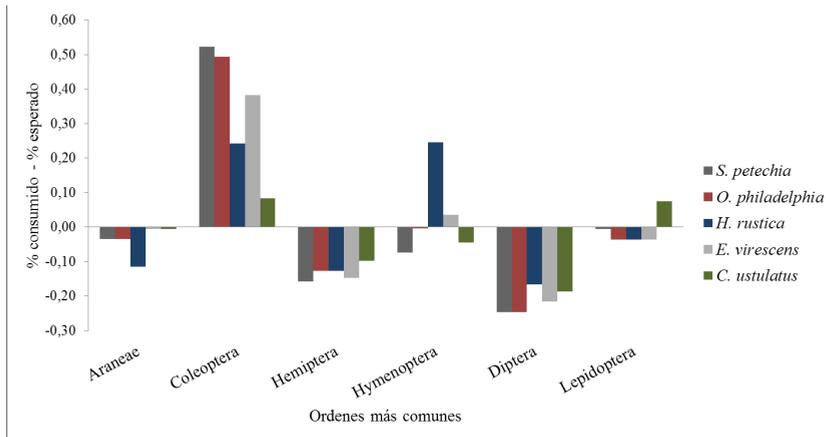


Figura 2. Comparación de la dieta con la disponibilidad en el ambiente según el muestreo de artrópodos para cinco especies de aves migratorias en la Reserva Natural El Hatico, Valle del Cauca. El uso proporcional a la disponibilidad es indicado por la línea horizontal. Los valores sobre y bajo esta línea representan uso en mayores o menores proporciones a las esperadas, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados sobre la dieta en las especies migratorias estudiadas son consistentes con datos reportados por HILTY & BROWN (1986), SODHI & PASZKOWSKI (1995) y STILES & ROSSELLI (1998), en los que son registradas como principalmente insectívoras. En su búsqueda de alimento, estas especies pueden presentar inclinación por ciertas especies de árboles basadas en la abundancia de sus presas de artrópodos preferidas, además del tamaño, etapa de vida, palatabilidad, color y patrones de actividad de dichos artrópodos presa (COOPER & WHITMORE, 1990; WOLDA, 1990; MOORMAN *et al.*, 2007; BELTRÁN & WUNDERLE, 2013; NEWELL *et al.*, 2014b). El hecho de que la proporción de presas usadas haya sido diferente a la proporción hallada en los sitios potencialmente dedicados a alimentación, confirma que estas interacciones entre los factores ambientales, florísticos y de comportamiento, tienen influencia en la búsqueda de alimento de las migratorias neárticas (NEWELL *et al.*, 2014a), y por lo tanto en el uso diferencial de recursos.

En *G. philadelphia* se observó consumo de himenópteros en una proporción cercana a la esperada según la disponibilidad en el ambiente, posiblemente porque su comportamiento de búsqueda de alimento ocurre cerca del suelo o en la superficie del mismo (RESTALL *et al.*, 2007). A diferencia, *S. petechia* realiza búsquedas minuciosas en un estrato diferente, que comprende follaje de árboles y arbustos (HILTY & BROWN, 1986), y por lo tanto su consumo de hormigas puede estar más restringido. La recaptura de un individuo de esta especie en periodos de invernada consecutivos podría indicar fidelidad de sitio en territorios de invernada (SARACCO *et al.*, 2004).

Empidonax virescens e *H. rustica* consumieron himenópteros en proporciones mayores a las esperadas, resultado que está estrechamente ligado con su comportamiento de forrajeo al vuelo de cortas distancias y en lugares abiertos (TURNER, 1982; HILTY & BROWN, 1986), lo que resulta en la captura de insectos con una alta capacidad de vuelo y visión como los himenópteros y dípteros adultos, cuyo consumo se registró únicamente en estas dos especies.

Catharus ustulatus se mostró como la especie con la dieta más heterogénea, al consumir principalmente coleópteros, y en menor proporción larvas de lepidópteros y dípteros, arañas y material vegetal. Esto coincide con lo observado por otros autores en Colombia (ROCHA *et al.*, 1996; FIERRO-CALDERÓN *et al.*, 2006; RIVERA-GUTIÉRREZ, 2006), donde se evidencia el uso de una alta proporción de artrópodos, en contraste con lo que habían reportado inicialmente HILTY & BROWN (1986), quienes la clasifican como principalmente frugívora.

El consumo elevado de coleópteros adultos por parte de todas las especies coincide con lo observado en varias investigaciones con otras especies de aves tanto residentes como migratorias de la familia Parulidae (SERVAT, 1993; CHESSER, 1995; STRONG,

2000; BELTRÁN-SALAZAR, 2012; SHERRY *et al.*, *en prensa*). Teniendo en cuenta la relativa facilidad con que se encuentran los élitros en las muestras de dieta (FIERRO-CALDERÓN *et al.*, 2006; CARLISLE *et al.*, 2012) y la rápida digestión de artrópodos de cuerpo blando, podría ocurrir que éstos últimos fueran subestimados. Sin embargo, debido a que regularmente se identificaron tanto artrópodos de cuerpo duro como de cuerpo blando, es probable que los datos obtenidos no sean tan sesgados como podría creerse (POULIN & LEFEBVRE, 1996). Aunque los coleópteros adultos contienen menos valor nutricional que los inmaduros en términos de grasa, constituyen presas fáciles y abundantes que permiten a las aves proveerse de macronutrientes como proteína cruda y micronutrientes como potasio, magnesio y hierro, a un costo energético bajo (RAZENG & WATSON, 2014).

El uso de hemípteros y dípteros en menor proporción a la esperada podría ser el resultado de algo similar a lo observado por POULIN & LEFEBVRE (1996) en Panamá, quienes detectaron diferencias en el uso de artrópodos entre aves migratorias y residentes. Los autores sugieren que el poco consumo de ciertos insectos podría indicar que las especies migratorias han tenido un proceso evolutivo que les permite evitar la competencia por recursos alimenticios con aves residentes en los sitios de invernada. Conocer si un fenómeno similar de partición de recursos está ocurriendo en la Reserva Natural El Hatico, sería un aspecto interesante a considerar en futuras investigaciones.

Especies como *R. riparia* e *H. rustica* se detectaron con mayor facilidad en los sistemas abiertos debido a su historia natural y estrategia de búsqueda de alimento (HILTY & BROWN, 1986). *Geothlypis philadelphia* se observó únicamente en bosque, y aunque es una especie para la cual no se conoce una restricción a sitios conservados en sus zonas de reproducción (PITOCHELLI, 1993; RESTALL *et al.*, 2007), en las zonas de invernada muestra inclinación por lugares con vegetación abundante como las del área de estudio (PITOCHELLI, 1993). Dicho sistema también fue importante para *E. virescens*, que generalmente muestra preferencia por sotobosque de bosque maduro (WHITEHEAD & TAYLOR, 2002).

Los resultados presentados en este estudio sugieren que las especies migratorias presentes en la Reserva Natural El Hatico presentan preferencia hacia ciertas presas de artrópodos, condicionada por la capacidad de hallazgo de los ítems, y relacionada con las estrategias de búsqueda de alimento de cada especie. Es prioritario continuar investigaciones en el conocimiento de las especies migratorias que llegan a Colombia o pasan por el país, que comprendan datos de supervivencia, fidelidad de sitio y comparaciones de dieta entre épocas del año, sexos y clases de edades, tanto en sistemas de producción como en aquellos más conservados. Estos estudios aportarían información base sobre la migración en el Neotrópico, fundamental para el diseño de estrategias de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la familia Molina Durán, por permitirnos realizar esta investigación en la Reserva Natural El Hatico, por su hospitalidad y amabilidad. Gracias a Sebastián Duque y Juan David Hurtado por su valiosa colaboración en campo. A Colciencias y la Universidad del Valle por la beca-pasantía otorgada en la convocatoria 525-2011 del Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores “Virginia Gutiérrez de Pineda”. A IDEA WILD por la generosa donación de algunos equipos y materiales. Este documento fue enriquecido gracias a los comentarios de Humberto Álvarez-López e Inge Armbrrecht.

REFERENCIAS

- BELTRÁN-SALAZAR, J.W., 2012.- Tritrophic interactions in subtropical novel dry woodlands: differential use of tree species by foraging birds and their arthropod prey. Tesis. Universidad de Puerto Rico, Campus Río Piedras, Río Piedras, Puerto Rico.
- BELTRÁN, W.J. & WUNDERLE, J.M. Jr., 2013.- Determinants of tree species preferences for foraging by insectivores birds in a novel *Prosopis-Leucaena* woodland in Puerto Rico. *Biod. and Conserv.*, 22: 2071-2089.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2008.- Birds are found almost everywhere in the world, from the poles to the equator. Presented as part of the BirdLife State of the World's website. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/60>
- BLAKE, J.G. & LOISELLE, B.A., 1992.- Habitat use by Neotropical migrants at La Selva Biological Station and Braulio Carrillo National Park, Costa Rica: 257-272 (en) HAGAN III, J.M. & JOHNSTON, D.M. (ed.). *Ecology and Conservation of Neotropical Migrant Landbirds*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., USA.
- CÁRDENAS, G., 1998.- Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. Tesis de grado. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- CARLISLE, J.D., OLMSTEAD, K.L., RICHART, C.H. & SWANSON, D.L., 2012.- Food availability, foraging behavior, and diet of autumn migrant landbirds in the boise foothills of southwestern Idaho. *Condor*, 114 (3): 449-461.
- CHESSER, R.T., 1995.- Diets of obligate ant-following birds at a site in Northern Bolivia. *Biotropica*, 27 (3): 382-290.
- CLARABUCH, O., 2000.- Capítulo 8. El estudio del ave en mano: 73-97 (en) PINILLA, J. (ed.). *Manual para el anillamiento científico de aves*. SEO/BirdLife. Madrid, España.
- COLORADO, G. & CUADROS, T., 2006.- *Geographic distribution and habitat use by Cerulean Warbler (Dendroica cerulea) in natural vegetation and agroecosystems in northern Colombia*. Colombia: The Nature Conservancy.
- COLWELL, R.K., 2005.- EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- COOPER, R.J. & WHITMORE, R.C., 1990.- Arthropod sampling methods in ornithology. *Stud. Avian Biol.*, 13: 29-37.
- DÍAZ-BOHÓRQUEZ, A.M., BAYLY, N.J., BOTERO, J.E. & GÓMEZ, C., 2014.- Aves migratorias en agroecosistemas del norte de Latinoamérica, con énfasis en Colombia. *Ornitol. Colomb.*, 14: 3-27.
- ESPINAL, L.S., 1967.- *Apuntes sobre ecología colombiana*. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- ETTER, A., McALPINE, C. & POSSINGHAM, H., 2008.- Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, 98: 2-23.
- EVANS, M.C. & YONG, W., 2000.- Swainson's Thrush (*Catharus ustulatus*) (en) POOLE, A. (ed.). *The Birds of North America Online*. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, USA. Disponible en: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/540>
- FAABORG, J. & ARENDT, W.J., 1989.- Long-term declines in winter resident warblers in a Puerto Rican dry forest. *Am. Birds*, 43: 1226-1230.
- FAJARDO, D., JOHNSTON-GONZÁLEZ, R., NEIRA, L., CHARÁ, J. & MURGUEITIO, E., 2009.- Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recur. Nat. y Ambient.*, 58: 9-16.
- FIERRO, K., 2009.- Aves migratorias en Colombia (en) NARANJO, L.G. & AMAYA-ESPINEL, J.D. (ed.). *Plan nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Rural & WWF Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- FIERRO-CALDERÓN, K., ESTELA, F.A. & CHACÓN-ULLOA, P., 2006.- Observaciones sobre las dietas de algunas aves de la cordillera oriental de Colombia a partir del análisis de contenidos estomacales. *Ornitol. Colomb.*, 4: 6-15.
- FIERRO-CALDERÓN, E., 2010.- Notas sobre la historia natural del coclí (*Theristicus caudatus*, Threskiornithidae) en el suroeste de Colombia. *Ornitol. Colomb.*, 9: 11-24.
- FORD, H.A., FORDE, N. & HARRINGTON, S., 1982.- Non-destructive methods to determine the diets of birds. *Corella*, 6: 6-10.
- GARCÍA, H., CORZO, G., ISAACS, P. & ETTER, A., 2014.- Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. (en) PIZANO, C. & GARCÍA, H. (ed.). *El bosque seco tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia.
- GÓMEZ, C., BAYLY, N.J., GONZÁLEZ, A.M., ABRIL, E., ARANGO, C., GIRALDO, J.I., SÁNCHEZ-CLAVIJO, L.M., BOTERO, J.E., CÁRDENAS, L., ESPINOSA, R., HOBSON, K., JAHN, A.E., JOHNSTON, R., LEVEY, D., MONROY,

- A. & NARANJO, L.G., 2011.- Avances en la investigación sobre aves migratorias neárticas-neotrópicas en Colombia y retos para el futuro: trabajos del III Congreso de Ornitología Colombiana, 2010. *Ornitol. Colomb.*, 11: 3-13.
- HESS, C.A., 1997.- Stomach flushing: sampling the diet of Red-cockaded Woodpeckers. *Wilson Bulletin*, 109 (3): 535-539.
- HILTY, S.L. & BROWN, W.L., 1986.- A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. New Jersey, USA.
- HOLMES, R.T., SHERRY, T.W. & STURGES, F.W., 1986.- Bird community dynamics in a temperate deciduous forest: long term trends at Hubbard Brook. *Ecol. Monogr.*, 56: 201-220.
- JOHNSON, N.F. & TRIPLEHORN, C.A., 2005.- *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. 7ed. Brooks/Cole Publishing. Connecticut, USA.
- KLEINTJES, P.K. & DAHLSTEN, D.L., 1992.- A comparison of three techniques for analyzing the arthropod diet of plain titmouse and chest-backed chickadee nestlings. *J. Field Ornithol.*, 63: 276-285.
- LAMBIN, E.F., GEIST, H.J. & LEPPERS, E., 2003.- Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 28: 205-241.
- MAJOR, R.E., 1990.- Stomach flushing of an insectivorous bird: an assessment of differential digestibility of prey and the risk to birds. *Aust. Wildl. Res.*, 17: 647-657.
- MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia, 2015.- *Gobierno Nacional revela aumento del 16% en tasa de deforestación en Colombia 2014*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/122-noticias-minambiente/2131-gobierno-nacional-revela-aumento-del-16-en-tasa-de-deforestacion-en-colombia-2014>
- MOLINA, C.H., MOLINA, C.H. & MOLINA, E.J., 2006.- La Reserva Natural El Hatice: Ganadería competitiva y sostenible basada en el silvopastoreo intensivo. *Carta Fedegan*, 95: 74-76.
- MOLINA, C.H., MOLINA, C.H., MOLINA, E.J. & MOLINA, J.J., 2012. Manejo agroecológico de caña de azúcar y sistemas silvopastoriles intensivos. *Revista Tecnicaña*, 23: 28-35.
- MOORMAN, C.E., BOWEN, L.T., KILGO, J.C., SORENSON, C.E., HANULA, J.L., HORN, S. & ULYSHEN, M.D., 2007.- Seasonal diets of insectivorous birds using canopy gaps in a bottomland forest. *J. Field Ornithol.*, 78 (1): 11-20.
- MURGUEITIO, E., CALLE, Z., URIBE, F., CALLE, A. & SOLORCIO, B., 2011.- Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol. Manag.*, 261: 1654-1663.
- NARANJO, L.G., 2006.- Diversidad de aves playeras en Colombia. (en) JOHNSTON-GONZÁLEZ, R., CASTILLO, L.F. & MURILLO, J.M. (ed.). *Conocimiento y conservación de aves playeras en Colombia*. Asociación Calidris. Cali, Colombia.
- NEWELL, F.L., BEACHY, T.A., RODEWALD, A.D., RENGIFO, C.G., AUSPREY, I.J. & RODEWALD, P.G., 2014a.- Foraging behavior of migrant warblers in mixed-species flocks in Venezuelan shade coffee: interspecific differences, tree species selection, and effects of drought. *J. Field Ornithol.*, 85 (2): 134-151.
- NEWELL, F.L., BEACHY, T.A., RODEWALD, A.D., RENGIFO, C.G., AUSPREY, I.J. & RODEWALD, P.G., 2014b.- Foraging behavior of Cerulean Warblers during the breeding and non-breeding seasons: evidence for the breeding currency hypothesis. *J. Field Ornithol.* 85 (3): 310-320.
- OREJUOLA, J.E., RAITT, R.J. & ÁLVAREZ, H., 1980.- Differential use by North American migrants of three types of Colombian forests: 253-264 (en) KEAST, A. & MORTON, E.S. (eds.). *Migrant Birds in the Neotropics: Ecology, Behavior, Distribution and Conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C, USA.
- ORŁÓWSKI, G. & KARG, J., 2011.- Diet of nestling Barn Swallows *Hirundo rustica* in rural areas of Poland. *Cent. Eur. J. Biol.*, 6 (6): 1023-1035.
- PERFECTO, I., RICE, R.A., GREENBERG, R. & VAN DER VOORT, M.E., 1996.- Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience*, 46: 598-608.
- PITOCHELLI, J., 1993.- Mourning Warbler (*Oporornis philadelphia*). (en) POOLE, A. (ed.). *The Birds of North America Online*. Disponible en: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/072>
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. & MCNEIL, R., 1994.- Diets of land birds from Northeastern Venezuela. *The Condor*, 96: 354-367.
- POULIN, B. & LEFEBVRE, G., 1996.- Dietary relationships of migrant and resident birds from a humid forest in Central Panama. *Auk*, 113 (2): 277-287.
- RAPPOLE, J.H. & MCDONALD, M.V., 1994.- Cause and effect in population declines of migratory birds. *Auk*, 111: 652-660.
- RAZENG, E. & WATSON, D.M., 2014.- Nutritional composition of the preferred prey on insectivorous birds: popularity reflects quality. *J. Avian Biol.*, 45: 1-8.
- RESNATUR, CALIDRIS & WWF COLOMBIA, 2004.- manual para el monitoreo de aves migratorias. Publicado en el marco del proyecto "Fortalecimiento de capacidades para la conservación de aves migratorias neotropicales en la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil". Colombia.
- RESTALL, R., RODNER, C. & LENTINO, M., 2007.- *Birds of northern South America: an identification guide*. Volume 1, species accounts. Yale University Press. New Haven, USA.
- RIVERA-GUTIÉRREZ, H.F., 2006.- Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente colombiano. *Ornitol. Colomb.*, 4: 28-38.
- ROBBINS, C.S., SAUER, J.R., GREENBERG, R.S. & DROEGE, S., 1989.- Population declines in North American birds that migrate to the Neotropics. *P. Natl. Acad. Sci-Biol.*, 86: 7658-7662.
- ROBERTS, D.L., COOPER, R.J. & PETTIT, L.J., 2000.- Flock characteristics of ant-following birds in premontane forests and coffee agroecosystems. *Ecol. Appl.*, 10: 1414-1425.
- ROCHA, R.L., CHACÓN DE ULLOA, P. & NARANJO, L.G., 1996.- Diversidad de dietas de aves insectívoras en la selva lluviosa del Pacífico colombiano. *Rev. Colomb. de Entomol.* 22 (3): 113-122.
- SAAB, V.A. & PETTIT, D.R., 1992.- Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. *Condor*, 94: 66-71
- SARACCO, J.F., DESANTE, D.F., ÁLVAREZ, C.R.V., MORALES, S., MILÁ, B., KASCHUBE, D.R. & MICHEL, N., 2004.- *Monitoreo de sobrevivencia invernal aparente de aves migratorias en el Neotrópico*. Informe preliminar sobre los dos primeros años (2003-04) del programa de Monitoreo de Sobrevivencia Invernal (MoSI). Pt. Reyes Station, Canada: The Institute for Bird

Populations.

- SERVAT, G., 1993.- A new method of preparation to identify arthropods from stomach contents of birds. *J. Field Ornithol.*, 64 (1): 49-54.
- SHERRY, T.W., JOHNSON, M.D., WILLIAMS, K.A., KABAN, J.D., McAVOY, C.K., HALLAUER, A.M., RAINEY, S. & XU, S., *en prensa*.- Dietary opportunism, resource partitioning, and consumption of coffee berry borers by five species of migratory wood warblers (Parulidae) wintering in Jamaican shade coffee plantations. *J. Field Ornith.*
- SODHI, N.S. & PASZKOWSKI, C.A., 1995. Habitat use and foraging behavior of four parulid warblers in a second growth forest in northern Wisconsin, USA. *J. Field Ornithol.*, 66: 277-288.
- STILES, F.G. & ROSSELLI, L., 1998.- Inventario de las aves de un bosque altoandino: comparación de dos métodos. *Caldasia*, 20 (1): 30-43.
- STILES, F.G., CUERVO, A.M., ROSSELLI, L., BOHÓRQUEZ, C.I., ESTELA, F. & ARZUZA, D., 2011.- Species lists of birds for South American countries and territories: Colombia. Disponible en: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.html>
- STRONG, A.M., 2000. Divergent foraging strategies of two Neotropical migrant warblers: implications for winter habitat use. *Auk*, 117 (2): 381-392
- SUTHERLAND W.J., NEWTON, I. & GREEN, R.E., 2004.- *Bird Ecology and Conservation. A handbook of techniques*. Oxford University Press. New York, USA.
- TURNER, A.K., 1982.- Optimal foraging by the swallow (*Hirundo rustica*, L.): prey size selection. *Anim. Behav.*, 30: 862-872.
- WHITEHEAD, D.R. & TAYLOR, T., 2002.- Arcadian Flycatcher (*Empidonax virescens*). (en) POOLE, A. & GILL, F. (ed.). *The Birds of North America*, No. 614. The Birds of North America Inc. Pennsylvania, USA.
- WOLDA, H., 1990.- Food availability for an insectivore and how to measure it. *Stud. Avian Biol.*, 13: 38-43.
- WUNDERLE, J.M., 1991.- Age-specific foraging proficiency in birds. *Curr. Ornithol.*, 8: 273-324

PRESENCIA DE *Eleutherodactylus johnstonei* (ANURA: ELEUTHERODACTYLIDAE) EN IBAGUÉ, TOLIMA, COLOMBIA: EL PAPEL DE LOS VIVEROS COMERCIALES

Mario J. Gómez-Martínez¹, Julián Llano-Mejía², Ángela María Cortés-Gómez³

Resumen

La rana Coquí de las Antillas, *Eleutherodactylus johnstonei*, es considerada una especie invasora de varios países de Centro y Sur América, la cual puede ocasionar efectos negativos al poner en riesgo la salud del hombre, debido a su aguda vocalización tornándose contaminación auditiva y por ser portadora de parásitos. Con el fin de identificar la fuente de introducción y los mecanismos de dispersión de la especie, se reporta y se describe la contribución de los viveros comerciales de la ciudad de Ibagué con la llegada de *E. johnstonei* a la ciudad y de su posterior dispersión a las zonas residenciales por medio del transporte de plantas ornamentales. Individuos de la especie fueron observados en zonas residenciales y comerciales del centro de la ciudad en 2011, 2012 y 2013. Por medio de visitas nocturnas a viveros y recorridos por la ciudad se identificó la presencia de la especie en nueve de los 12 viveros visitados, así como también el registro auditivo en siete barrios residenciales de la ciudad. Entrevistas semiestructuradas con viveristas permitieron identificar que la principal zona de donde se surten las plantas de los viveros ibaguereños, es el departamento de Cundinamarca, específicamente de los municipios de Fusagasugá y Mesitas del Colegio. Se reporta por primera vez a *E. johnstonei* en la localidad de Chinauta, Fusagasugá (Cundinamarca). Dadas las implicaciones biológicas y los potenciales impactos económicos de la invasión, es necesario plantear estrategias de mitigación que conduzcan a controlar la presencia de la especie en los viveros mayoristas y a los de Ibagué, para evitar la dispersión a otras zonas de la ciudad y el país.

Palabras clave: anuro, contaminación acústica, especies introducidas, Fusagasugá, plantas ornamentales, potencial de invasión.

* FR: 21-V-2016. FA: 23-V-2016

¹ Laboratorio de Ecoagricultura, Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. Email. mjgomez@ut.edu.co.

² Grupo de Investigación en Ecología y Evolución de Vertebrados Terrestres, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia. Email. julillano17@gmail.com

³ Programa de Doctorado en Estudios Ambientales y Rurales, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Email. amcortesbiol@gmail.com

CÓMO CITAR:

GÓMEZ, M.J., LLANO, J. & CORTÉS, A.M., 2016.- Presencia de *Eleutherodactylus johnstonei* (Anura: Eleutherodactylidae) en Ibagué, Tolima, Colombia: el papel de los viveros comerciales. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (2): 164-170. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.12



PRESENCE OF *Eleutherodactylus johnstonei* (ANURA: ELEUTHERODACTYLUS) IN IBAGUÉ, TOLIMA, COLOMBIA: THE ROLE OF COMMERCIAL GARDEN CENTERS

The “Antilles coqui” frog, *Eleutherodactylus johnstonei*, is considered an invasive species in several countries of Central and South America which can cause negative effects by putting at risk the health of humans because of its sharp chanting becoming auditory contamination, as well as for being carrier of parasites. In order to identify sources of introduction and mechanisms of dispersion of the species, the contribution of commercial garden centers in the city of Ibagué is reported and described in this article, with the arrival of *E. johnstonei* to the city and its subsequent dispersion in residential areas through the transportation of ornamental plants. Individuals of the species were observed in residential and commercial downtown areas in 2011, 2012 and 2013. During night visits to commercial garden centers in the city, the presence of the species was identified in nine of the 12 commercial garden centers visited, as well as the acoustic record was done in seven neighborhoods in the city. Semi-structured interviews with keepers helped identifying that the main area from where the plants come is the department of Cundinamarca, specifically from the municipalities of Fusagasugá and Mesitas del Colegio. The *E. johnstonei* was reported for the first time in the town of Chinauta, Fusagasugá (Cundinamarca). Given the biological implications and potential economic impacts of the invasion, it is necessary to propose mitigation strategies leading to control the presence of the species in wholesale commercial garden centers and those of Ibagué in order to prevent the dispersion to other areas of the city and the country.

Key words: anuran, introduced species, Fusagasugá, noise pollution, ornamental plants, potential invasion.

Eleutherodactylus johnstonei Barbour 1914 (Anura: Eleutherodactylidae) es una rana pequeña, los machos adultos tienen una longitud de 17 mm a 25 mm y las hembras de 17 mm a 35 mm; es de coloración opaca, presenta un tono marrón a gris en el dorso y color crema en el vientre, además de una textura granular (SAVAGE, 2002). Portadora de parásitos como *Leptospira interrogans*, *Salmonella* sp. y helmintos gastrointestinales (GOLDBERG *et al.*, 1995; KRAUS, 2009). Hasta la fecha no se han reportado casos para Colombia. Su vocalización y reproducción es continua durante el año con picos en meses húmedos. Los machos llaman desde el suelo hasta 3 m de altura (MURPHY, 1997), iniciando al atardecer y finalizando después de la medianoche, tiempo durante el cual entonan dos notas seguidas de manera pulsada, cortas y agudas de 2000 Hz y 3.500 Hz (WATKINS *et al.*, 1970), siendo este uno de los principales impactos que ocasiona su establecimiento invasor en nuevos lugares.

Esta especie también presenta amplia tolerancia fisiológica a la deshidratación y a altas temperaturas e independencia de agua estancada (POUGH *et al.*, 1977; KAISER, 1997), otorgándole características de generalista ecológico, fuertemente competitivo, de habilidad superior para colonizar áreas secas y hábitats perturbados que van desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm (HEDGES *et al.*, 2010). Es originaria de las Antillas Menores (St. Lucía o Antigua y Barbuda) (BARBOUR, 1914) y actualmente se encuentra introducida en el Caribe Oriental, y en menor grado Venezuela, Guyana, Guyana Francesa, Panamá, Costa Rica, Colombia y recientemente Brasil (OVASKA, 1991; SCHWARTZ & HENDERSON, 1991; KAISER & HARDY, 1994; RUIZ-CARRANZA *et al.*, 1996; KAISER *et al.*, 2002; MELO *et al.*, 2014; FROST, 2016), países donde ha tenido un gran éxito al ocupar hábitats con fuertes perturbaciones antropogénicas (BOMFORD *et al.*, 2009). En Colombia, esta especie se registra en ciudades como Barranquilla, Cali, Jamundí, Yumbo y Bucaramanga (RUIZ-CARRANZA *et al.*, 1996; ACOSTA-GALVIS, 2000; ORTEGA *et al.*, 2001; CASTRO en KAISER *et al.*, 2002, VALENCIA-ZULETA *et al.*, 2014).

En este sentido, *E. johnstonei* es la rana más distribuida en el mundo, superada únicamente por *Rhinella marina* (KAISER, 1997) y *Lithobates catesbeianus*, esta última ha sido fuertemente introducida, establecida y dispersada a zonas de América y Eurasia durante los dos anteriores siglos y considerada la especie invasiva más perjudicial en el mundo (LEVER, 2003). Otro caso problemático se asocia a la especie *Eleutherodactylus coqui*, en Hawai, su invasión ha repercutido negativamente en la floricultura, viveros y el sector turístico (BEAR & PITT, 2005). KAISER (1992) sugirió que gran parte de la expansión del rango geográfico de *E. johnstonei* es producto del comercio intensivo y acumulativo desarrollado durante siglos (*stricto sensu*, comercio de plantas ornamentales: LEVER, 2003). Así mismo, los modelamientos macroclimáticos sugieren que la expansión de la especie incrementará en el futuro por efecto del cambio climático (RÖDDER, 2009).

En la presente nota se detallan aspectos relacionados con la llegada de la rana Coquí de las Antillas, *E. johnstonei*, a Ibagué, Tolima (LLANO-MEJÍA *et al.*, 2014) y la posible contribución de los viveros comerciales de la ciudad a la presencia y distribución de la rana en esta localidad. Por lo tanto, un individuo de *E. johnstonei* fue observado en 2011 en una área residencial de la zona centro de Ibagué (4°26'17,43" N y 75°12'9,27" W). En los dos años siguientes, dos individuos fueron registrados en distintas zonas del casco urbano; en 2012, un individuo fue colectado de una planta del jardín interno del edificio de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima (4°25'38,61" N y 75°12'39,16" W) y en el 2013, otro individuo fue colectado en el jardín de un céntrico barrio residencial (4°26'8,61" N y 75°13'7,26" W). Hay que mencionar que esta especie fue reportada en 2012 para el municipio de Mariquita, Tolima (MONTES & BERNAL-BAUTISTA, 2012), que se localiza en línea recta a 98 km al norte de Ibagué, y es de sumo cuidado por ser una área más rural o más cercana a áreas naturales con especies nativas que podrían ser impactadas en sus nichos.

Con la finalidad de comprobar la presencia de *E. johnstonei* se realizaron visitas nocturnas a viveros y recorridos por la ciudad, registrándose la especie en nueve de los 12 viveros visitados, así como también el registro auditivo en siete barrios residenciales de la ciudad (Fig. 1). En Ibagué, la invasión y dispersión de la rana se debe probablemente a introducciones accidentales o intencionales, más que a una dispersión activa (KAISER *et al.*, 2002; KRAUS & CAMPBELL, 2002; VAN BUURT, 2006; ERNST *et al.*, 2011). Las zonas urbanas diferentes a viveros, con presencia de la rana, pertenecen a zonas residenciales de estratos altos, lo que coincide con lo encontrado por GORZULA & SEÑARIS (1998) quienes la denominaron “la rana burguesa”. Dichas construcciones cuentan con jardines internos y externos, los cuales en su mayoría se han decorado paisajísticamente con material vegetal ornamental, adquirido en viveros.

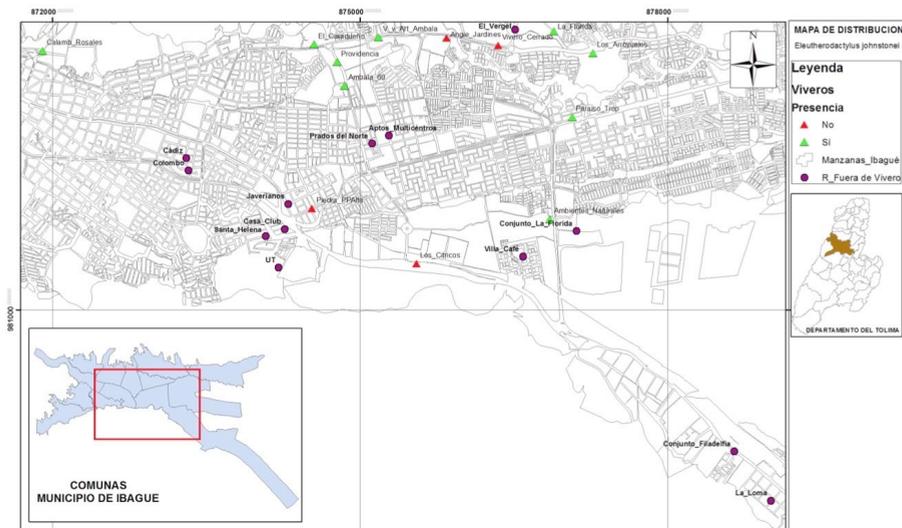


Figura 1. Presencia de *E. johnstonei* en los viveros y zonas urbanas de la ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia.

El patrón de dispersión de la especie, reportado en Ibagué, es muy similar a los presentados en las demás localidades donde ha sido introducida, quedando confinada a áreas urbanas, jardines y zonas residenciales (MANICKCHAN *et al.*, 2011). En la ciudad de Bucaramanga (Colombia), ORTEGA *et al.* (2005) documentaron que individuos que habitan en jardines pueden reproducirse a lo largo de todo el año beneficiándose del riego y la presencia constante de artrópodos en las plantas ornamentales. La colonización a áreas naturales no ha sido reportada, quedando limitado su rango exclusivamente a hábitats perturbados y pudiendo competir con especies locales endémicas en áreas altamente perturbadas (MANICKCHAN *et al.*, 2011; ERNST *et al.*, 2011).

Adicionalmente, por medio de entrevistas semiestructuradas a los administradores de los viveros se identificó que la principal zona de procedencia de las plantas que surten los viveros ibaguereños, es de los municipios de Fusagasugá y Mesitas del Colegio, en el departamento de Cundinamarca, lo que motivó a realizar un recorrido nocturno a los viveros de Fusagasugá mencionados por los viveristas ibaguereños. De los siete viveros inspeccionados en esta ciudad, en sólo uno se registró auditivamente la ocurrencia de la especie, siendo un predio de amplia extensión y que cuenta con una alta diversidad de plantas para la venta. Este vivero comercial puede ser una de las fuentes de dispersión de la rana hacia Ibagué. Se resalta que esta observación evidencia la presencia de *E. johnstonei* en Fusagasugá, exactamente en la zona urbana de Chinauta (04°17'60,0" N y 74°26'27,72 W; 1300 msnm.), zona para la cual no había sido reportada y se convierte en el registro a mayor altitud de la rana en Colombia.

Otro resultado obtenido de las entrevistas es la percepción de la vocalización de la rana; ocho de los 13 viveristas entrevistados, han escuchado la vocalización de la especie, de los cuales tres lo catalogan como 'desesperante' y tres como 'tolerable'. Cuando se indagó en el tiempo de presencia de la rana en los viveros, la mayoría contestó que un año, sin embargo hay un rango de entre seis meses y 10 años; este último, fue proporcionado por un solo productor.

Alcances y recomendaciones

Debido a que *E. johnstonei* en Ibagué aparece en barrios residenciales de clase media alta y que el canto es muy fuerte, se podrían originar a futuro problemas sociales por contaminación auditiva, reflejándose en la disminución del sueño y aumento de casos de estrés en los pobladores de dichas zonas (LEVER, 2003; MANICKCHAN *et al.*, 2011). Un ejemplo de estas afectaciones se registró en Brasil, en donde se presentó un caso de hospitalización por estrés producido por la alta contaminación auditiva generada por la rana (MELO *et al.*, 2014). Adicionalmente, se han reportado otros fenómenos como la posible pérdida del valor comercial de los inmuebles y la disminución de la actividad económica en los establecimientos comerciales (hoteles y clínicas y centros comerciales) cercanos a las poblaciones establecidas de la especie.

Igualmente, la presencia de *E. johnstonei* en los viveros de Ibagué y, hasta el momento, la ocurrencia en uno de los viveros mayoristas de Fusagasugá, se hace necesario plantear estrategias de erradicación (en etapas tempranas de la invasión) y monitoreo por parte de entidades gubernamentales, para evitar la dispersión a otras zonas de la ciudad y del país. Para el caso de Fusagasugá, que es muy conocida por esta actividad económica, además un número considerable de viveros se localizan a los costados de la principal vía que comunica Bogotá con el centro y occidente del país, convirtiéndola en una importante ruta de transporte e incrementando el potencial de dispersión de la especie.

En este sentido, se proponen medidas de control dirigidas a los viveros para certificarlos libre de *E. johnstonei* y la aplicación de técnicas de manejo a los jardines, como las propuestas por BEACHY *et al.* (2011) y PITT *et al.* (2012), quienes con una combinación de prácticas de modificación de hábitat, realizaron aplicaciones de ácido cítrico dirigidas a las plantas durante el día y al suelo en la noche, y el control y seguimiento simultáneo de toda la infestación. Sin embargo MELO *et al.* (2014), quienes también recomiendan esta técnica, aclaran que este enfoque no será posible una vez que la especie ha colonizado lugares más prístinos, ya que no hay posibilidades realistas de detener la expansión de *E. johnstonei* (KAISER *et al.*, 2002).

Además se sugiere a los herpetólogos y personas interesadas a que revisen en sus ciudades si la rana ya ha sido introducida. Es probable que en otras ciudades intermedias (ej, Pereira, Armenia, Neiva y algunas de la costa atlántica) ya tengan presencia de la especie. Esto permitiría intensificar las medidas de control para frenar la invasión en etapas tempranas, identificar rutas de movilidad de la especie y evitar la dispersión a otras zonas. Para el caso de Ibagué, se propone realizar monitoreos constantes, identificar las poblaciones y su tamaño y con ello descartar que sean casos fortuitos de individuos llevados con las plantas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración brindada por los propietarios, administradores y cuidanderos de los viveros (viveristas) de Ibagué y Fusagasugá y a los integrantes del Grupo de Estudio en Diversidad de Anfibios y Reptiles del Tolima del Laboratorio de Ecoagricultura de la Universidad del Tolima.

REFERENCIAS

- ACOSTA, G.A., 2000.- Ranas, salamandras y caeciliias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1: 289-319.
- BARBOUR, T., 1914.- A contribution to the Zoögeography of the West Indies, with especial reference to amphibians and reptiles. *Mem. Mus. Comp. Zool.* 44:209-359.
- BEACHY, J.R., NEVILLE, R. & ARNOTT, C., 2011.- Successful control of an incipient invasive amphibian: *Eleutherodactylus coqui* on O'ahu, Hawai'i. In: VEITCH, C.R., CLOUT, M.N., TOWNS, D.R., editor(s). *Island Invasives: Eradication and Management. Proceedings of the International Conference on Island Invasives*. Switzerland and New Zealand: IUCN and CBB. p. 140-147.
- BEARD, K.H. & PITT, W.C., 2005.- Potential consequences of the coqui frog invasion in Hawaii. *Divers Distrib.* 11(5): 427-433. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00178.x>
- BOMFORD, M., KRAUS, F., BARRY, S.C. & LAWRENCE, E., 2009.- Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching. *Biol Invasions*, 11: 713-724. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-008-9285-3>
- ERNST, R., MASSEMIN, D. & KOWARIK, I., 2011.- Non-invasive invaders from the Caribbean: the status of Johnstone's Whistling frog (*Eleutherodactylus johnstonei*) ten years after its introduction to Western French Guiana. *Biol Invasions*, 13: 1767-1777. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-010-9930-5>
- FROST, D.R., 2016.- *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (23 May 2016), Electronic Database – American Museum of Natural History, New York, USA. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>
- GOLDBERG, S.R., BURSEY, C.R. & TAWIL, R., 1995.- Gastrointestinal helminths of *Eleutherodactylus johnstonei* (Leptodactylidae) from Bermuda. *J Helminthol Soc Wash*, 62 (1): 67-69.
- GORZULA, S. & SEÑARIS, J.C., 1998.- Contribution to the herpetofauna of the Venezuela Guyana, I. A. Data base. *Scientia Guaianae*, (8): 1-269.
- HEDGES, B., IBÉNÉ, B., KOENIG, S., LAMARCA, E., IBÁÑEZ, R. & HARDY, J., 2010.- *Eleutherodactylus johnstonei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/full/56684/0>

- KAISER, H., 1992.- The trade-mediated introduction of *Eleutherodactylus martinicensis* (Anura: Leptodactylidae) on St Barthélemy, French Antilles, and its implications for Lesser Antillean Biogeography. *J Herpetol*, 26 (3): 264-273. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1564880>
- KAISER, H., BARRIO-AMORÓS, C.L., TRUJILLO, J.D. & LYNCH, J.D., 2002.- Expansion of *Eleutherodactylus johnstonei* in northern South America: rapid dispersal through human interactions. *Herpetol Rev*, 33 (4): 290-294.
- KAISER, H., 1997.- Origins and introductions of the Caribbean frog, *Eleutherodactylus johnstonei* (Leptodactylidae): management and conservation concerns. *Biodivers Conserv*, 6 (10): 1391-1407. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1018341814510>
- KAISER, H. & HARDY, J.D., 1994.- *Eleutherodactylus johnstonei*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, 581: 1-5.
- KRAUS, F., 2009.- *Alien reptiles and amphibians – a scientific compendium and analysis*. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology (4). New York: Springer. p. 84-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8946-6>
- KRAUS, F. & CAMPBELL, E.W., 2002.- Human-mediated Escalation of a Formerly Eradicable Problem: The Invasion of Caribbean Frogs in the Hawaiian Islands. *Biol Invasions*, 4 (3): 327-332. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020909205908>
- LEVER, C., 2003.- *Naturalized reptiles and amphibians of the world*. Oxford, U.K: Oxford University Press.
- LLANO-MEJÍA, J., CORTÉS-GÓMEZ, Á.M., GÓMEZ-MARTÍNEZ, M.J., CERTUCHE-CUBILLOS, J.K., SÁNCHEZ, A., CORTÉS, M., GARZÓN, D., QUINTERO, D., OSORIO, L., TOLOSA, Y. & GUZMÁN, L., 2014.- *Eleutherodactylus johnstonei* en la ciudad de Ibagué: algunas anotaciones sobre su proceso de invasión. En: *Memorias IV Congreso Colombiano de Zoología, X Congreso Latinoamericano de Herpetología, X Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (SOLAMAC) y VII Encuentro Colombiano Sobre Abejas Silvestres*. Cartagena de Indias, Colombia – Diciembre 1 al 5 de 2014.
- MANICKCHAN, S.A., STARR, C.K., RAMJOHN, C., MAHABIR, S.V., MAHABIR, K. & MOHAMMED, R.S., 2011.- The Distribution of the Frog *Eleutherodactylus johnstonei* (Amphibia: Eleutherodactylidae) in Trinidad, West Indies. *Living World*, 46-49.
- MELO, M.M., LYRA, M.L., BRISCHI, A.N., GERALDI, V.C. & HADDAD, C.F.B., 2014.- First record of the invasive frog *Eleutherodactylus johnstonei* (Anura: Eleutherodactylidae) in São Paulo, Brazil. *Salamandra*, 50(3):177-180.
- MONTES, C.M. & BERNAL, M.H., 2012.- Geographic distribution: *Eleutherodactylus johnstonei*. *Herpetol Rev*, 43: 439.
- MURPHY, J.C., 1997.- *Amphibians and Reptiles of Trinidad and Tobago*. Florida: Krieger Publishing Company.
- ORTEGA, J.E., JEREZ, A. & RAMÍREZ, M.P., 2001.- Geographic distribution: *Eleutherodactylus johnstonei*. *Herpetol Rev*, 32:269.
- ORTEGA, J.E., SERRANO, V.H. & RAMÍREZ, M.P., 2005.- Reproduction of an introduced population of *Eleutherodactylus johnstonei* of Bucaramanga, Colombia. *Copeia*, 3: 642-648.
- OVASKA K., 1991.- Reproductive phenology, population structure and habitat use of the frog *Eleutherodactylus johnstonei* in Barbados, West Indies. *J Herpetol*, 25 (4): 424-430. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1564764>
- PITT, W.C., BEARD, K.H. & DORATT, R.E., 2012.- *Management of Invasive Coqui Frog Populations in Hawaii*. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. Paper 1181. Disponible en: http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/1181
- POUGH, F.M., STEWART, M.M. & THOMAS, R.G., 1977.- Physiological basis of habitat partitioning in Jamaican *Eleutherodactylus*. *Oecologia*, 27 (4): 285-293. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00345561>
- RÖDDER, D., 2009.- Human footprint, facilitated jump dispersal, and the potential distribution of the invasive *Eleutherodactylus johnstonei* Barbour, 1914 (Anura: Eleutherodactylidae). *Trop Zool*, 22: 205-217.
- RUIZ-CARRANZA, P.M., ARDILA-ROBAYO, M.C. & LYNCH, A.D., 1996.- Lista actualizada de la fauna amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 20 (77): 365-415.
- SAVAGE, J.M., 2002.- *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica*. Chicago: University of Chicago Press. p. 271-274
- SCHWARTZ, A. & HENDERSON, R.W., 1991.- *Amphibians and Reptiles of the West Indies: Description, Distribution and Natural History*. Florida: University of Florida Press. p. 72-75
- VALENCIA-ZULETA, A., JARAMILLO-MARTÍNEZ, A.F., ECHEVERRY-BOCANEGRA, A., VIÁFARA-VEGA, R., HERNÁNDEZ-CÓRDOBA, O., CARDONA-BOTERO, V.E., GUTIÉRREZ-ZÚÑIGA, J. & CASTRO-HERRERA, F., 2014.- Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphibian & Reptile Conservation*, 8 (2): 1-18.
- VAN BUURT, G., 2006.- Conservation of amphibians and reptiles in Aruba, Curaçao and Bonaire. *Applied Herpetol*, 3 (4): 307-321. DOI: <http://dx.doi.org/10.1163/157075406778905027>
- WATKINS, W.A., BAYLOR, E.R. & BOWEN, A.T., 1970.- The call of *Eleutherodactylus johnstonei*, the whistling frog of Bermuda. *Copeia*, 3: 558-561.

**ESTUDIOS DE ORGANISMOS DEL
BOSQUE HUMEDO TROPICAL**
Organisms studies of the tropical rainforest



* Les lacs de la Magalhães. — Dessin de A. de Proville, d'après un croquis de l'auteur.

OCCURRENCE OF *Armases angustum* (SMITH, 1870) (DECAPODA, SESARMIDAE) IN TANKS OF *Guzmania* sp. (BROMELIACEAE) AT TROPICAL RAIN FOREST OF CHOCÓ (COLOMBIA)

Fabiola Ospina-B.^{1,2}, *Emilio Realpe*¹ and *J.Y. Arias-Pineda*¹

Abstract

Several Sesarmidae species live in phytotelmata as a strategy to avoid predation, find nutrients, and protect the juvenile. This study reports the occurrence of *A. angustum* to be associated with *Guzmania* sp. (Bromeliaceae) in rainforests of Colombia. *A. angustum* has morphological adaptations for climbing that allow access to bromeliads and other phytotelmata as other crab species reported in bromeliads and tree holes. Future research would be directed toward explaining the presence of *A. angustum* on bromeliads.

Key words: *Armases angustum*, Bromeliaceae, rainforest.

PRESENCIA DE *Armases angustum* (SMITH, 1870) (DECAPODA, SESARMIDAE) EN ESTANQUES DE *Guzmania* sp. (BROMELIACEAE) EN EL BOSQUE HUMEDO TROPICAL DEL CHOCÓ (COLOMBIA)

Resumen

Varias especies Sesarmidae viven en fitotelmata como una estrategia para evitar la depredación, hallar nutrientes, y proteger a los juveniles. El estudio muestra la presencia de *A. angustum* asociados con *Guzmania* sp. (Bromeliaceae) en las selvas de Colombia. *A. angustum* tiene adaptaciones morfológicas para la escalar que permiten el acceso a las bromelias y otras fitotelmata como otras especies de cangrejos reportados en bromelias y huecos de los árboles. Futuras investigaciones futura podría ser dirigida hacia la explicación de la presencia de *A. angustum*.

Palabras clave: *Armases angustum*, Bromeliaceae, bosque húmedo tropical.

¹ FR: 10-IV-16. 28-X-2016.

¹ Laboratorio de Zoología y Ecología Acuática-LAZOEA, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes Bogotá D.C., Colombia. E-mail: mf.ospina35@uniandes.edu.co

² Grupo de investigaciones en ecosistemas tropicales, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

CÓMO CITAR:

OSPINA, F., REALPE, E & ARIAS, J.Y., 2016.- Occurrence of *Armases angustum* (SMITH, 1870) (Decapoda, Sesarmidae) in tanks of *Guzmania* sp. (Bromeliaceae) at tropical rain forest of Chocó (Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 173-178. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.13

INTRODUCTION

Sesarmidae is a crab family inhabiting temperate and tropical regions. Sesarmid crabs are found in marine, freshwater, mangrove, and brackish habitats (ABELE, 1992; HARTNOLL, 1975; JONES, 1984; SCHUBART *et al.*, 2002), where they eat litter or detritus and tadpole (FRATINI *et al.*, 2005, GRAY & CHRISTY, 2000). In addition, several species of Sesarmidae live in phytotelmata; for example, *Labuanium rotundatum* (Hess, 1865) is associated with treeholes (NG & LIU, 2003), *Metopaulias depressus*, Rathbun, 1896 and *Armases angustipes*, Dana, 1852 live in bromeliads (DIESEL, 1989, 1992, 1997), and *Scandarma lintou*, Schubart *et al.*, 2003, *Labuanium scandens* Ng & Liu, 2003, *Labuanium gracilipes* H. Milne Edwards, 1853, and *Aratus pisonii* H. Milne Edwards, 1837 are associated to Pandanaceae (CUMBERLIDGE *et al.*, 2005; NG & LIU, 2003; SCHUBART *et al.*, 2003; THIERCELIN & SCHUBART, 2014). The family Sesarmidae includes around 31 genera, some of which are widely distributed in the Indo-Pacific region. In America, the family is represented by approximately 33 species, into in four genera, *Aratus* with 2 species, *Armases* with 13 species, *Metopaulias* with 1 species and *Sesarma* with 18 species (ABELE, 1992; NG *et al.*, 2008; DE GRAVE *et al.*, 2009; SCHUBART & SANTL, 2014; THIERCELIN & SCHUBART, 2014). The genus *Armases* contains two species that have been reported along the Pacific coastline of Colombia: *A. occidentale* (Smith, 1870) and *A. angustum* (Smith, 1870) (ABELE, 1992; LEMAITRE & ALVAREZ, 1992). The species *A. angustum* has been found in the Pacific coast region of Colombia (e.g., on Gorgona Island, Bahia Malaga) to be associated with mangrove trunks and plant detritus (LAZARUS & CANTERA, 2007; LEMAITRE & ALVAREZ, 1992). This study reports, for the first time, the occurrence of *A. angustum* to be associated with *Guzmania* sp. (Bromeliaceae) in rainforests of Colombia.

METHODS

The study was conducted in a tropical rainforest located around El Amargal Biological station (5°41'29.44" N 77°16'18.36"W) on the Pacific coast of the department of Chocó in Colombia. The area is characterized by a mature forest with a canopy height of 35-45 m.; *Brosimum utile* (Moraceae), *Wettinia quinaria* (Arecaceae), *Otoba novogranatensis* (Myristicaceae), *Cecropia hispidissima* (Cecropiaceae) are the more abundant plant species. The annual average temperature is 26.3°C and the average annual precipitation is 7245 mm. The precipitation regime is unimodal with a rainy season between April and November, and a humidity of 85% (VALLEJO *et al.*, 2005). Eleven plants of *Guzmania* sp. (Bromeliaceae) Ruiz & Pavón, 1802, were collected in April of 2012 to survey the fauna inhabiting them. The bromeliads were located at heights between 1 and 3 m above the ground level. They had an average height of 0.83 m, an average of 0.118 m² of coverage, an average leaf number of 27.6, and an average of 8.78 g of litter.

RESULTS

Armases angustum (Smith, 1870) (Fig. 1)



Fig. 1. *Armases angustum* (Smith, 1870). A, Ventral view of female; B, ventral view of male; C, dorsal view of female; D, dorsal view of male. Scales: 1, 1 cm; 2, 1 cm.

Material examined. — Eight adult ♂♂ (cw 1.2 cm, cl 1.3 cm) and 3 adult ♀♀ (cw 1.0 cm, cl 1.1 cm). Colombia, Department of Chocó, Municipality of Nuquí, district of Arusí, El Amargal Biological station. 5°41'29 44"N 77°16'18.36"W. April 2012. Coll. Fabiola Ospina-Bautista, Emilio Realpe. All material was deposited in the Museo de Historia Natural, Universidad de los Andes, Bogotá, under accession no. ANDES-IN 2793.

Habitat. — These were collected from *Guzmania* sp. of the Pacific coast of Colombia.

General morphological characters — Carapace whit dorsal surface of carapace covered with granules (fig. 2A). Sexually dimorphic chelipeds; generally more robust in males than in females. In both sexes, medial posterior and lateral inferior sides has serrated edges. The anterior medial edge is armed with teeth and expanded distally, especially in males. Carpus covered with sharp granules. Chelae of both sexes covered with granules; dorsal surface of palm with a poorly row of sharp tubercles (fig. 2B). First male gonopod an amber color, consisting of two unequal lobes laterally compressed

with a medial groove; the shaft portions are membranous or weakly calcified (fig. 2 E-F)
 Remarks. — The three females of *A. angustum* collected were found in 3 bromeliads *Guzmania* sp. and the eight males were found around bromeliads. The bromeliad community was dominated by immature Coleoptera and Diptera, *Scirtes* sp. (Helodidae), *Limonia* sp. (Tipulidae), and *Wyeomyia* sp. (Culicidae).

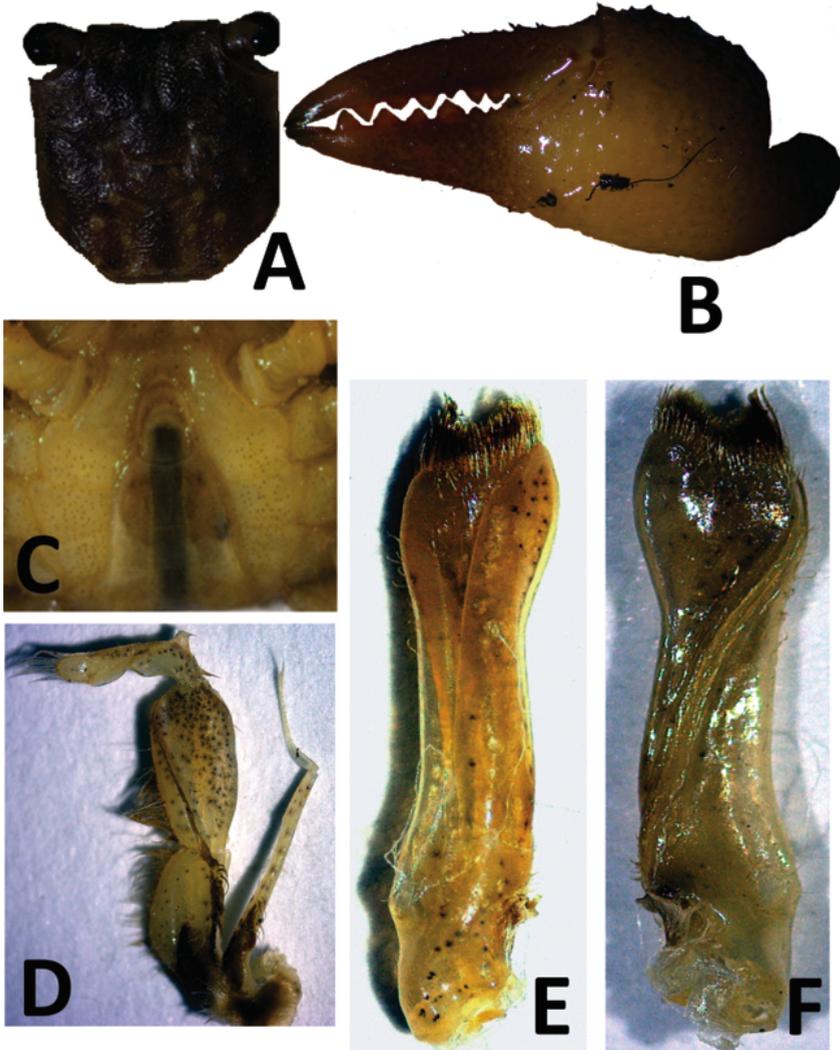


Fig. 2. A, Dorsal view of *Armases angustum* (Smith, 1870). (1) 0.75 cm.; B, Quelipod of *A. angustum*, male; C, Ventral view of *A. angustum* male; D, Third maxilipeds; E-F, Male Gonopods (Left).

DISCUSSION

There have not been reports for Colombia of crabs inhabiting bromeliads, despite the high diversity of decapods in Colombia (CAMPOS, 2005; CAMPOS *et al.*, 2005; LAMAITRE & ALVAREZ, 1992; VALENCIA & CAMPOS, 2007). Moreover, this is the first record of *A. angustum* living in Bromeliaceae. Like other species reported in bromeliads and treeholes, *A. angustum* has morphological adaptations for climbing that can allow access to the hearts of bromeliads and other phytotelmata. *Armases* species have a flattened and slightly broader than long carapace, long propodi, and short dactyli in the legs for climbing the tree stem (VANNINI *et al.*, 1997), mobile fingers often extended into the base with granules scattered on the dorsal surface, a second pair of pereopods without pubescence on the dorsal surface of the propodus (ABELE, 1992). This strategy is relevant for avoiding predation, finding nutrients, protecting the juveniles, and colonizing new habitats such as the surface of the tree bark, bromeliads, and tree holes (CANNICCI *et al.*, 1999; ERICKSON *et al.*, 2003; HARTNOLL, 1988; VANNINI *et al.*, 1997; SIVASOTHI, 2000).

Future research would be directed toward explaining the presence of *A. angustum* on bromeliads. *A. angustum* has been reported to prey on *Dendrobates auratus* tadpoles in ephemeral pools of Panama (GRAY & CHRISTY, 2000). Thus, it is possible that the same behavior occurs with the individuals of *A. angustum* in the Pacific coast of Colombia, where the species *Dendrobates histrionicus* has been reported to occur (MÉNDEZ & AMÉZQUITA, 2014). Moreover, some species of Sesamidae in Jamaica, such as *Metapaulius depressus*, use the phytotelm system to protect their offspring against predators (DIESEL, 1989, 1992). Therefore, in a similar fashion *A. angustum* may be using *Guzmania* sp. as a breeding habitat.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are very grateful to Célio Magalhães for revising the manuscript. We would like to thank the reviewers for their comments on the manuscript.

REFERENCES

- ABELE, L.G., 1992.- A review of the grapsid crab genus *Sesarma* (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) in America, with the description of a new genus. *Smithson. Contr. Zool.*, 527: 1-57
- CAMPOS, M., 2005.- *The freshwater crabs from Colombia*. A taxonomy and distributional study; 1-363. (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá). Disponible en: <http://www.accefyn.org.co/PublicAcad/Cangrejos/Freshwater.pdf>.
- CAMPOS, N. H., NAVAS, G. BERMÚDEZ, A. & CRUZ, N., 2005.- *Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300-500 metros) del mar Caribe colombiano*: 1: 272 Monografías de fauna de Colombia. Unilibros, Santa Marta.
- CANNICCI, S., FRATINI, S. & VANNINI, M., 1999.- Use of time, space and food resources in the mangrove climbing crab *Selatium elongatum* (Grapsidae: Sesarinae). *Marine Biology*, 135: 335-339.
- CUMBERLIDGE, N., FENOLIO, D. B., WALVOORD, M.E. & STOUT, J., 2005.- Tree-climbing crabs (Potamonautidae and Sesamidae) from phytotelmic microhabitats in rainforest canopy in Madagascar. *Journal of Crustacean Biology*, 25: 302-308.
- DE GRAVE, S., PENTCHEFF, N.D., AHYONG, S.T., CHAN, T.-Y., CRANDALL, K.A., DWORSCHAK, P.C., FELDER, D.L., FELDMANN, R.M., FRANSEN, C.H.J.M., GOULDING, L.Y.D., LEMAITRE, R., LOW, M.E.Y., MARTIN, J.W., NG,

- P.K.L., SCHWEITZER, C.E., TAN, S.H., TSHUDY, D. & WETZER, R., (2009).- A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Suppl. 21, 1-109.
- DIESEL, R., 1989.- Parental care in an unusual environment: *Metopaulias depressus* (Decapoda: Grapsidae), a crab that lives in epiphytic bromeliads. *Animal Behaviour*, 38: 561-575.
- _____, 1992.- Maternal care in the bromeliad crab, *Metopaulias depressus*: protection of larvae from predation by damselfly nymphs. *Animal Behavior*, 43: 803-812
- _____, 1997.- Maternal control of calcium concentration in the larval nursery of the bromeliad crab, *Metopaulias depressus* (Grapsidae). *Proceedings of the Royal Society, (Biological Sciences)* 264: 1403 -1406.
- ERICKSON, A.A., SALTIS, M., BELL, S.S. & DAWES, C.J., 2003.- Herbivore feeding preferences as measured by leaf damage and stomatal ingestion: a mangrove crab example. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 289: 123 - 138.
- FRATINI, S., VANNINI, M. CANNICCI, S. & SCHUBART, C.D., 2005.- Tree-climbing mangrove crabs: a case of convergent evolution. *Evolutionary Ecology Research*, 7: 219-233.
- GRAY, H.M., & CHRISTY, J., 2000.- Predation by the grapsid crab, *Armases angustum* (Smith, 1870), on tadpoles of the green poison frog, *Dendrobates auratus* (Girard, 1855). *Crustaceana*, 73: 1023-1025
- HARTNOLL, R.G., 1975.- The Grapsidae and Ocypodidae (Decapoda: Brachyura) of Tanzania. *Journal of Zoology, London*, 177: 305-328.
- _____, 1988.- Evolution, systematics, and geographical distribution. In: W.W. BURGREN & B.R. MCMAHON (eds.), *Biology of the land crabs*: 6-54. (Cambridge University Press, Cambridge).
- JONES, D.A., 1984.- Crabs of the mangal ecosystem. In POR, F.D. & DOR, I. (eds.), *Hydrobiology of the Mangal- The Ecosystem of the Mangrove forests. Developments in Hydrobiology*, 20: 89 -109.
- LEMAITRE, R. & ALVAREZ, R., 1992.- Crustáceos decápodos del Pacífico colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras de Punta Betín*, 21: 33-76.
- LAZARUS-AGUDELO, J. & CANTERA-KINTZ, J.R., 2007.- Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8: 221-239.
- MÉNDEZ, J. & AMÉZQUITA, A., 2014.- Physical combat in the poison-arrow frog, Kokoé-pá (*Oophaga bistrionica*) from Arusi, Choco, Colombia. *Herpetology Notes*, 7: 1-2.
- NG, P.K.L., GUINOT, D. & DAVIE, P.J.F., 2008.- Systema Brachyurorum. Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bulletin of Zoology*, 17: 1-286.
- NG, P.K. & LIU, H.C., 2003.- On a new species of tree-climbing crab of the genus Labuanium (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Sesarmidae) from Taiwan. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 116: 601-616.
- SCHUBART, C.D., & SANTL, T., 2014.- Differentiation within a river system: ecology or geography driven? Evolutionary significant units and new species in Jamaican freshwater crabs, p. 173-193. In: Yeo, D.C.J., Cumberlidge, N. & S. Klaus (eds.), *Crustaceana Monographs 19: advances in freshwater decapod systematics and biology*. Brill Publ., Leiden.
- SCHUBART, C.D., CUESTA, J.A. & FELDER, D.L., 2002.- Glyptograpsidae, a new brachyuran family from Central America: larval and adult morphology, and a molecular phylogeny of the Grapsoidea. *Journal of Crustacean Biology*, 22: 28-44.
- _____, LIU, H. & CUESTA, J., 2003.- A new genus and species of tree-climbing crab (Crustacea: Brachyura: Sesarmidae) from Taiwan with notes on its ecology and larval morphology. *Raffles Bulletin of Zoology*, 51: 49-59.
- SIVASOTHI, N. 2000.- Niche preferences of tree-climbing crabs in Singapore mangroves. *Crustaceana*, 73: 25-38.
- THIERCELIN, N & SCHUBART, C.D., 2014.- **Transisthmian differentiation in the tree-climbing mangrove crab *Aratus H. Milne Edwards, 1853* (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae), with description of a new species from the tropical eastern Pacific.** *Zootaxa*, 3793 (5): 545-560.
- VALENCIA, D.M. & CAMPOS, M.R., 2007.- Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa*, 1456: 1-44.
- VALLEJO, M.I., LONDOÑO, A.C., LÓPEZ, R. GALEANO, G., ÁLVAREZ, E. & DEVIA, W., 2005.- *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Bogotá D. C., Colombia. (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1).
- VANNINI, M., OLUOCH, A. & RUWA, R.K., 1997.- Tree-climbing decapods of Kenyan mangroves. In KJERFVE, B., DE LACERDA, L. D & DIOR, E.H.S. (eds.), *Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa*. UNESCO Technical Papers in Marine Sciences. New York: UNESCO.

ZOOLOGÍA VERTEBRADOS

Vertebrate Zoology



Le tapa-camino (*Hydropsalis segmentata*). — Dessin de Valette, d'après un spécimen rapporté par M. André.

Rivi. Valette

Hydropsalis segmentata). — Dessin de Valette, d'après un spécimen rapporté par M. André.

USO DE MICROHÁBITAT POR ANUROS EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE SECO INTERVENIDO DEL MAGDALENA MEDIO, GUARINOCITO, CALDAS

Cristian Román-Palacios¹, Sara Fernández-Garzón¹, Mónica Hernández¹, Jun Ishida-Castañeda¹, Jenny J. Gallo-Franco¹, Wilmar Bolívar-García² & Alan Giraldo²

Resumen

Se compararon los ensamblajes de anuros de tres hábitats (bosque, lago y cantera) con diferente grado de perturbación antrópica presentes en un fragmento de bosque seco en la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, Caldas. Se realizaron muestreos de recorridos extensivos usando el método de registro por relevamiento por encuentros visuales (REV), a partir de los cuales se registró la abundancia y uso del microhábitat para cada una de las especies dentro de los diferentes hábitats, y se realizó el registro de variables ambientales descriptoras del sitio de muestreo, tales como temperatura, humedad relativa y perímetro de espejos de agua. Se encontraron 13 especies de anuros, entre las cuales *Engystomops pustulosus* registró la mayor abundancia relativa, con una tasa de captura de 5,16 individuos por hora. Se registraron diferencias significativas en la diversidad entre los hábitats de estudio, siendo menor en el bosque, en donde hubo menor riqueza, pero mayor dominancia. La tasa de recambio de especies entre hábitats fue del 71%, exhibiendo Lago y Cantera la mayor similitud en composición de la anurofauna. El uso de sustrato por parte de cada especie en los diferentes hábitats registró diferencias significativas (χ^2 , $p < 0,05$) y solo dos especies (*Leptodactylus fragilis* y *L. colombiensis*) presentaron alta variabilidad en los sustratos usados.

Palabras clave: Anuros, ensamblaje, bosque seco tropical, bosque en regeneración, factores bióticos, hábitats modificados.

¹ Universidad del Valle, Departamento de Biología. Programa Académico de Biología. Cali, Colombia. E:mail: cromanpa94@gmail.com, sarachan801@gmail.com, mon9212@gmail.com, jun.ishida@correounivalle.edu.co, jenny.gallo@correounivalle.edu.co orcid

² Universidad del Valle. Departamento de Biología, Grupo de Investigación en Ecología Animal. Cali, Colombia. E:mail: wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co, alan.giraldo@correounivalle.edu.co, ecologia.animal@correounivalle.edu.co orcid

CÓMO CITAR:

Román-Palacios, C., Fernández-Garzón C., Hernández, M., Ishida-Castañeda, J., Gallo-Franco J.J., Bolívar-García, W & Giraldo, A., 2016.- Uso de microhábitat por anuros en un fragmento de bosque seco intervenido del Magdalena Medio, Guarinocito, Caldas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 181-196 DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.14

USE OF MICROHABIT BY ANURANS IN AN INTERVENED DRY FOREST FRAGMENT OF THE MAGDALENA MEDIO AREA IN GUARINOCITO, CALDAS

Abstract

The anuran assemblages in three habitats (forest, lake and quarry) with different degrees of human disturbance present in a dry forest fragment in the Farm La Española, Guarinocito, Caldas, were compared. Extensive routes samplings were conducted using visual encounter surveys (VES), from which abundance and microhabitat use were recorded for each one of the species within the different habitats, and the record of environmental variables describing the sampling area such as temperature, relative humidity, and water ponds perimeter, was carried out.

A total of 13 anurans species were found, among which *Engystomops pustulosus* recorded the most relative abundance with a catch rate of 5.16 individuals per hour. Significant differences were found in diversity between the studied habitats being lower in the forest where there were lower richness but better dominance. The rate of replacement of species between habitats was 71%, showing pond and quarry the greater similarity in anurofauna composition. The use of substrate by each species was different between habitats (χ^2 , $p < 0.05$) and only two species (*Leptodactylus fragilis* and *L. colombiensis*) showed high variability in the modified habitats.

Key words: Anurans, assemblages, tropical dry forest, regenerating forest, biotic variables, modified habitats.

INTRODUCCIÓN

Los anuros son un grupo de tetrápodos considerados de gran importancia ecológica por ser ectotérmicos, presentar una particular diversidad en sus ciclos de vida y además tener piel permeable, lo que los convierte en organismos sensibles a las incidencias del ambiente y por tanto en indicadores de la degradación en ecosistemas (DUELLMAN & TRUEB, 1994; DI TADA et al., 1996; WAKE & VREDENBURG, 2008). A pesar de estas singularidades y de poseer una riqueza similar a la de otros grupos taxonómicos (e.g. mamíferos), son organismos que se encuentran altamente amenazados dentro del trópico, en parte por la alta degradación de sus hábitats (HOFFMANN et al., 2010), lo que hace indispensables promover investigaciones acerca de su riqueza y diversidad en los diferentes ecosistemas para poder fortalecer las estrategias y planes de conservación.

Los esfuerzos de investigación para conocer el estado de las poblaciones de anuros, aunque necesarios, son insuficientes, e incluso los estudios sobre la composición de los ensamblajes, o las características de selección y preferencias de hábitat son limitados (YOUNG et al., 2004; BLAUSTEIN et al., 2011; PITTMAN et al., 2014). De acuerdo con las propiedades físicas se reconocen dos niveles del hábitat: macrohábitat y microhábitat. El primero comprende características ambientales generales como temperatura, humedad, precipitación, entre otras, y el segundo, en el caso de anfibios, hace referencia a la cobertura vegetal, los sitios de percha y sustratos disponibles. A partir de estos descriptores espaciales se pueden identificar variaciones ecológicas importantes entre las especies que coexisten en los diferentes ensamblajes de anuros, las cuales estarían relacionadas con características del micro y macro-hábitat definidas por limitaciones tanto ecológicas como evolutivas (CABRAL & SAZIMA, 2000; VIGNOLI, 2007; SCHEFFERS et al., 2014).

En este sentido, algunos factores ambientales pueden ser determinantes en el establecimiento de fronteras en las distribuciones ecológicas y geográficas de poblaciones de anuros, lo cual afecta también la capacidad de alimentación y dinámica reproductiva que influye directamente la dinámica poblacional (RUSTIGIAN et al., 2003; NASSAUER et al., 2007). Por ejemplo, es conocido que anuros de tierras bajas y ambientes secos se enfrentan al reto de encontrar humedad adecuada, dado que los niveles de esta pueden fluctuar dramáticamente durante el día o por variaciones estacionales, comprometiendo así el desarrollo tanto de estadios larvales como el éxito reproductivo de los adultos (WELLS, 2007; HILLMAN et al., 2009). Además, la fragmentación de los relictos boscosos también puede afectar las poblaciones de anuros de manera directa o indirecta, como consecuencia de los cambios en la calidad del hábitat y la proporción de microhabitats disponibles para reproducción, forrajeo y oviposición (URBINA-CARDONA et al., 2006, CÁCERES-ANDRADE & URBINA-CARDONA, 2009).

Es ampliamente reconocida la existencia de una asociación entre la diversidad de anuros y las variables bióticas (eg. estructura vegetal) y abióticas (eg. temperatura y humedad relativa) que definen un hábitat. Esta asociación modula los requerimientos fisiológicos que enfrentan los organismos a partir de la disposición de recursos y las características físicas del entorno (URBINA-CARDONA et al., 2006; VITT & CALDWELL, 2013). Este tipo de información es relevante en los procesos de conservación local de anuros y son un aspecto crítico para entender la dinámica de estas poblaciones en ambientes altamente vulnerables y diversos como los bosques secos tropicales, hábitat en donde los esfuerzos de investigación principalmente se han centrado en la generación de listados taxonómicos (BLANCO-TORRES & BONILLA-GÓMEZ, 2010).

En el presente trabajo, además de describir la riqueza y composición del ensamblaje de anuros que habitan en tres tipos de hábitat asociados a un fragmento de bosque seco en el Magdalena medio del departamento de Caldas, se evaluó la relación de las diferentes especies de anuros con las características ambientales (bióticas y abióticas) y el uso de microhábitat, considerando una escala geográfica local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la hacienda La Española ($5^{\circ}51,9' N - 74^{\circ}45,7' W$), ubicada en el corregimiento de Guarinocito, municipio de La Dorada, en el departamento de Caldas, Colombia, entre los 240 y 280 msnm (Figura 1). La zona corresponde al bioma de bosque seco tropical (bs-T) y pertenece a la provincia biogeográfica Chocó-Magdalena (HERNÁNDEZ-CAMACHO et al., 1992). Presenta un patrón de lluvias de tipo bimodal tetraestacional, con dos periodos lluviosos (mayo-junio y septiembre-noviembre) y dos periodos secos (enero-abril y julio-agosto), siendo la precipitación y temperatura anual promedio de 1590 mm y $28^{\circ}C$ respectivamente (STILES & BOHÓRQUEZ, 2000).



Figura 1. Ubicación de la hacienda la Española (punto rojo), corregimiento de Guarinocito, Caldas, Colombia.

Método de muestreo

El muestreo fue realizado durante la temporada seca entre los días 10 al 13 de abril del año 2013, durante tres noches consecutivas por seis personas. Se delimitó en la zona de estudio tres categorías de hábitat: bosque, cantera y lago. En cada categoría se establecieron tres parcelas de 15 x 20 m, las cuales eran similares en su estructura física y composición florística. La cobertura vegetal de cada hábitat fue establecida. Con el propósito de garantizar la independencia entre cada unidad de muestreo, la distancia mínima entre parcelas fue mayor a 130 m. Cada noche se realizaron tres jornadas de registro entre las 18:00 h y 00:00 h, con una intensidad de tiempo de 2 h en cada uno de los hábitats establecidos. Para evitar el sesgo relacionado con los máximos de actividad de las especies, se varió el orden de muestreos entre días sucesivos.

El censo de anuros fue realizado por medio de la técnica de relevamiento por encuentro visual (REV) (HEYER et al., 1994), identificando cada individuo hasta el nivel de específico. Al momento de la captura se registraron la temperatura y humedad relativa. Se infirió el uso de microhábitat con base en la altura de percha y tipo sustrato en el cual se observó el organismo por primera vez.

Análisis de datos

Los patrones de abundancia interespecífica de las especies encontradas fueron identificados siguiendo las propuestas de GREIG-SMITH (1983) y O'CONNOR & AARSEN (1987). Los valores de abundancia estandarizados ($y' = \log [x+1]$) fueron empleados para realizar una matriz gráfica de dispersión. Esta matriz indica las relaciones funcionales (lineales o no) entre la abundancia y su respectivo valor de correlación entre pares de especies.

Se construyó una curva de acumulación de especies como un estimador de diversidad. Esta técnica evalúa el esfuerzo de muestreo y el número de especies observadas con respecto a las especies esperadas. Se utilizaron los estimadores de riqueza específica y estructura del ensamblaje (especies con relación a su abundancia) de Sobs, Singletons, Dobletones, Chao I y II, además de Jackknife 1 y 2. Además, se elaboró una curva de aparición de especies para cada uno de los hábitats, con base en el índice de presencia-ausencia, con el cual se establece la probabilidad de hallar nuevos taxones con el aumento del número de individuos encontrados (HAMMER et al., 2001).

Se utilizaron los descriptores univariados de Shannon (H') y Simpson (S) para cuantificar la diversidad y dominancia en el ensamblaje de anuros presente en cada hábitat. Se utilizó el índice de equidad de Pielou [$\ln(H')$] para establecer el grado de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecerá un individuo de una comunidad,

debido a que considera el efecto de las especies raras en la muestra (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 2004) y se cuantificó el número de especies abundantes (N1) y el número de especies muy abundantes (N2) en cada tipo de hábitat, con base en los números de la serie de Hill (HILL, 1973). Se realizó una comparación estadística de la diversidad entre las unidades de hábitat utilizando la prueba de t-Student para el índice de Shannon.

Para establecer el grado de reemplazo en la composición de anuros entre los hábitats se calculó el índice de diversidad beta de comunidad de Whittaker (DUELLMAN, 1978), el cual considera la diversidad beta (β) como una relación entre el número de especies en la unidad de estudio ($S\gamma$) y la diversidad en las localidades que forman la unidad de estudio ($S\alpha$), donde $\beta = S\gamma/S\alpha$. De acuerdo con este índice, bajas similitudes ecológicas (recambio) generan altas diversidades entre hábitats (heterogeneidad) (MAGURRAN, 2004).

Se utilizó como estimador de la abundancia relativa la tasa de encuentro de cada especie, definida en función del tiempo invertido en cada muestreo (6 h/hábitat) y el número de individuos de cada especie detectada en cada hábitat. Esta tasa se empleó para realizar una clasificación ordinal de especies como raras, no comunes, frecuentes, comunes, y abundantes, utilizando los intervalos propuestos por PEDROZA-BANDA & ANGARITA-SIERRA (2011). Para establecer el uso del microhábitat se definieron siete tipos de sustratos: tierra (tr), roca (rc), fango (fg), hojarasca (hjs), hoja (hj), rama (ra) y agua (ag); evaluando con tablas de contingencia las diferencias en el uso y disponibilidad de sustrato para cada especie (χ^2 Peterson, $\alpha = 0,05$) (BROWN & ROTHERY, 1993). Para evaluar la distribución vertical de cada especie, se definieron cinco intervalos de altura de percha como I=0-50 cm, II=50-100 cm, III=100-150 cm, IV=150-200 cm y V > 200 cm, siendo establecida la altura de percha para cada especie como la moda de la distribución. Todos los análisis numéricos se realizaron utilizando los programas estadísticos Estimates v9.0, Past v2.17 y el R software (HAMMER et al., 2001; TEAM, 2010; COLWELL et al., 2012).

RESULTADOS

El área de estudio se caracterizó por presentar una humedad relativa promedio de 78,57 %, y una temperatura de 29,37°C durante el periodo de muestreo, siendo la relación entre estas dos variables de tipo inversa y no significativa ($r = -0,67$, $p = 0,051$). Los hábitats considerados para este trabajo se caracterizaron por presentar rasgos específicos de composición vegetal, disponibilidad de recursos hídricos y topografía, entre otros. La cobertura vegetal fue menor en la zona de cantera (<10%) que en la zona de bosque (cobertura entre 70-90%). En la zona de cantera los sustratos predominantes fueron fango, agua, roca y tierra; mientras que en el bosque fueron

hojarasca y ramas. En la cantera la familia vegetal más abundante fue Euphorbiaceae con ejemplares que no superaron 1,5m de altura, mientras que en el bosque las familias más abundantes fueron plantas leñosas de Photbiaceae, Fabaceae, Rubiaceae y Meliaceae con ejemplares entre 2 a 25 m de altura.

En la zona de cantera las fuentes de agua fueron pequeños pozos artificiales formados a partir del proceso de extracción de piedras, mientras que en la zona de bosque la fuente directa de agua fue el río Purnio, el cual se encontraba entre 140 m y 390 m de las parcelas de estudio. En la zona de lagunas, el espejo de agua ocupó el 80% del área de muestreo siendo los sustratos predominantes agua, hojarasca y hojas, y estando cubiertas las orillas por poaceas y pontederiáceas.

En total, se registraron 13 especies de anuros, siendo mayor la abundancia en bosque, seguido por lago y cantera (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas para la abundancia de anuros entre los hábitats considerados (KW $p > 0,05$) ni en sus réplicas (KW $p > 0,05$). En la zona de bosque la especie dominante en abundancia fue *E. pustulosus*, mientras que en el lago fue *Dendrosophus microcephalus* y en la cantera estuvieron igualmente representadas *Rhinella humboldti* y *E. pustulosus* (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de las especies registradas y sus respectivos porcentajes de abundancia relativa en cada uno de los tipos de hábitat evaluados en el fragmento de bosque seco de la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas.

| Especie | Bosque | Lago | Cantera |
|-------------------------------------|--------|-------|---------|
| <i>Dendrobates truncatus</i> | 18,18 | 13,79 | 0 |
| <i>Hypsiboas pugnax</i> | 4,54 | 3,45 | 4,16 |
| <i>Engystomops pustulosus</i> | 70,45 | 17,24 | 16,66 |
| <i>Craugastor metriosistus</i> | 2,27 | 0 | 0 |
| <i>Rhinella margaritifera</i> | 4,54 | 0 | 0 |
| <i>Leptodactylus fragilis</i> | 0 | 3,45 | 33,33 |
| <i>Leptodactylus colombiensis</i> | 0 | 10,34 | 0 |
| <i>Dendrosophus microcephalus</i> | 0 | 24,13 | 12,5 |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> | 0 | 17,24 | 4,16 |
| <i>Rhinella humboldti</i> | 0 | 3,45 | 16,66 |
| <i>Colostethus inguinalis</i> (cf.) | 0 | 3,45 | 0 |
| <i>Scinax ruber</i> | 0 | 3,45 | 0 |
| <i>Rhinella marina</i> | 0 | 0 | 12,5 |
| Total de registros | 44 | 29 | 24 |

El esfuerzo de muestreo fue significativo para toda el área de estudio (Figura 3). Sin embargo, el número de especies que conforma el ensamblaje de anuros no fue muestreado en su totalidad ($S_{obs} = 13$, Chao I= 14,5, Chao II= 13,62, Jack 1= 15,67

y Jack 2= 15,96). El lago fue el hábitat con mayor número de especies registradas (10 especies), seguida por cantera (7 especies) y bosque (5 especies). Respecto a las abundancias equitativas relativas (N1) por hábitat, en bosque se presentaron un 40% de estas, mientras que el 80% y 86% se registraron en lago y cantera respectivamente (Tabla 2). En cuanto a las especies muy abundantes (N2) se registraron en un 40%, 70% y 71% de forma respectiva en bosque, lago y cantera (Tabla 2).

Se establecieron diferencias significativas para la diversidad entre los hábitats estudiados (bosque-lago: $t = -4,85$, $p < 0,05$; bosque-cantera: $t = 3,63$, $p < 0,05$; lago-cantera: $t = 1,31$, $p > 0,05$), siendo en el bosque significativamente menor la diversidad y mayor la dominancia que en la zona de cantera o en la zona de lago (Tabla 2). También se encontraron correlaciones significativas entre las abundancias específicas de *D. truncatus*, *E. pustulosus*, *E. pustulosus*, *R. margaritifera*, *L. fragilis*, *R. humboldti*, *L. fuscus*, *C. panamensis*, *L. colombienseis*, *C. panamensis*, *S. ruber*, *D. microcephalus*, *L. fragilis*, *R. marina* y *R. humboldti* - *R. marina*, siendo *E. pustulosus*, *R. humboldti*, *R. marina* y *L. fragilis* las especies que presentaron un mayor número de asociaciones con otras especies (Figura 2).

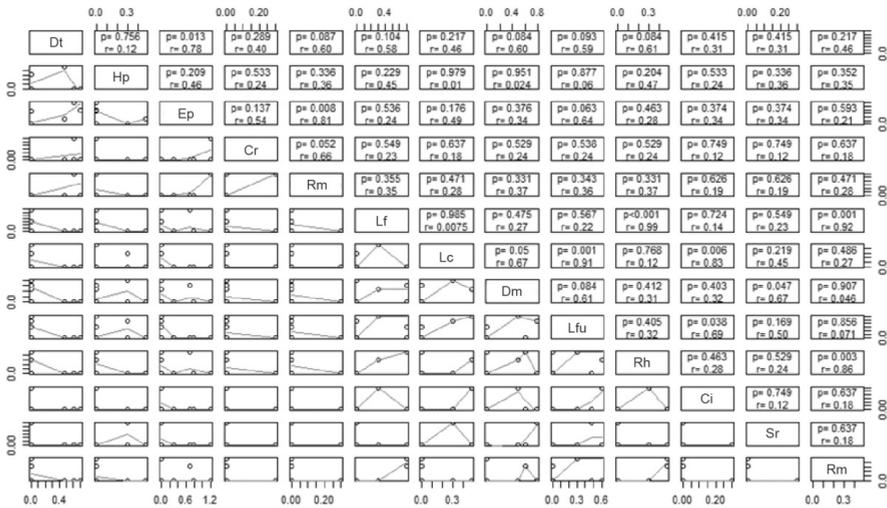


Figura 2. Diagrama de dispersión matricial de las abundancias específicas de anuros registrado en los tres hábitats de estudio definidos en el fragmento de bosque seco presente en la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas En el panel superior se indican los valores de correlación para el par evaluado, el panel inferior ilustra el tipo de relación entre las abundancias de las especies. *Dendrobates truncatus* (Dt), *Hypsiobas pugnax* (Hp), *Engystomops pustulosus* (Ep), *Craugastor metriosistis* (Cr), *Rhinella margaritifera* (Rm), *Leptodactylus fragilis* (Lf), *Leptodactylus colombienseis* (Lc), *Dendrosophus microcephalus* (Dm), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *Rhinella humboldti* (Rh), *Colostethus inguinialis* (Ci), *Scinax ruber* (Sr), *Rhinella marina* (Rm).

Tabla 2. Estimador univariado de diversidad (números de Hill) para cada uno de los tipos de hábitat presentes en el fragmento de bosque seco de la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas.

| Hábitat | Números de Hill | | | Shannon (H') | Simpson (λ) |
|---------|-----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------|
| | N ₀ | N ₁ | N ₂ | | |
| Bosque | 5 | 2,51 | 1,87 | 0,92 | 0,53 |
| Lago | 10 | 7,67 | 6,51 | 2,03 | 0,15 |
| Cantera | 7 | 5,74 | 4,96 | 1,74 | 0,20 |

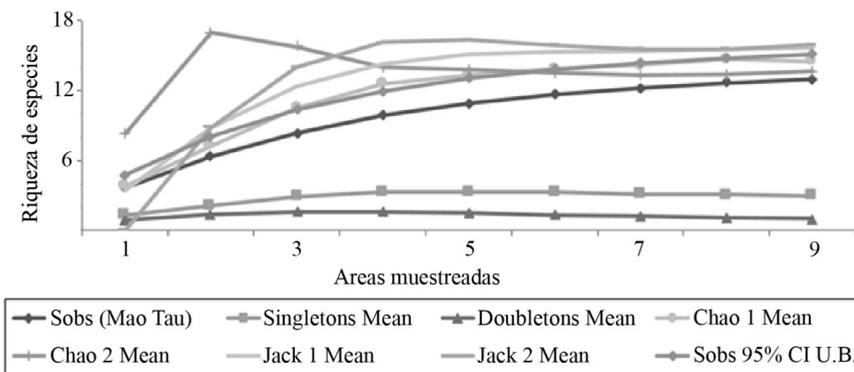


Figura 3. Curva de acumulación de especies, considerando las nueve parcelas de muestreo establecidas en el fragmento de Bosque seco de la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, Caldas, Colombia.

La tasa de recambio de especies total en la zona de estudio fue del 71% ($\beta_w = 0,71$), siendo menor la tasa de cambio entre lago y cantera ($\beta = 0,36$), que entre bosque y lago ($\beta = 0,40$) y bosque y cantera ($\beta = 0,75$). De las cinco especies capturadas en el bosque, *E. pustulosus* presentó la mayor tasa de captura (5,2 ind/hora); mientras que de las seis especies capturadas en la cantera, *L. fragilis* fue la especie con la tasa de captura más alta (1,33 ind/hora); y de las 10 especies capturadas en el lago, *D. microcephalus* fue la especie que presentó una mayor tasa de captura (1,16 ind/hora) (Figura 4).

Se encontraron diferencias significativas para el uso del sustrato por las especies encontradas en la zona de estudio. (χ^2 , $P < 0,05$). Sin embargo, *C. metriosistis*, *R. margaritifera*, *C. inguinalis* y *S. ruber* estuvieron representadas por menos de tres ejemplares, lo que podría estar sesgando este resultado hacia el uso de un único sustrato. En contraste, *L. fragilis* y *L. colombianus* fueron las especies que utilizaron un mayor número de sustratos (Figura 5). La hojarasca fue el sustrato más usado por las especies, seguido de hoja. Cabe resaltar que todas las especies que se encontraron sobre roca también se encontraron asociadas al fango. También se detectaron diferencias significativas en el uso de sustrato entre hábitat (χ^2 , $p < 0,05$), siendo el hábitat cantera el que presentó una mayor heterogeneidad en el uso de sustratos por parte de las especies de anuros, seguida del lago y bosque respectivamente (Figura 6). La especie que presentó la mayor altura de percha fue *H. pugnax* (50-200 cm), mientras que las otras especies presentaron alturas de percha medias (50-100 cm) o bajas (0-50 cm) (Tabla 3). *C. inguinalis*, *D. truncatus*, *D. microcephalus* y *E. pustulosus* fueron registradas asociadas al suelo (0-50 cm).

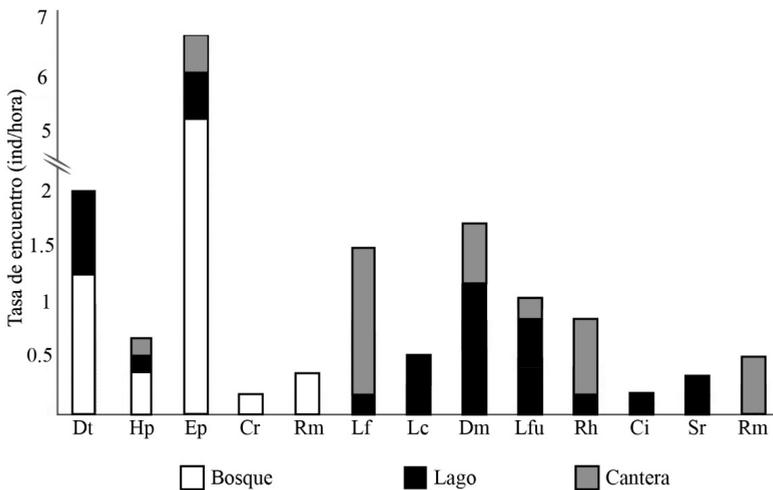


Figura 4. Tasa de encuentro para cada especie de anuro registrado en los tres hábitats de estudio definidos en el fragmento de bosque seco presente en la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas. *Dendrobates truncatus* (Dt), *Hypsiboas pugnax* (Hp), *Engystomops pustulosus* (Ep), *Craugastor metriosistis* (Cr), *Rhinella margaritifera* (Rm), *Leptodactylus fragilis* (Lf), *Leptodactylus colombiensis* (Lc), *Dendrosophus microcephalus* (Dm), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *Rhinella humboldtii* (Rh), *Colostethus inguinalis* (Ci), *Scinax ruber* (Sr), *Rhinella marina* (Rm).

Tabla 3. Altura de percha registrada para las especies de anuros en el fragmento de bosque seco de la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas.

| Especie | Intervalo | Rango (cm) | n |
|-------------------------------------|-----------|------------|----|
| <i>Dendrobates truncatus</i> | 1 | 0-50 | 12 |
| <i>Hypsiboas pugnax</i> | 3 | 100-150 | 4 |
| <i>Engystomops pustulosus</i> | 1 | 0-50 | 40 |
| <i>Craugastor metriosistus</i> | 2 | 50-100 | 1 |
| <i>Rhinella margaritifera</i> | 1 | 0-50 | 2 |
| <i>Leptodactylus fragilis</i> | 1 | 0-50 | 9 |
| <i>Leptodactylus colombiensis</i> | 1 | 0-50 | 3 |
| <i>Dendrosophus microcephalus</i> | 1 | 0-50 | 10 |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> | 1 | 0-50 | 6 |
| <i>Rhinella humboldti</i> | 1 | 0-50 | 5 |
| <i>Colostethus inguinalis</i> (cf.) | 1 | 0-50 | 1 |
| <i>Scinax ruber</i> | 1 | 0-50 | 1 |
| <i>Rhinella marina</i> | 1 | 0-50 | 3 |

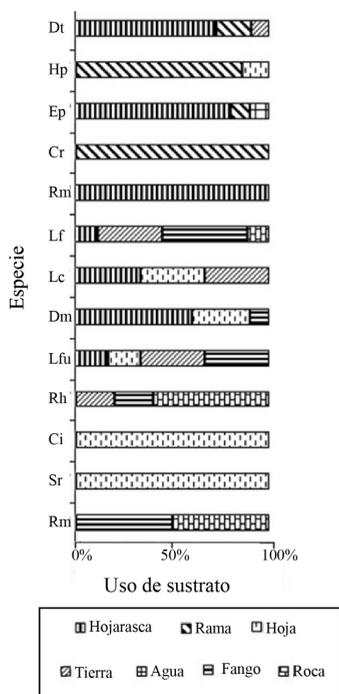


Figura 5. Uso de sustrato para cada especie de anuro registrado en los tres hábitats de estudio definidos en el fragmento de bosque seco presente en la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas. *Dendrobates truncatus* (Dt), *Hypsiboas pugnax* (Hp), *Engystomops pustulosus* (Ep), *Craugastor metriosistus* (Cr), *Rhinella margaritifera* (Rm), *Leptodactylus fragilis* (Lf), *Leptodactylus colombiensis* (Lc), *Dendrosophus microcephalus* (Dm), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *Rhinella humboldti* (Rh), *Colostethus inguinalis* (Ci), *Scinax ruber* (Sr), *Rhinella marina* (Rm).

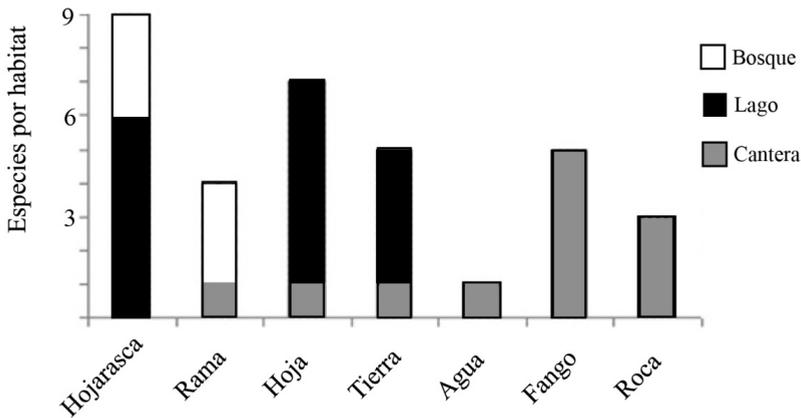


Figura 6. Uso de sustrato por parte de las especies de anuros registrados en los tres hábitats de estudio, definidos en el fragmento de bosque seco presente en la hacienda La Española, Guarinocito, Caldas.

DISCUSIÓN

Cada especie experimenta y responde de manera particular y única a las condiciones ecológicas de su hábitat. Por lo tanto, para poder comprender las interacciones que ocurren entre las especies y su entorno se necesita definir adecuadamente la escala espacio temporal de la investigación y describir detalladamente las condiciones ambientales (AFONSO & ETEROVICK, 2007). La repartición de los recursos se convierte entonces en un aspecto crucial para explicar la riqueza de especies en una localidad y por otro lado, cobra relevancia el concepto de microhábitat como un elemento ambiental que permite mantener una alta densidad poblacional y facilitar la explotación óptima de los recursos disponibles en el ecosistema (HILL & HILL, 2001; CYNTHIA et al., 2005; CUNNINGHAM et al., 2015). En ecosistemas tropicales fragmentados, los anfibios responden a cambios en los gradientes ambientales y estructurales de distintas maneras, ajuste que se refleja en la abundancia o riqueza de especies y en la composición del ensamblaje (CARVAJAL-COGOLLO & URBINA-CARDONA, 2008). Como resultado de esto, la preferencia de cada especie de acuerdo con los microhábitats disponible será el reflejo de un rango eco-fisiológico de tolerancia dentro del ensamblaje (URBINA-CARDONA & LONDOÑO, 2003; URBINA-CARDONA et al., 2006).

La diferenciación del uso de los recursos puede ocurrir principalmente en tres dimensiones del nicho: hábitat, dieta y hora de actividad entre las especies (SKELLY et al., 2002, SCHIESARI, 2004, 2006; SCHIESARI et al. 2009). Bajo los preceptos de la ecología clásica, se esperaría la mayor riqueza y abundancia

de especies este restringida a bosques, pero debido a que las áreas intervenidas proveen un mayor número de microhábitats para la anurofauna, los valores de los estimadores de diversidad serían menores en zonas boscosas con respecto a áreas bajo presión antrópica, tal como fue establecido en el presente trabajo. De acuerdo con VASCONCELOS & ROSSA-FERES (2008), la mayor heterogeneidad espacial y ambientes con mayor humedad permite que aumenten los valores de riqueza y abundancia de los anuros. Sin embargo, los bosques secos, aunque tienen una alta complejidad estructural, tienen poca disponibilidad de microhábitats para los anuros en comparación con las áreas intervenidas, que, aunque son menos complejas en cuanto a estructura, son significativamente más heterogéneas (BLANCO-TORRES & BONILLA-GÓMEZ, 2010).

Cuando dos o más especies ocurren en el mismo espacio, más frecuentemente de lo esperado debido a que presentan algún tipo de relación ecológica o por simple casualidad, se generan las asociaciones interespecíficas (BINI et al., 2003; GROSBOIS et al., 2009). Estas asociaciones pueden ser positivas cuando ambas especies presentan los mismos (o similares) requerimientos ambientales o cuando la presencia de alguna influye directa o indirectamente sobre la presencia de la otra. En contraste, las asociaciones negativas se generan si las especies presentan requerimientos ecológicos diferentes o presentan relaciones ecológicas negativas como exclusión por competencia, territorialidad, depredación, entre otras (CROSSLAND, 2000; GUREVITCH et al., 2000; WERNER & PEACOR, 2003). En la zona de estudio *E. pustulosus*, *R. humboldti*, *R. marina* y *L. fragilis* fueron las especies que presentaron un mayor número de interacciones, lo que hace suponer que la amplitud de su nicho es mayor que el de las otras especies de anuros registrados en esta localidad.

A diferencia de lo reportado por ACOSTA-GALVIS et al. (2006), durante el desarrollo de la presente investigación individuos de *D. truncatus* fueron registrados activos durante la noche, sin embargo, podría ser consecuencia de la perturbación que generó el muestreo. Las dos especies de hílidos registradas en la zona (*H. pugnax* y *D. microcephalus*) estuvieron activas durante la noche, asociadas únicamente a la vegetación que rodeaba los cuerpos de agua, nunca sobre el suelo o la hojarasca. Estas características son particulares de los hílidos con respecto a ranas de otras familias que componen los ensamblajes neotropicales de bajas altitudes como leptodactílicos, bufónidos o dendrobátidos que son propios de microhábitats terrestres ocupando principalmente el suelo del bosque (BERNARDI, 1999; MUÑOZ-GUERRERO et al., 2007).

Dos especies del género *Leptodactylus* (*L. fragilis* y *L. colombiensis*) fueron las especies que presentaron una mayor heterogeneidad en el uso de sustratos. Posiblemente los hábitos reproductivos asociados a pequeñas charcas o pozas de estas especies (PONSSA, 2008) les brinda una mayor independencia a fuentes de agua permanente

y de esta manera puede explotar un mayor número de hábitats y sustratos. Por otro lado, los individuos que componen este género presentan el segundo mayor tamaño corporal entre las especies evaluadas. Por lo tanto, de acuerdo con la regla de Cope (HONE & BENTON, 2005), un mayor tamaño permitiría que las especies exploten un nicho de mayor área. La hojarasca fue el sustrato más usado por las especies del área de estudio, sin embargo, esto probablemente se encuentre relacionado con que este sustrato fue el más abundante y no porque realmente haya una preferencia de las especies. Se encontraron también diferencias significativas en el uso del sustrato entre hábitats, probablemente asociado a las características intrínsecas a cada hábitat.

AGRADECIMIENTOS

A Mario Francisco Velasco, propietario de la hacienda La Española, por permitir el ingreso a esta localidad. A la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas) por proporcionar el permiso de investigación. Al Departamento de Biología de la Universidad del Valle por su apoyo para el desplazamiento a la zona de estudio.

REFERENCIAS

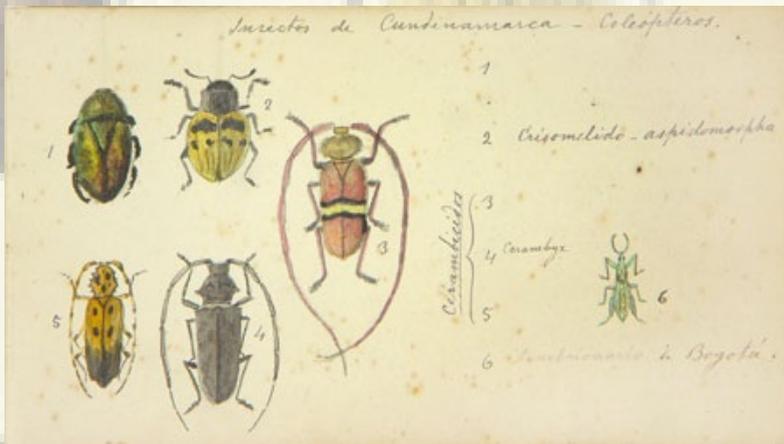
- AFONSO, L.G. & ETEROVICK, P.C., 2007.- Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 41: 937-948.
- ACOSTA-GALVIS, A.; HUERTAS-SALGADO, C. & RADA, M., 2006.- Aproximación al conocimiento de los anfibios en una localidad del magdalena medio (Departamento de Caldas, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 30(115): 291-303.
- BERNARDI, J.A.R., 1999.- *Composição e diversidade de espécies da anurofauna da Estação Científica Ferreira Penna, Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil*. Master Thesis. Editorial: Universidade Federal do Pará, Centro de Ciências Biológicas.
- BINI, L.M., ; DINIZ-FILHO, J.A.F.; BASTOS, R.P.; SOUZA, M.C.; PEIXOTO, J.C. & RANGEL, T.F.L., 2003.- Interspecific synchrony in a local assemblage of anurans in Central Brazil: effects of phylogeny and reproductive patterns. *Acta Scientiarum*, 25: 131-135.
- BLANCO-TORRES, A. & BONILLA-GOMEZ, M.A., 2010.- Microhábitat partitioning between Leiuperidae and Bufonidae species (Amphibia: Anura) in tropical dry forest areas in Colombian Caribbean. *Acta Biológica Colombiana*, 15(3): 47-60.
- BLAUSTEIN, A.R.; HAN, B.A.; RELYEA, R.A.; JOHNSON, P.T.; BUCK, J.C.; GERVASI, S.S. & KATS, L.B., 2011.- The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1): 108-119.
- BROWN, D. & ROTHERY, P., 1993.- *Models in biology: mathematics, statistics and computing*. John Wiley & Sons. Chichester, UK.
- CABRAL, P. & SAZIMA, I., 2000.- Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia*, 21: 439-461.
- CÁCERES-ANDRADE, S. & URBINA-CARDONA, J.N., 2009.- Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, Departamento del Meta, Colombia. *Caldasia*, 31:175-194.
- CARVAJAL-COGOLLO, J.E. & URBINA-CARDONA, J.N., 2008.- Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*, 1(4): 397-416.
- COLWELL, R.K.; CHAO, A.; GOTELLI, N.J.; LIN, S.; MAO, C.X.; CHAZDON, R.L. & LONGINO, J.T., 2012.- Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5: 3-21.
- CROSSLAND, M.R., 2000.- Direct and indirect effects of the introduced toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) on populations of native anuran larvae in Australia. *Ecography*, 23(3): 283-290.
- CUNNINGHAM, H.R.; RISSLER, L.J.; BUCKLEY, L.B. & URBAN, M.C., 2015.- Abiotic and biotic constraints across reptile and amphibian ranges. *Ecography*, 39(1): 1-8.
- CYNTHIA, P.D.A.; UETANABARO, M. & HADDAD, C.F., 2005.- Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 26(2): 211-221.
- DI TADA, I.E.; ZABATTIERI, M.V.; BRIDAROLLI, M.E.; SALAS, N.E. & MARTINO, A.L., 1996.- *Anfibios Anuros de la provincia de Córdoba*. En: Di Tada, I. E. & E. H. Bucher. (eds). *Biodiversidad de la provincia de Córdoba*. Universidad Nacional

- de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina.
- DUPELLMAN, W.E., 1978.- *The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador*. Miscellaneous Publication. University of Kansas, Museum of Natural History. No. 65.
- DUPELLMAN, W.E. & TRUEB, L., 1994.- *Biology of amphibians*. The John Hopkins University Press Ltd. London.
- GREIG-SMITH, P., 1983.- *Quantitative Plant Ecology*. University of California Press.
- GROSBOIS, V.; HARRIS, M.P.; ANKER-NILSSEN, T.; MCCLEERY, R.H.; SHAW, D.N.; MORGAN, B.J. & GIMENEZ, O., 2009.- Modeling survival at multi-population scales using mark-recapture data. *Ecology*, 90: 2922-2932.
- GUREVITCH, J.; MORRISON, J.A. & HEDGES, L.V., 2000.- The interaction between competition and predation: a meta-analysis of field experiments. *American Naturalist*, 155(4): 435-453.
- HAMMER, O.; HARPER, D. & RYAN, P., 2001.- PAST: paleontological statistics software for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4: 1-9.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.; GUERRA, A.H.; QUIJANO, R.O. & WALSCHBURGER, T., 1992.- *Unidades biogeográficas de Colombia*. En: Halffter, G. (Ed.). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- HEYER, W.R. ; DONNELLY, M.A.; MCDIARMID, R.W.; HAYEK, A.C. & FOSTER, M.S., 1994.- *Medición y monitoreo de la diversidad biológica. Métodos estandarizados para anfibios*. Smithsonian Institution Press, Washington y Londres, Editorial Universitaria de la Patagonia.
- HILL, M., 1973.- Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 27-432
- HILL, J.L. & HILL, R.A., 2001.- Why are tropical rain forests so species rich? Classifying, reviewing and evaluating theories. *Progress in Physical Geography*, 25(3): 326-354.
- HILLMAN, S.S.; WITHERS, P.C.; DREWES, R.C. & HILLYARD, S.D., (2009)- *Ecological and Environmental Physiology of Amphibians*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- HOFFMANN, M.; HILTON-TAYLOR, C.; ANGULO, A.; BÖHM, M.; BROOKS, T.M.; BUTCHART, S.H.M.; et al., 2010.- The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, 330: 1503-1509.
- HONE, D.W. & BENTON, M.J., 2005.- The evolution of large size: how does Cope's Rule work?. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(1): 4-6.
- MAGURRAN, A.E., 2004.- *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, MA. USA.
- MUÑOZ-GUERRERO, J.; SERRANO, V & RAMÍREZ-PINILLA, M.P., 2007.- Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia*, 29(2): 413-425.
- NASSAUER, J.I.; SANTELMANN, M.V. & SCAVIA, D., 2007.- *From the corn belt to the Gulf societal and environmental implications of alternative agricultural futures*. Editorial: Resources for the Future, Washington, DC.
- O'CONNOR, I. & AARSSSEN, L.W., 1987.- Species association patterns in abandoned sand quarries. *Vegetatio*, 73(2): 101-109.
- PEDROZA-BANDA, R. & ANGARITA-SIERRA, T., 2011.- Herpetofauna de los humedales La Bolsa y Charco de Oro, Andalucía, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 35(135): 243-260,
- PIELOU, E., 1975.- *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York.
- PITTMAN, S.E.; OSBOURN, M.S. & SEMLITSCH, R.D., 2014.- Movement ecology of amphibians: a missing component for understanding population declines. *Biological Conservation*, 169: 44-53.
- PONSSA, M.L., 2008.- Cladistic analysis and osteological descriptions of the frog species in the *Leptodactylus fuscus* species group (Anura, Leptodactylidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 46: 249-266.
- RUSTIGIAN, H.; SANTELMANN, M. & SCHUMAKER, N., 2003.- Assessing the potential impacts of alternative landscape designs on amphibian population dynamics. *Landscape Ecology*, 18: 65-81.
- SCHEFFERS, B.R.; EDWARDS, D.P.; DIESMOS, A.; WILLIAMS, S.E. & EVANS, T.A., 2014.- Microhabitats reduce animal's exposure to climate extremes. *Global change biology*, 20(2): 495-503.
- SCHIESARI, L.C., 2004.- *Performance Tradeoffs across Resource Gradients in Anuran Larvae*. PhD Dissertation, The University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- SCHIESARI, L., 2006.- Pond canopy cover: a resource gradient for anuran larvae. *Freshwater Biology*, 51: 412-423.
- SCHIESARI, L.; WERNER, L. & GEORGE, W. (2009).- Carnivory and resource-based niche differentiation in anuran larvae: implications for food web and experimental ecology. *Freshwater Biology*, 54: 572-586.
- SKELLY, D.K.; FREIDENBURG, L.K. & KIESECKER, J.M., 2002.- Forest canopy and the performance of larval amphibians. *Ecology*, 83(4): 983-992
- STILES, F.G. & BOHÓRQUEZ, C.I., 2000.- Evaluando el estado de la biodiversidad: el caso de la avifauna de la serranía de las quinchas, Boyacá, Colombia. *Caldasia*, 22: 61-92.
- TEAM, R.D.C., 2010.- *R: A language and environment for statistical computing*. Viena, Austria: R foundation for statistical computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>.
- URBINA-CARDONA, J.N. & LONDOÑO, M.C., 2003.- Distribución de la comunidad de herpetofauna en áreas con diferente grado de perturbación antrópica en la Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 27(102):105-113.
- URBINA-CARDONA, J.N.; OLIVARES-PÉREZ, M. & REYNOSO, V.H., 2006.- Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation*, 132: 61-75.
- VASCONCELOS, T. & ROSSA-FERES, D., 2008.- Habitat heterogeneity and use of physical and acoustic space in anuran communities in southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, 7(2):127-142.
- VIGNOLI, L.; BOLOGNA, M.A. & LUISELLI, L., (2007).- Spatio-Temporal Resource Use at a Micro-Habitat Scale in an Amphibian Community of a Pond in mediterranean Central I Ta Ly. *Vie Et Milieu - Life and Environment*, 57(3): 159-164.
- VITT, L.J. & CALDWELL, J.P., 2013.- *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. 4th ed. Academic press. California.

- WAKE, D. & VREDENBURG, V., 2008.- Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences. Of the USA*, 105: 11466-11473
- WELLS, K.D., 2007.- *The Ecology and Behaviour of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- WERNER, E.E. & PEACOR, S.D., 2003.- A review of trait-mediated indirect interactions in ecological communities. *Ecology*, 84(5): 1083-1100.
- YOUNG, B.E.; STUART, S.N.; CHANSON, J.S.; COX, N.A. & BOUCHER, T.M., 2004.- *Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el nuevo mundo*. Nature Serve, Arlington, Virginia.

ZOOLOGÍA INVERTEBRADOS

Invertebrate Zoology



MORFOLOGÍA DESCRIPTIVA DE LOS GENITALES MASCULINOS EN ALGUNAS ESPECIES NEOTROPICALES PERTENECIENTES A LA TRIBU ANAEINI (Lepidoptera: Charaxidae)

Julían A. Salazar-E¹ & Alfonso Villalobos²

Resumen

Este artículo tiene la finalidad de demostrar la importancia taxonómica del estudio de los órganos genitales masculinos en mariposas neotropicales charaxinas de la tribu Anaeini. Se destacan y describen, además, algunos de los caracteres más relevantes de especies no consideradas en previos trabajos que son descritos gracias al extendido de las muestras, y que ayudarán a conocer mejor la identidad taxonómica en cuestión.

Palabras clave: Anaeini, Charaxidae, genitalia masculina, morfología, nuevos géneros, Neotrópico.

DESCRIPTIVE MORPHOLOGY OF THE MALE GENITALIA IN SOME NEOTROPICAL SPECIES OF THE TRIBE ANAEINI (Lepidoptera, Charaxidae)

Abstract

This article aims to demonstrate the taxonomic importance of the study of male genital organs of Neotropical butterflies charaxins of tribe Aeneini. Some of the most relevant characteristics of some species, not considered in previous and recent contributions, are described and highlighted thanks to the extension of the samples with the hope they will help to know better the taxonomic characteristics in question.

Key words: Aeneini, Charaxidae, male genital organs, Lepidoptera, morphology, new genera, Neotropics.

¹ FR: 24-XI-15. FA: 18-VI-2016.

¹ MVZ, Centro de Museos, Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas E. mail: julianmantis@gmail.com

² Estudiante Doctorado en Entomología, Universidad Nacional, Director grupo GENA, Bucaramanga. E-mail: avillalobosmo@unal.edu.co

CÓMO CITAR:

SALAZAR, J. & VILLALOBOS, A., 2016.- Morfología descriptiva de los genitales masculinos en algunas especies neotropicales pertenecientes a la tribu anaeini (Lepidoptera: Charaxidae). *Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 199-224. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.15

INTRODUCCIÓN

Dos recientes y sucesivos trabajos publicados en esta revista, resaltan la importancia de la morfología y variabilidad de los genitales masculinos en insectos, pertenecientes a dos órdenes de Hexapoda, Diptera y Coleoptera (SOLANO & RAMÍREZ, 2015; MANJARRÉS & MOLANO, 2015). De igual manera, el orden Lepidoptera, no ha sido ajeno a estudios que sobre el tema se publican regularmente (ver GOSSE, 1883; CHAPMAN, 1916; NEWELL, 1918; FORBES, 1939; D'ALMEIDA, 1940; BEIRNE, 1942; ERLICH & ERLICH, 1961; HERRERA & HOWARTH, 1966; FORSTER, 1964; STEKOLNIKOV, 1967; KLOTS, 1931, 1970, ROBINSON, 1976; SCOBLE, 1995; CALDAS, 1997; BURNS, 1997; LÖDL, 2001; FRANCY, 2006; OKADA, 2009, 2011; LERAUT, 2013; VILLALOBOS, 2013). Las características particulares de los genitales masculinos son una de las herramientas morfológicas más versátiles y trascendentales en la taxonomía, ya que poseen rasgos que son únicos para cada especie, en especial entre aquellas relacionadas filogenéticamente (SOLANO & RAMÍREZ, 2015; MANJARRÉS & MOLANO, 2015). Su utilidad en la identificación de especies ha sido suficientemente probada en diversos grupos. El presente trabajo tiene como propósito básico, ilustrar y describir las estructuras genitales de los machos de 16 especies de mariposas diurnas neotropicales de la tribu *Anaeni* Reuter, pertenecientes a los géneros *Polygrapha* Godman & Salvin 1887, *Fountainea* Rydon, 1971, *Muysbondtia* Salazar & Constantino 2001, *Pseudocharaxes* Salazar & Constantino 2001, *Rydonia* Salazar & Constantino 2001, *Annagrapha* Salazar & Constantino 2001 y *Prozikania* Salazar 2008. De igual manera, pretende evidenciar la validez de tales entidades genéricas y corroborar la taxonomía de las especies estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se analizaron 153 ejemplares pertenecientes a 7 géneros y 16 especies de Charaxidae. El material bajo estudio se encuentra depositado en las siguientes colecciones:

MHN-UCa: Colección Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

CMD: Colección Michel Dottax, Monthlery, Francia

CJASE: Colección Julián Salazar, Manizales, Colombia

CJIV: Colección José I. Vargas Quito, Ecuador

CIPC: Colección Instituto para la Ciencia, Manizales, Colombia

A los machos seleccionados de cada especie bajo estudio se les recortó la región apical del abdomen y se sumergió en una solución ablandante y de aclarado de KOH al 10% durante 24 horas dentro de cajas petri debidamente etiquetadas. Posteriormente, se neutralizó el KOH con una solución débil de ácido acético y abundante lavado con agua destilada. El material orgánico adyacente a las estructuras de la genitalia masculina (cápsula genital y aedeagus) fue eliminado. Cada genitalia se limpia y aclara, para luego ser sumergida en glicerina antes de proceder a fotografiarla, utilizando una cámara adaptada al estereoscopio. Las fotografías de los órganos genitales masculinos se tomaron en vista lateral y ventral así como el aedeagus. Posteriormente fueron procesadas con el programa de Photoshop CS6 con el propósito de resaltar detalles de relevancia. Luego como se ilustra, se reseñaron con detalle los componentes morfológicos y se realizaron descripciones de los mismos. Para la terminología se tomaron como guías a COMSTOCK (1961), KLOTS (1970), BONFANTI (2010) y VILLALOBOS (2015).

En el **Anexo I** se listan los géneros y especies disponibles, incluyendo los datos curatoriales y de colección pertinentes, así como los ejemplares representativos del material analizado.

ANTECEDENTES

Un recuento histórico explícito de las especies consideradas aquí, refleja el tratamiento taxonómico a menudo caótico que se remonta a varios siglos para la tribu Anaeini. Basados en STICHEL (1939) los géneros *Nymphalis* (Kluk, 1780), *Paphia* (Fabricius, 1807), *Anaea* (Hübner, 1819), *Polygrapha* (Schatz, 1892) y *Memphis* (Hübner, 1819) fueron utilizados indistintamente para contener las especies estudiadas en el presente trabajo. Lo anterior aparece en las contribuciones de STAUDINGER & SCHATZ (1887), SCHATZ (1892), KIRBY (1871), DRUCE (1877), RÖBER (1916), GODMAN & SALVIN (1885), WITT (1977) y D'ABRERA (1988). Dos aportes sustanciales para ordenar la sistemática del grupo son COMSTOCK (1961) y RYDON (1971). COMSTOCK (1961) considera 2 secciones (**A** y **B**) para el género *Anaea* el cual a su vez contiene 8 subgéneros, uno de estos: *Memphis* Hübner con 8 grupos de especies. COMSTOCK (1961) estudió los órganos genitales masculinos de todos los taxones conocidos en su momento, utilizando esquemas o dibujos en vista lateral y ventral. Posteriormente, RYDON (1971) propone además cinco subtribus (no reconocidas actualmente) y crea el género *Fountainea* para contener las especies del subgénero *Memphis* correspondientes a los grupos I, IVA, IVB y V de COMSTOCK (1961). Ambas contribuciones también dejaron entrever la necesidad de separar algunas entidades genéricas consideradas en *Memphis* como *Cymatogramma* Doubleday (1849) o la creación de géneros nuevos tales como los propuestos por SALAZAR & CONSTANTINO (2001), *Rydonia* y *Annagrapha*, asociados a los grupos III y IV de las especies de COMSTOCK (1961); además de *Muyshondtia*, *Pseudocharaxes* y *Prozikania* y redefinir mejor el género *Polygrapha*.

Tales acciones taxonómicas fueron posteriormente sinonimizadas por LAMAS (2004) al acusar falta de evidencias concernientes a la monofilia de dichos géneros. Recientemente, y dado el gran interés que despierta este grupo singular de mariposas, se han publicado diversos trabajos que demuestran la nueva validez genérica, permitiendo reafirmar su mantenimiento como géneros propios dentro de la tribu *Anaeini* (ver SALAZAR, 2008; BONFANTI *et al.*, 2013, 2015). Un aporte contundente en dicho sentido se debe a DIAS (2013), quien estudió filogenéticamente los *Anaeini* pertenecientes al género *Memphis (sensu lato)*, y encontró nuevas evidencias para justificar la creación y separación de los géneros *Annagrapha* y *Rydonia*, creados por SALAZAR & CONSTANTINO (2001). Otra situación semejante acontece con *Polygrapha* Schatz, género en el cual se incluyeron 4 especies: la especie tipo *Polygrapha cyanea* (Godman & Salvin) y otras tres adicionales: *P. xenocrates* (Westwood), *P. suprema* (Zikan), y *P. tyrianthina* (Salvin & Godman). Para esta última especie, igualmente se concibió un nuevo género: *Muysbondtia* Salazar & Constantino, 2001, la cual tiene semejanza morfológica con *Fountainea centaurus* (C. & R. Felder).

Finalmente, este artículo busca ser un complemento al mostrar estructuras de los órganos genitales masculinos de ciertas especies andinas y amazónicas que no fueron consideradas en contribuciones recientes y publicadas sobre Charaxidos neotropicales considerando *Anaeini* (MARCONATO, 2008; BONFANTI, *et al.*, 2010, 2013; DIAS, 2013).

RESULTADOS

Para la presentación de las especies analizadas aquí se sigue a SALAZAR (2008) en parte:

I.- Género **MUYSBONDTIA** Salazar & Constantino, 2001

Especie tipo: *Paphia tyrianthina* (Salvin & Godman, 1868)

Muysbondtia tyrianthina (Salvin & Godman, 1868) (Fig. A, lámina fig. 1)

COMSTOCK (1961) no describe su armadura genital, sino que hace un recuento unificado de la genitalia de las especies de *Polygrapha (s.l.)* al decir que no difiere sustancialmente en los caracteres generales del género *Coenophlebia* (C. & R. Felder, 1862), excepto que el uncus es más esbelto y ligeramente adosado al tegumen, carácter más definitivo. En vista lateral el tegumen es subtriangular, esclerotizado y elongado en su dorso, con el ápice angular, curvo y manifiesto y el brazo anterior tan largo como ancho. Lateralmente, el vinculum es robusto con un proceso apical en la valva apenas manifiesto e inconspicuo en vista ventral. Saccus dispuesto en forma casi recta y la transtilla lateralmente triangular y de base ancha. La constricción dorsoventral de la base del uncus es notable y fusionada al tegumen. El aedeagus presenta un proceso

distal engrosado, en tanto el posterior es grueso pero se adelgaza gradualmente, la juxta es delgada a nivel ventral. En general, la conformación genital de esta especie, difiere bastante de *Polygrapha cyanea* (Godman & Salvin, 1887), la especie tipo del género, y en especial de *Pseudocharaxes xenocrates* (Westwood, 1850).

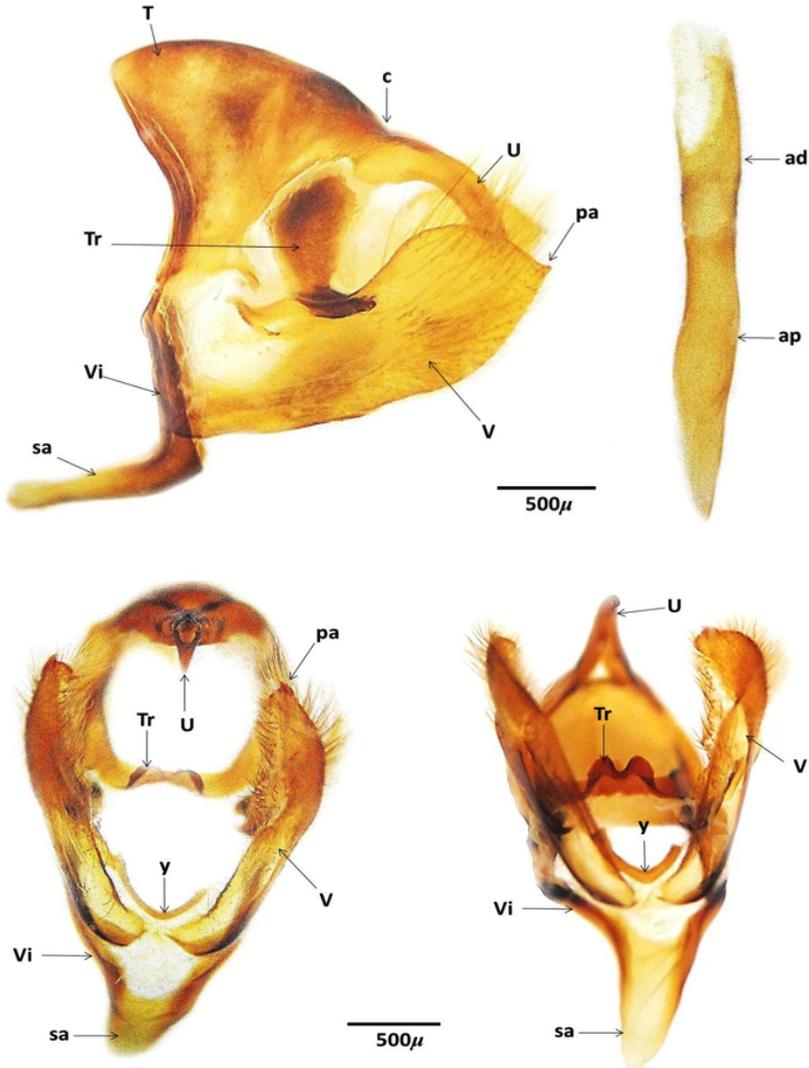


Fig A. *Myshondtia tyrianthina* (Salvin & Godman)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta

II.- Género **PSEUDOCHARAXES** Salazar & Constantino, 2001

Especie tipo: *Paphia xenocrates* (Westwood, 1850)

Pseudocharaxes xenocrates (Westwood, 1850) (Fig. B, lámina fig. 2)

La armadura genital en *Ps. xenocrates* se dispone más estilizada y esbelta, con el uncus más largo y delgado, la constricción dorsoventral en su base es menos evidente que la especie anterior. El tegumen es subtriangular, erguido en su porción anterior y se adelgaza en la parte media. El vinculum es algo recto pero curvado ventralmente, en tanto la transtilla es delgada. El saccus lateralmente va inclinado mientras el aedeagus tiene el proceso distal delgado y recto y el posterior de base gruesa, pero se va adelgazando gradualmente. Las valvae son rectangulares dorsalmente, sinuosas en la parte distal con setas numerosas en la zona interna. BONFANTI *et al.*, (2013) analizaron con detalle la genitalia de la subespecie *Ps. xenocrates punctimarginale* Kaye, encontrando entre otros caracteres, el uncus delgado con el margen ventral sinuoso y el ápice esbelto e inclinado hacia abajo, dorsalmente fusionado al tegumen. El saccus, en especial, con los brazos alejados de los del tegumen.

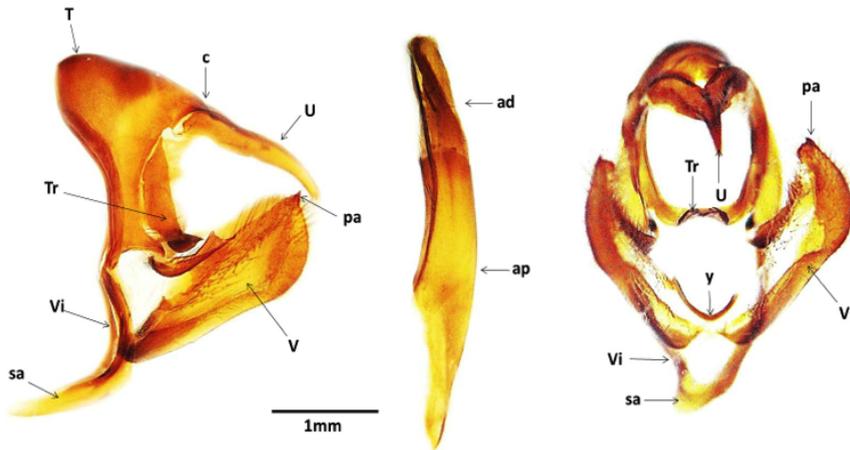
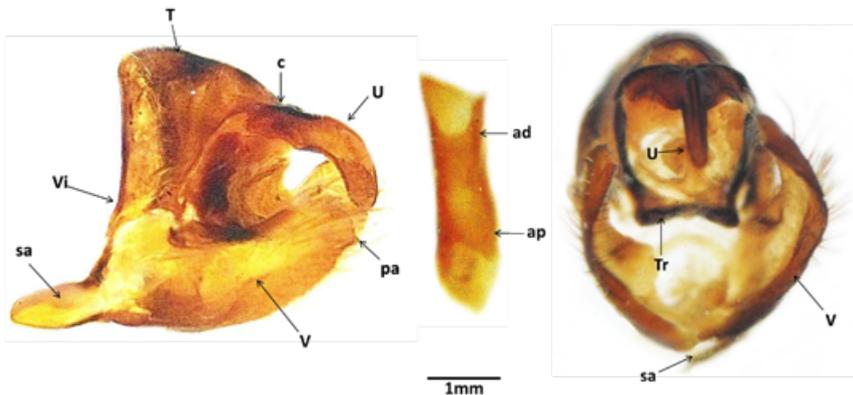


Fig. B. *Pseudocharaxes xenocrates* (Westwood)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta

III.- Género **PROZIKANIA** Salazar, 2008*Zikania* Salazar & Constantino, 2001 (preocc. Borgmeier, 1925)Especie tipo: *Anaea suprema* (Schaus, 1920)***Prozikania suprema*** (Schaus, 1920) (Fig. C. lámina fig. 3)

Si bien se preparó la genitalia de esta especie, las características anatómicas están claramente detalladas en BONFANTI *et al.*, (2013) y MARCONATO (2008) como sigue: tegumen subtriangular en vista lateral sin proyección anterior y doblado hacia afuera sobre el margen anterior, brazos del tegumen y saccus fusionados. Proyección anterior del saccus elongada en vista lateral y sin la presencia de la proyección posterior. Uncus esbelto, con la punta hacia abajo, lateralmente adosado al tegumen y escasamente esclerotizado. Transtilla ocluida y elongada en vista ventral, con la porción proximal dos veces más ancha que la distal, margen sinuoso, con el pliegue distal del *tegumen* proyectado hacia afuera. Las valvae son subrectangulares y el aedeagus esclerotizado, abierto en su parte anterior y dorsal.

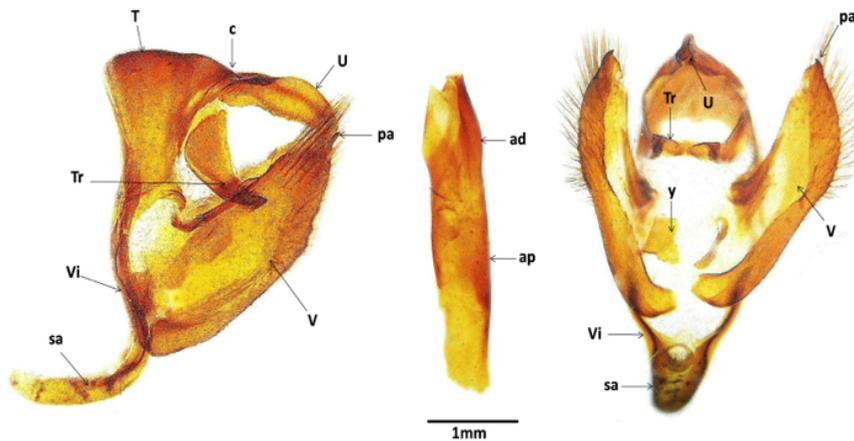


ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum.

Fig. C. *Prozikania suprema* (Schaus)

IV.- Género **RYDONIA** Salazar & Constantino, 2001Especie tipo: *Paphia pasibula* (Doubleday, (1849))***Rydonia pasibula*** (Doubleday, (1849)) (Fig. D, lámina 4)

El género *Rydonia* fue aplicado para las especies de *Memphis* del grupo II, de COMSTOCK (1961), quien brevemente menciona que su genitalia difiere de *Polygrapha* (s.l.) en el tegumen relativamente reducido, y de la especies de *Fountainea* Rydon, 1971 (grupo *nessus* sensu Comstock), en la forma del uncus y de la transtilla. El tegumen en *R. pasibula* es subtriangular lateralmente, con el apéndice angular corto, y el posterior curvado, careciendo de la proyección anterior. Uncus esbelto en vista lateral, con la constricción dorsoventral marcada en su base, el saccus con proyección anterior elongada al igual que el vinculum. La transtilla es triangular con base amplia, y aguzada y estrecha distalmente. Valvae subtriangular con un proceso apical muy corto y poco conspicuo y cubierto de setas en el borde posterior. El aedeagus es grueso, con el proceso distal prominente y el posterior recto.

Fig. D. *Rydonia pasibula* (Doubleday)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

Rydonia falcata (Hopffer, 1874) (Fig. E, lámina 5)

En general, la conformación y apariencia de los componentes en la armadura genital de esta especie son similares a *R. pasibula*. La proyección anterior del saccus en *R. falcata* en vista lateral, es menos elongada y no tan aguzada en su ápice. En vista ventral la

transtilla no se encuentra tan elevada como en *R. pasibula*, pero el resto de estructuras parecidas (ver también COMSTOCK, 1961). Podemos estar frente a una sola especie, probablemente *R. pasibula*, que presenta un patrón clinal variable: el típico pasibula existente en Venezuela y Colombia que es reemplazado más hacia el sur, en Ecuador y Perú por el fenotipo *falcata*. Lo anterior reforzado incluso por la hembras de ambas especies casi idénticas en su patrón de diseño y coloración, fenómeno singular que se ha prestado a confusión en la verdadera identidad de las dos especies (COMSTOCK, 1961; NIEPELT, 1924; STICHEL, 1939; SALAZAR, 1998; WITT, 1966).

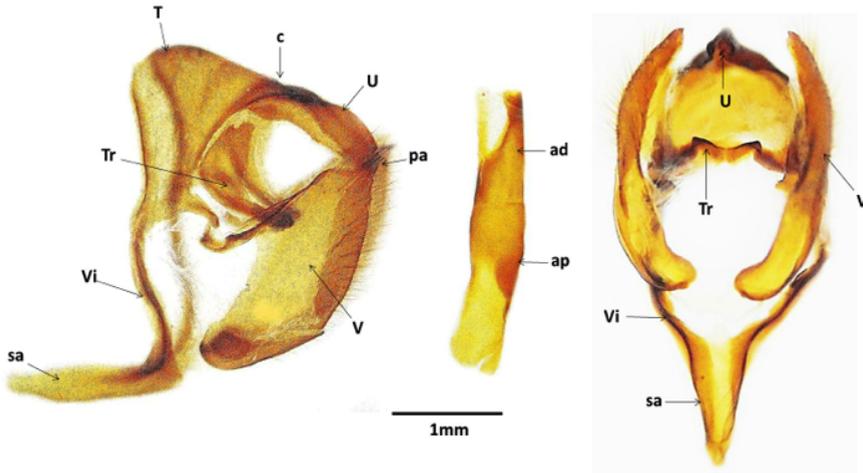


Fig. E. *Rydonia falcata* (Hopffer)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

V.- Género **ANNAGRAPHA** Salazar & Constantino, 2001

Especie tipo: *Paphia aureola* (Bates, 1866)

Annagrapha aureola (Bates, 1866) (Fig. F, lámina fig. 6)

El género *Annagrapha* fue creado para separar cinco especies anteriormente consideradas en *Memphis* por caracteres sugeridos en SALAZAR & CONSTANTINO (2001) y ampliados recientemente y en detalle por DIAS (2013). En relación a la armadura genital del grupo, COMSTOCK (1961) puntualiza que difiere de *Polygrapha* (s.l.) y de otros grupos de *Memphis* en las proporciones relativas del tegumen, uncus y la transtilla, proporcionalmente cortas. En *A. aureola* la genitalia se dispone con el tegumen subtrapezoidal en vista lateral, proyección anterior tan ancha como larga, apéndice angular inconspicuo. Proyección anterior del saccus elongado lateralmente,

uncus esbelto, lateralmente no fusionado al tegumen en su constricción dorsal. Valvae rectangular, alargada en vista ventral y con numerosas setas y pelillos, los procesos dorsal y apical en vista lateral romos y apenas evidentes, en vista ventral el apical agudo. Vinculum robusto y recto lateralmente. El aedeagus esclerotizado y sinuoso con el proceso apical grueso y el distal más delgado.

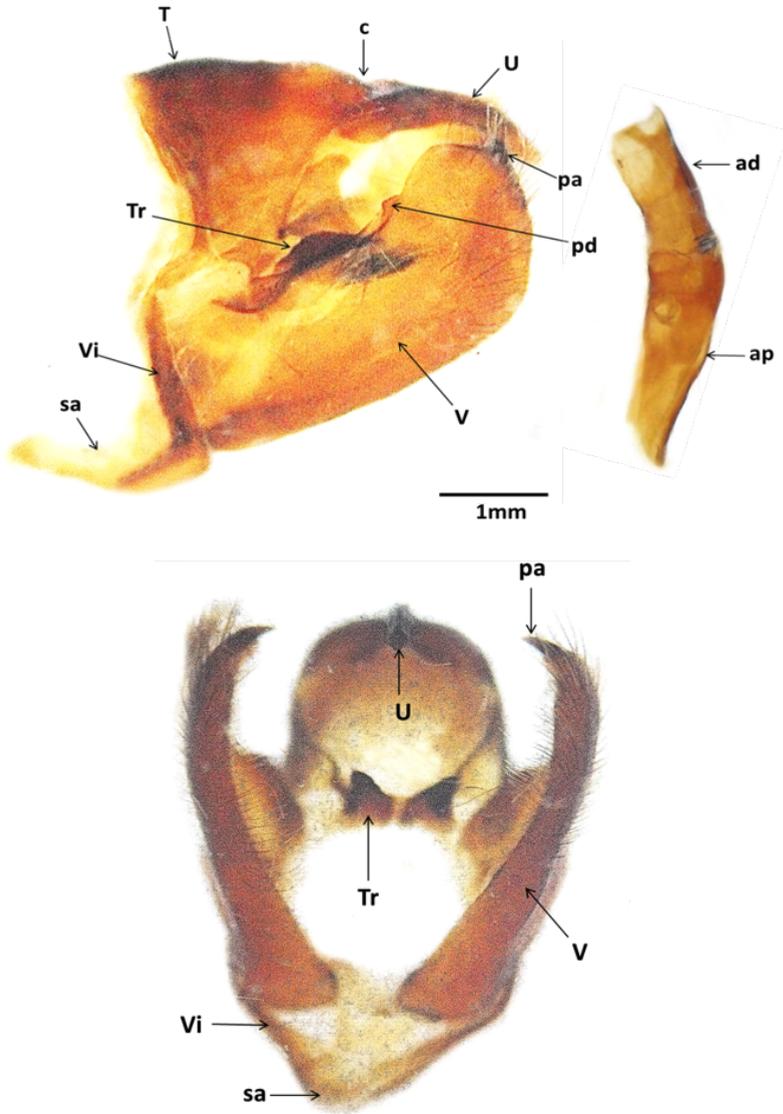
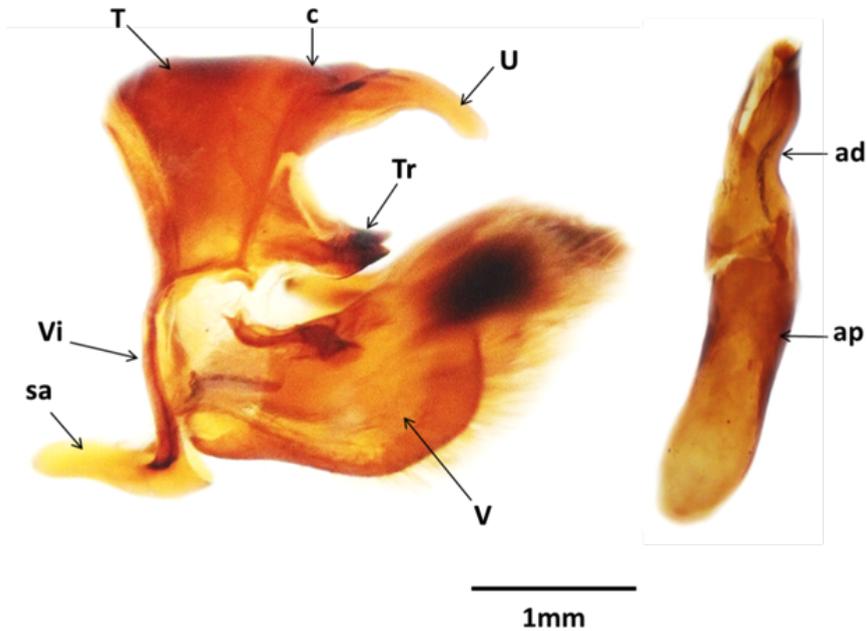


Fig. F. *Annagrapha aureola* (Bates)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; pd: proceso dorsal de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum.

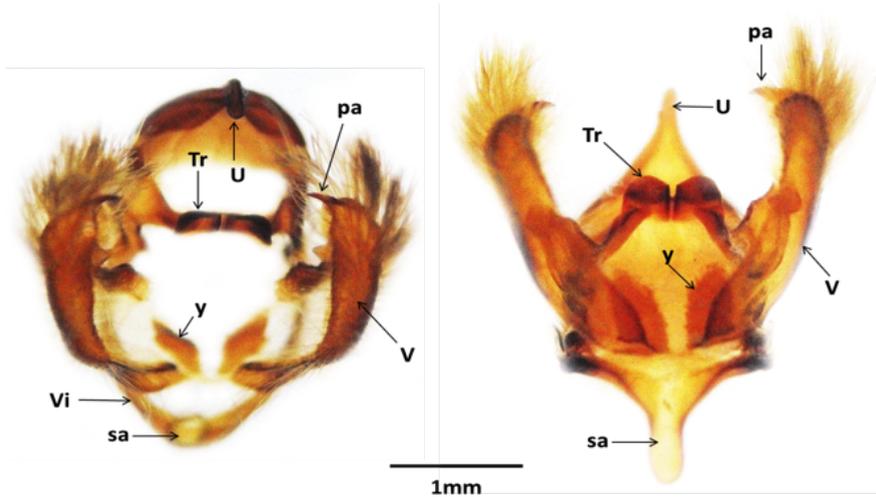
Annagrapha polyxo (Druce, 1874) (Fig. I, lámina fig. 7)

Según BONFANTI *et al.*, (2013), el tegumen en esta especie es subtrapezoidal en vista lateral, proyección anterior tan ancha como larga, tegumento doblado en el margen anterior y proyectado hacia afuera. Brazos del tegumen y saccus distintivos, proyección anterior del saccus elongado lateralmente y dos veces más largo que ancho, proyección posterior ausente. Uncus esbelto, ligeramente esclerotizado, con la porción proximal amplia y la distal inclinada, en vista lateral fusionada con el tegumen. Transtilla curva, lateralmente elongada con la porción proximal amplia y el tegumento doblado. Las valvae son subrectangulares, llevan una espina dorsal y otras más pequeñas y dispersas. Aedeagus como en la especie anterior, porción posterior con el tegumento doblado y sinuoso.



ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; U: uncus; V: valva; Vi: vinculum.

Fig. I. *Annagrapha polyxo* (Druce)



pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; U: uncus; V: valva; Vi: vinculum; y: Yuxta

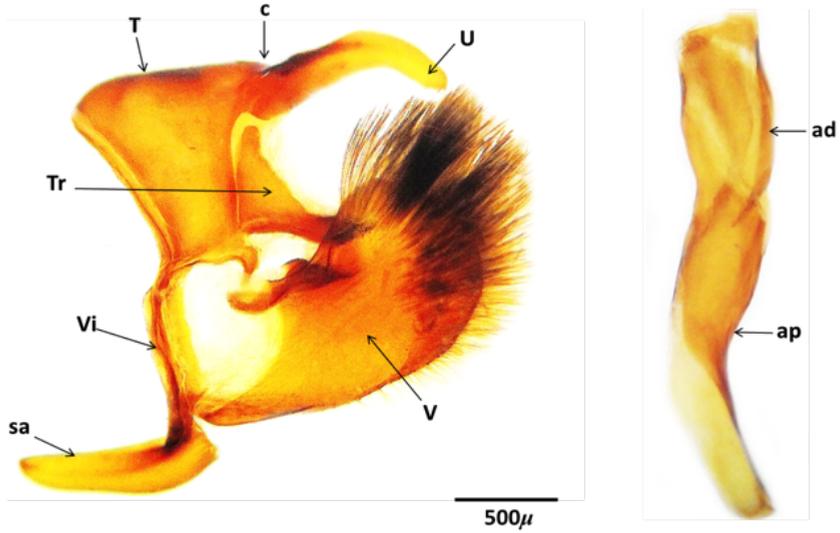
Fig. I. *Annagrapha polyxo* (Druce)

Annagrapha dia divina (Röber, 1916) (Fig. J, lámina 8)

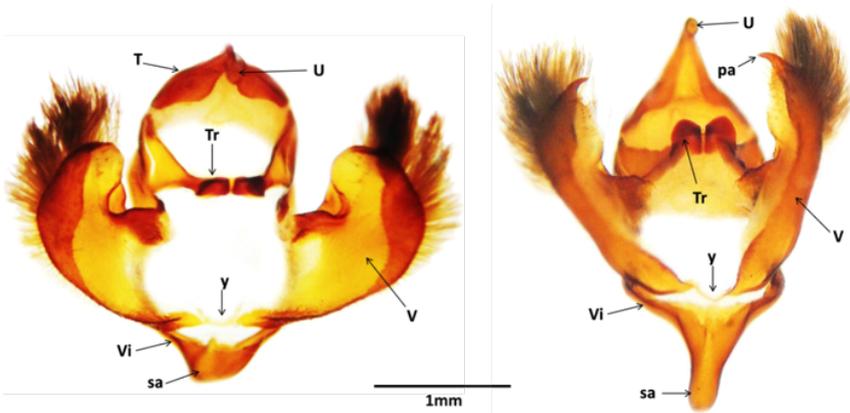
Los componentes anatómicos en la armadura de *A. dia divina* son parecidos a los de *A. polyxo*. Tegumen subtrapezoidal en vista lateral, con el apéndice angular, corto, elongado y de punta redondeada, proceso anterior tan ancho como largo. Proyección anterior del saccus recto lateralmente, con ausencia del posterior. Vinculum en vista lateral delgado y recto. Uncus esbelto pero más grueso y levantado que en *A. polyxo*, porción distal elongada, la constricción dorsoventral fusionada al tegumen. Transtilla de forma triangular con la porción distal alargada y gruesa. Valvae subrectangulares, provistas de numerosos pelillos, con el proceso apical en vista ventral conspicuo y cónico. Aedeagus grueso, sinuoso, con el proceso distal robusto, el posterior alargado.

Annagrapha anna (Staudinger, 1897) (Fig. G, lámina fig. 9)

En esta especie amazónica el tegumen es subtrapezoidal lateralmente, robusto, con el borde dorsal elongado, tegumento doblado en el margen anterior, ápice angular corto y el brazo anterior no distinguible. Saccus robusto con el vinculum recto, proyección posterior ausente como en *P. polyxo*. Uncus esbelto, con la parte anterior ancha y la constricción basal no fusionada al tegumen, la transtilla elongada en vista lateral. Las valvae aparecen subrectangulares tanto lateral como ventralmente, con el proceso dorsal manifiesto y el borde superior piloso sobre todo en la región apical. Aedeagus grueso y sinuoso, con el proceso distal delgado y el posterior bien robusto.



ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; U: uncus; V: valva; Vi: vinculum.



pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; U: uncus; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

Fig. J. *Annagrapha dia divina* (Röber)

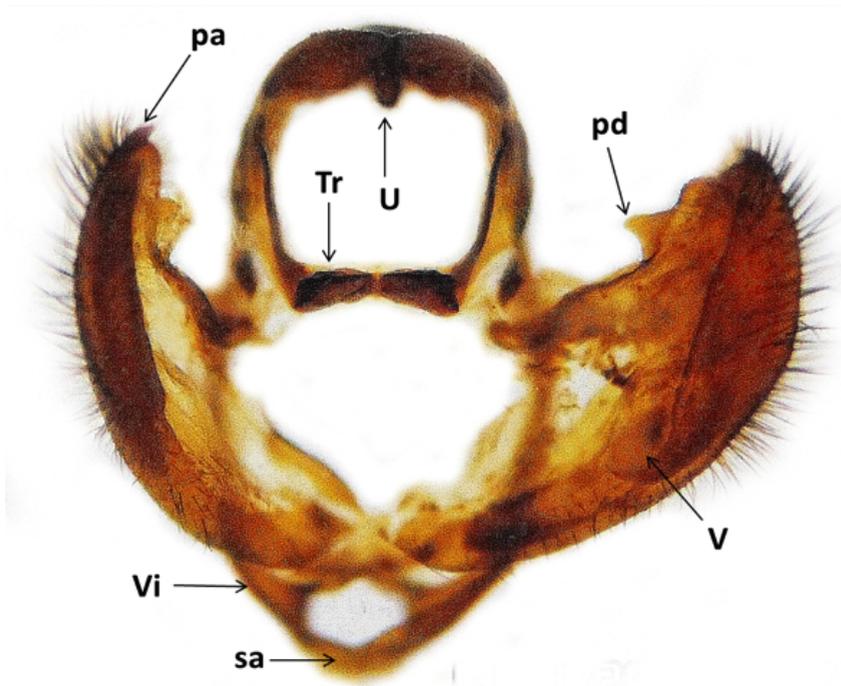
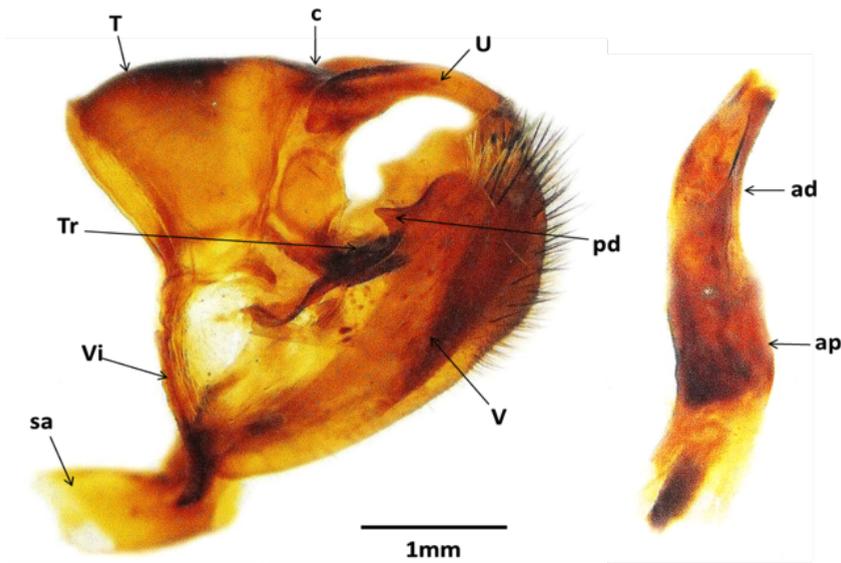


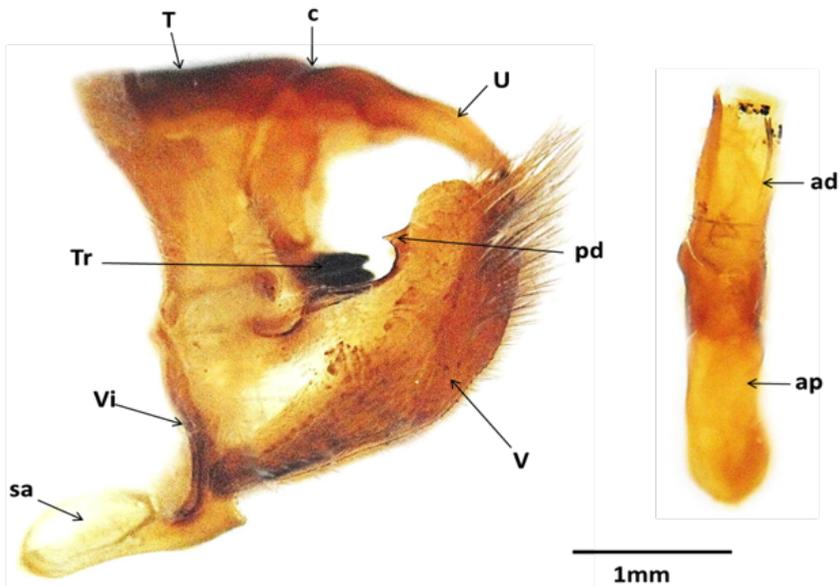
Fig. G. *Annagrapha anna* (Staudinger)

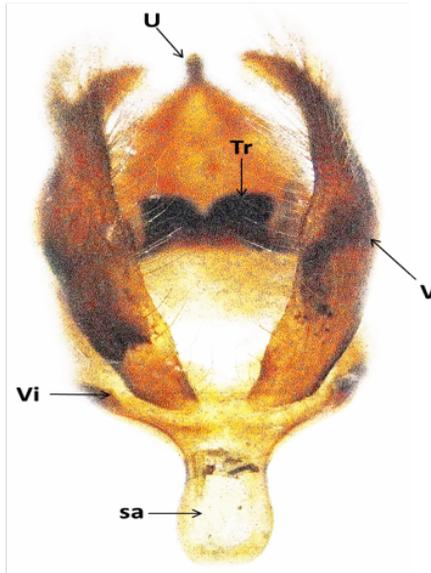
ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pd: proceso dorsal de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

Annagrapha elina (Staudinger, 1897) (Fig. H, lámina fig. 10)

La conformación genital de esta otra especie es semejante a *A. anna*, pero aparecen diferencias centradas en el tegumen, que es más estilizado, subtrapezoidal pero con el borde dorsal más recto en vista lateral. El uncus se dispone como en *A. anna*, con la constricción dorsoventral no fusionada al tegumen, pero a nivel ventral es más levantado. Las valvae lateralmente son subrectangulares con el proceso dorsal corto y agudo. La transtilla en vista ventral tiene forma de espuela de bordes redondeados, el saccus en vista lateral estilizado y dirigido hacia abajo. El aedeagus se distingue de la especie anterior por ser recto con sus procesos poco conspicuos.

A diferencia de *R. pasibula* y *R. falcata*, *A. elina* es una especie chocoana alopátrica, que es reemplazada por *A. anna* en la región amazónica. Las dos entidades son muy locales, raras y están involucradas en complejos miméticos con otras especies de ninfálidos neotropicales (SALAZAR, 2004).





ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pd: proceso dorsal de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum.

Fig. H. *Annagrapha elina* (Staudinger)

VI.- Género **FOUNTAINEA** Rydon, 1971

Especie tipo: *Anaea phidile* (Geyer)

Las tres especies analizadas de este género presentan una armadura genital similar que probablemente es altamente variable individualmente a través de sus rangos de distribución, tal como sucede con otras especies como *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775) y *F. eurypyle* (C. & R. Felder, 1862) (CALDAS, 1997).

Fountainea nessus (Latreille, (1813)) (Fig. K, lámina fig. 11)

De acuerdo con BONFANTI *et al.*, (2013): Tegumen subtriangular en vista lateral y sin proyección anterior, con el apéndice angular tan largo como ancho, brazos del tegumen y saccus fusionados, al igual que la constricción dorsoventral, proyección anterior del saccus elongada lateralmente, tres veces más larga que ancha y la posterior ausente. Uncus esbelto, poco esclerotizado, con la parte dorsal ensanchada y la porción distal descendente. Transtilla abierta, lateralmente redondeada con su porción distal cerrada que la distingue de otras especies del género. Valvae subrectangular con el proceso apical presente. Aedeagus esclerotizado, recto con los dos procesos apenas distinguibles.

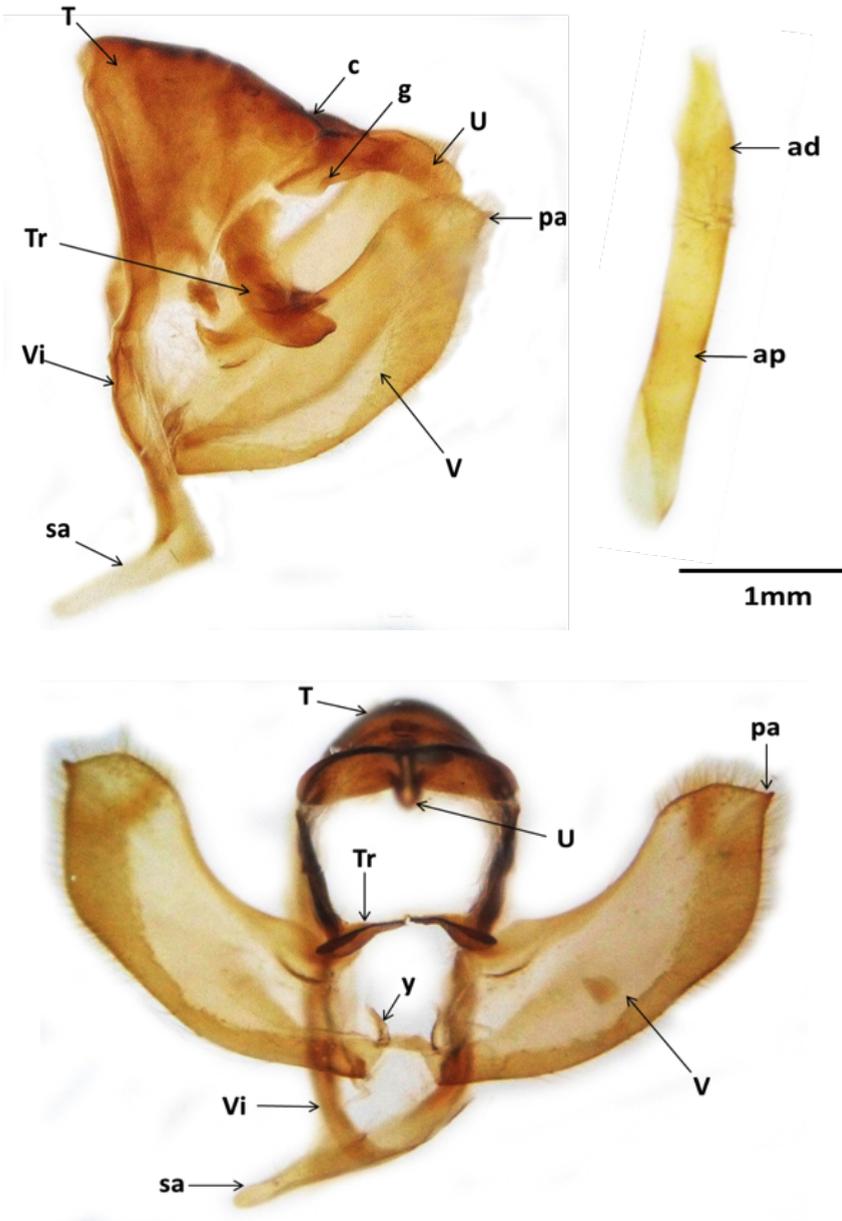


Fig. K. *Fountainea nesus* (Latreille)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; d: domo del uncus; g: gnathos; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

Fountainea centaurus (C. & R. Felder, 1867) (Fig. L, lamina 12)

Armadura parecida a la de la especie anterior pero las valvae son robustas y rectangulares en vista lateral. Vinculum delgado y sinuoso, proyección anterior del saccus rectilíneo y sin proyección posterior. Uncus y aedeagus como en *F. nesus*. El tegumen, el uncus y la transtilla muestran similitudes con los de *Muyshondtia tyrianthina*, pero el saccus es más delgado y la punta más gruesa, que en *M. tyrianthina* es gruesa. Lo anterior establece cierta relación entre estas dos especies andinas que cohabitan regiones nubladas de montaña (SALAZAR, 2014).

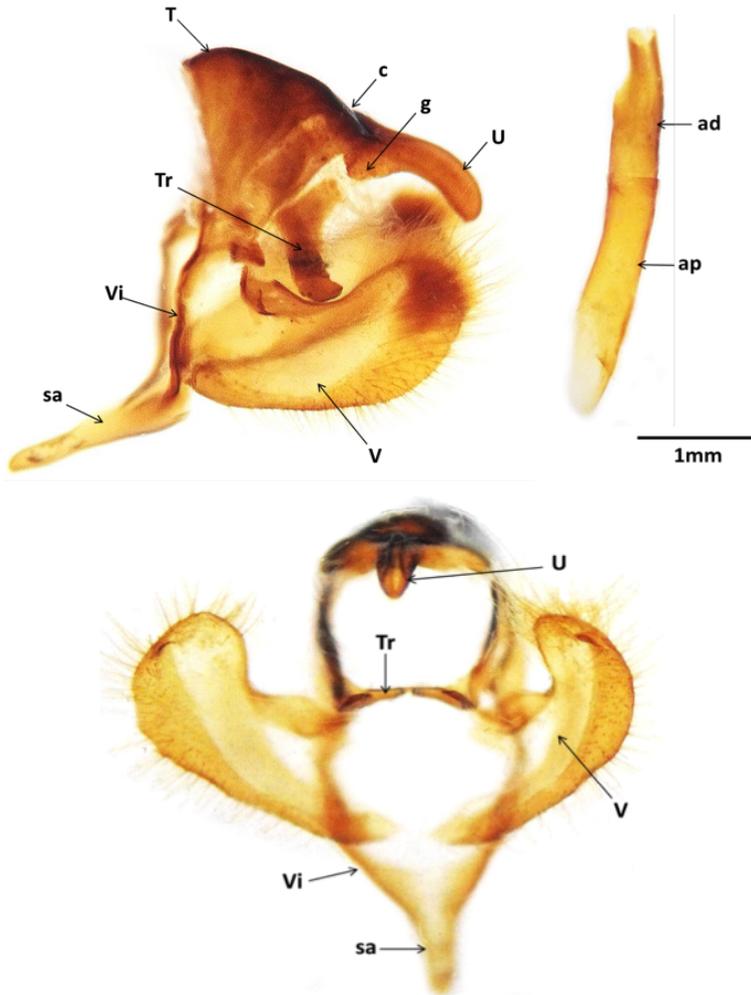


Fig. L. *Fountainea centaurus* (C. & R. Felder)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; d: domo del uncus; g: gnathos; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum.

Fountainea nobilis pacifica (Vélez & Salazar, 1991) (Fig. M, lámina fig.13)

La conformación genital de este Anaeni se aproxima más a *F. centaurus*, con el tegumen subtriangular pero el apéndice angular inferior es algo largo y delgado. El uncus es más alargado, esbelto, con el apéndice redondeado. Las valvae rectangulares con el proceso apical manifiesto y agudo. El aedeagus es más distintivo que en *F. nessus* y *F. centaurus*, siendo más corto, grueso con el proceso posterior robusto y esclerotizado, el vinculum es recto y menos sinuoso que la especie anterior.

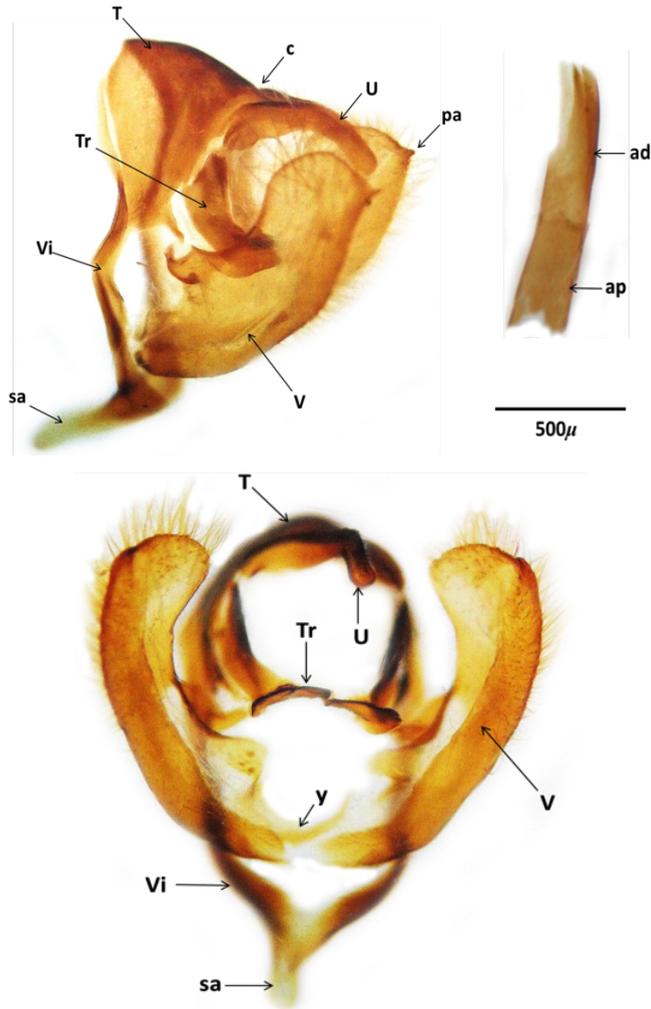


Fig. M. *Fountainea nobilis pacifica* (Vélez & Salazar)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; d: domo del uncus; g: gnathos; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

VII. Género **POLYGRAPHA** Staudinger, 1887

Especie tipo: *Paphia cyanea* (Salvin & Godman, 1868)

Polygrapha cyanea (Salvin & Godman, 1868) (Fig. N, lámina, fig. 14)

Otra especie amazónica cuyo tegumen esclerotizado, en vista lateral, se dispone en forma subtriangular con el apéndice angular notable y el tegumento doblado en el margen anterior hacia atrás y dorsalmente. La constricción dorsoventral del uncus, en su base, se encuentra fusionada al tegumen. El uncus es esbelto, elongado pero con el extremo posterior dirigido hacia abajo y de borde redondeado, saccus con proyección anterior robusta, rectangular pero sin proyección posterior. Las valvae rectangulares y en vista ventral, con el proceso apical en forma de espina corta y apenas evidente. La transtilla es cerrada con base ensanchada. Vinculum sinuoso y esclerotizado. El aedeagus finalmente, a diferencia del de *M. tyrianthina* y *Ps. xenocrates*, es corto, rechoncho en vista lateral, con los dos procesos respectivos no muy diferenciados.

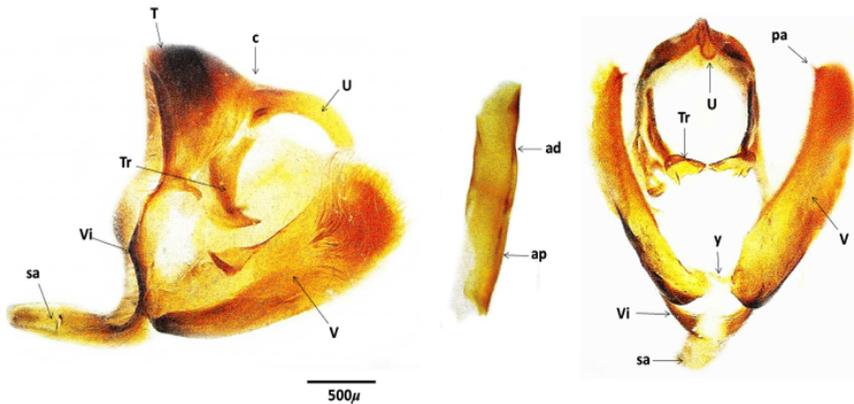


Fig. N. *Polygrapha cyanea* (Salvin & Godman)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: Yuxta.

Polygrapha cyanea silvaorum Constantino & Salazar, 1998 (Fig. O, fig. 15)

En esta subespecie presente en el Chocó biogeográfico, la armadura genital en los machos es parecida a la de la especie tiponominal, con idéntica conformación estructural, pero el aedeagus es mas esbelto con sus dos procesos característicos más prominentes

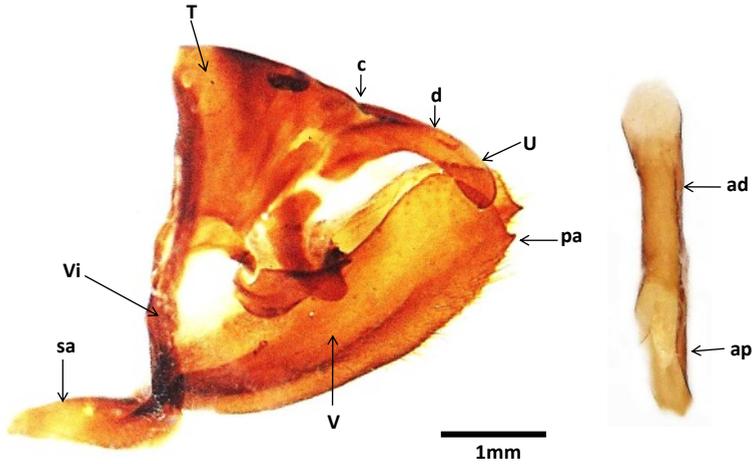


Fig. 0. *Polygrapha cyanea silvaorum* (Constantino & Salazar)

ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; pa: proceso apical de la valva; sa: saccus; T: tegumen; Tr: transtilla; V: valva; Vi: vinculum; y: yuxta.

CONCLUSIONES

- Las ilustraciones de los Charaxidae aquí divulgadas, relativas a la armadura genital, pueden ser de ayuda eficaz a la hora de corroborar la taxonomía e identidad de algunas especies problemáticas de la tribu Anaeni.
- La tribu Anaeni, como sucede con otros ninfálidos neotropicales, ha sido relativamente poco estudiada debido a la rareza de ciertas especies andinas poco conocidas en colecciones.
- Si bien los órganos genitales de los Anaeni pueden ser altamente variables, lo que hace difícil establecer un patrón estructural homogéneo dentro del grupo, en especial aquellos pertenecientes a los géneros *Fountainea* Rydon y *Memphis* Hübner (*s.l.*).
- Las ostensibles diferencias de la armadura genital entre los géneros *Pseudocharaxes*, *Prozikania* y *Muysbondtia* Salazar & Constantino, respecto al género *Polygrapha* Staudinger, hacen necesario reafirmar su separación entre ellos y ser utilizados como tal en su nuevo estatus.
- Estudios morfológicos y moleculares adicionales se deben emprender para establecer la verdadera genealogía de *Muysbondtia tyrianthina* (Salvin & Godman) con relación a *Fountainea centaurus* (C. & R. Felder) y así esclarecer sus posibles nexos en común.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente a Inés Johanna Gómez Murillo por su fiel asistencia en la preparación genital de las especies tratadas en el presente artículo y a Karoll Stefany Mantilla por su apoyo en este proceso. A Greg Nielsen, quien con su amabilidad y servicio, dispuso amablemente la realización de las láminas con los adultos en cuestión. A Cecilia Villalobos Moreno por su asesoría en el procesamiento de las imágenes fotográficas de las genitalias y particularmente a Michael Dottax por su gran colaboración.

REFERENCIAS

- BEIRNE, B.P., 1942.- The morphology of the male genitalia of the Lepidoptera. *The Ent. Record*, 15 (3): 17-22, 37-39.
- BONFANTI, D., 2010.- Genitalia masculina de Charaxinae neotropical (Lep. Nymph.) uma análise comparada da variação dos caracteres. Tesis: 119 pp. + figs. U. Federal do Paraná, Brasil.
- BONFANTI, D., CASAGRANDE, M. & MIELKE, O., 2013.- Male genitalia of Neotropical Charaxinae: a comparative analysis of character variation. *J. Insect Science*, 13 (35): 1-54 + figs.
- BONFANTI, D., CASAGRANDE, M. & MIELKE, O., 2015.- Exoskeleton morphology of three species of Preponini, with discussion of morphological similarities among neotropical Charaxinae (Lep. Nymph.), I. Head, Cephalic appendages, and cervix. *Zoological Science*, 32: 278-283 + figs.
- BURNS, J., 1997.- Presidential address 1996: On the beauties, uses, variation and handling of genitalia. *J. Lepid. Soc.*, 51 (1): 1-8 + figs.
- CALDAS, A., 1997.- Notes on the male genitalia of the *Anaea ryphea*-*Anaea eurypyle* complex (Lep. Nymph.). *J. Lepid. Soc.*, 51 (1): 83-90 + figs.
- CHAPMAN, J.A., 1916.- vi. On the pairing of the plebeidi blue butterfly (Lyc. Pleb.). *Trans. Ent. Soc. London*, 1: 156-180, + pls.
- COMSTOCK, W.P., 1961.- *Butterflies of the American Tropics: the genus Anaea* (Lep. Nymph.). Am. Mus. Nat. Hist., 6-7 + figs. Pls. N.Y.
- D'ALMEIDA, R.F., 1940.- Contribuição ao estudo dos Mechanitidae (Lep. Rhop.). *Rev. Ent.*, 11 (3): 758-766 + figs.
- D'ABRERA, B., 1988.- *Butterflies of the Neotropical Region, Nymphalidae*, 5: 680-723 + figs. Hill House, Victoria.
- DIAS, F.M., 2013.- Taxonomía e análise filogenética de *Memphis* (Hübner, 1819) e gêneros afins (Lep. Nymph. Charax.). basada em caracteres morfológicos e moleculares. Tesis: 283 pp. + figs. U. Federal do Paraná, Brasil.
- DRUCE, H., 1877.- A revision of the Lepidopterous genus *Paphia*. *Proc. Zool. Soc. London*: 632-652 + pls.
- EHRlich, P. & EHRlich, A., 1961.- *How to know the Butterflies*. W.S. comp. publ., Dubuque, Iowa.
- FORSTER, W., 1964.- Beiträge zur Kenntnis der Insektenfauna Boliviens, XIX Ver. *Zool. Staat. München*, 8: 51-188 + figs.
- FRANCY, C.F., 2006.- External genitalia of some Indian Lymantrids (Lep. Lym.). *Millenium Zool.*, 7 (1): 29-32 + figs.
- FORBES, W.T.M., 1939.- The muscles of the Lepidopterous male genitalia. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 32 (1): 1-10.
- GODMAN, F.D. & SALVIN, O., 1885.- *Biología Centrali-Americana, Lep. Rhopalocera*, 2: 782 pp. + figs. Dulau & Co., London.
- GOSSE, P.H., 1883.- On the clasping-organs ancillary to generation in certain groups of the Lepidoptera. *Trans. Linn. Soc. London*, 2 (6): 265-345, + pls.
- HERRERA, J.A. & HOWARTH, T.G., 1966.- Genitalia de los tipos de Satyridae de Chile depositados en el British Museum. *Publ. Centr. Est. Ent.*: 73-126 + figs.
- KIRBY, W., 1871.- *A Synonymic Catalogue of Diurnal Lepidoptera*: 690 pp. John Van Voorst, London.
- KLOTS, A.B., 1931.- A Generic revision of the Pieridae (Lep.) together with a study of the male genitalia. *Ent. Amer.*, 12 (3): 139-142 + figs.
- KLOTS, A.B., 1970.- Lepidoptera (in) Tuxen ed. *Taxonomist's Glossary of Genitalia in Insects*: 115-129 + figs. Scand. Un. Brooks, M. Copenhagen.
- LAMAS, G., 2004.- (ed.) Charaxinae-Anaeini, 5A: 224-234. Checklist, part 4A Hesperioidea- Papilionoidea (in) Heppner ed. *Atlas of the Neotropical Lepidoptera*, ATL + Scient. Publ. Gainesville.
- LERAUT, P., 2013.- Espèces et genres des Pyralinae (Lep. Pyr.). *Bull. Ent. Soc. France*, 18 (1): 41-72 + figs.
- LÖDL, M., 2001.- Morphometry and relation pattern in male genitalia of Noctuidae (Lep. Noct.). *Quadrifina*, 4: 10-33 + figs.
- MARCONATO, G., 2008.- Análise cladística de Charaxinae Guenée (Lep. Nymph.). Tesis: 180 pp. + figs. U. de São Paulo, Brasil.
- MANJARRÉS, E. & MOLANO, F., 2015.- Estudio de la variación en la genitalia masculina de las especies de la tribu Phanaeini (Col. Scarab.) en Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19 (1): 245-257 + figs.
- NEWELL, A., 1918.- The comparative morphology of genitalia of Insects. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 11 (2): 109-142 + figs.
- OKADA, Y., 2009.- Illustrations of male genitalia of Papilionidae. *Yadoriga, Lep. Soc. Japan*, 221: 33-41 + figs.
- OKADA, Y., 2011.- Illustrations of male genitalia of Papilionidae. *Yadoriga, Lep. Soc. Japan*, 231: 57-61 + figs.
- ROBINSON, G., 1976.- The preparation of slide of Lepidoptera genitalia with special reference to Microlepidoptera. *Ent. Gaz.*, 27: 127-132.
- RÖBER, J., 1916.- 66 Gattung *Anaea* Hbn (in) Seitz ed. *Die Gross-Schmetterlinge der Erde*, 5: 577-592 + pls. Alfred Kernen, Stuttgart.
- SALAZAR, J.A., 1998.- On some records in females of the colombian Lepidoptera (Ins. Lep.). *SHILAP*, 26 (104): 207-213 + figs.

- SALAZAR, J.A., 2004.- Patrones de coloración en algunos Charaxidae de Colombia y sus modelos mullerianos (Lep. Nymph.). *Lambillionea*, 104 (1): 109-120 + figs.
- SALAZAR, J.A., 2008.- Some studies on palpi belonging to neotropical Charaxidae with notes on wing pattern and behavior of several genera (Lep. Nymph.). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 12: 171-205 + figs.
- SALAZAR, J.A., 2014.- *Fountainea centaurus* (Felder, 1867) y su posible relación con *Muyshondia tyrianthina* (S. & G., 1868) (Lep. Nymph, Charax.). *Bol. Mus. Ent. Francisco Luis Gallego*, 6 (2): 16-21 + figs.
- SALAZAR, J.A. & CONSTANTINO, L.M., 2001.- Synthesis of the colombian Charaxidae and Description of new genera for Southamerica: *Rydonia*, *Annagrapha*, *Pseudocharaxes*, *Muyshondtia*, *Zikania*. *Lambillionea*, 101 (2), supp. 3: 344-369 + figs.
- SCOBLE, M.J., 1995.- *The Lepidoptera: Form, Function and Diversity*: 404 pp. + figs. The Nat. Hist. Mus. Oxford, Un. Press.
- SOLANO, K.V. & RAMÍREZ-MORA, A., 2015.- Morfología de los genitales masculinos de tres especies de Muscidae (Ins. Dipt.) de importancia forense en Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19 (1): 235-244 + figs.
- STICHEL, H., 1939.- *Lepidopterorum Catalogus* (in) Bryk ed. Nymphalidae III, Charaxidinae II, 93: 628-794. W. Junk S' Gravenhage.
- STAUDINGER, O., 1887.- Exotische Tagfalter, Systematischer Reihenfolge mit berück neuer Arten. I theil. *Exotische Schmetterlinge*: 333 pp. + pls. Fürth G. Lowersohn.
- SCHATZ, E., 1892.- Die Familien und Gattungen der Tagfalter (in) *Exotische Schmetterlinge*. 282 pp. + figs. Verlag, Lowensohn, Bayern.
- STEKOL'NIKOV, A., 1967.- Phylogenetic relationships within the Rhopalocera on the basis of the functional morphology of the genital apparatus. *Ent. Rev.*, 46 (1): 1-11.
- VILLALOBOS, A., 2013.- Nueva especie de mariposas (Lep.Nymph.Sat.) para los Andes colombianos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 17(1): 268-275 + figs.
- VILLALOBOS, A. & GÓMEZ, I. J., 2015.- Contribución a la distribución de las mariposas del género *Morpho* Fab., 1807 (Lep. Nymph. Morph.) en el nororiente del departamento de Santander y estudio de su genitalia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19(2): 281-289 + figs.
- WITT, T., 1966.- Die weibchen von *Anaea hirta* Wymer und *Anaea pasibula* Doubleday (Lep. Nymph.). *Mitt. Munch. Ent. Ges.*, 5-6: 186-189 +figs.
- WITT, T., 1977.- Zur Tagfalterfauna der Chanchamayogebietes in Peru, teil II Charaxinae. *Mitt. Munch. Ent. Ges.*, 66: 141-177 + figs.

Anexo I. Relación del material de adultos disponible para estudio (en asterisco * los seleccionados)

Especie: *Muyshondtia tyrianthina* (S.&G.), cantidad: 5 ♂♂, procedencia, **PERÚ**: Cuzco-Rio Pilcopata*, 2000 m., abr-2003; Junín, camino a la antena, Oxapamba, 2200 m., 20-I-2009 P. Boyer leg. Huanuco, Carpish, Xi-2003, Juvisy (M. Dottax).

Especie: *Pseudocharaxes xenocrates* (Ww.), cantidad: 23 ♂♂, procedencia, **PERÚ**: Loreto, Iquitos-Pebas, Río Amazonas, VIII, XI-2010, XII- 2010, II-2011, Juan R. Leg. PERU: San Juan de Polis-Río Momón, XI-2010. Huanuco, Tingo María-Rondos, I-2010. Huanuco, Monte Verde-Aucayacu, II-2010. **ECUADOR**: Napo-Tena, Río Talag*, IX-2010, (lote Ec-2012).

Especie: *Prozikania suprema* (Schaus), cantidad: 1 ♂, procedencia, **BRASIL**: Minas Gerais-Passa Quatro*, X-1989, C. Dahoche, leg.

Especie: *Rydonia pasibula* (Dbl.), cantidad: 14 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Chocó, Charco azul, 1 800 m, 8-I-2012, J. Salazar leg. Caldas, Riosucio-El Pajar*, 1700 m, 15-IX-2013, 9-V-2015, Riosucio-cerro Las Brujas, a 1700 m, 8-VI-2013, J. Salazar leg. Caldas, Manizales-El Camello, 1735 m, 30-V-2015, J. Salazar leg.

Especie: *Rydonia falcata* (Hpfr.), cantidad: 3 ♂♂, procedencia, **PERÚ**: Junín. Satipo-Shima*, 250 m, XII-2005, Juvisy 2008, M. Dottax col.

Especie: *Annagrapha aureola* (Bates), cantidad: 5 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Chocó, San José del Palmar*, 1000 m, 7-VIII-2002, J. Salazar leg., Chocó, Tadó-Marmolejo, 250 m, 21-VII-1990, J. Salazar leg. Valle: Río Garrapatas, 800 m, 8-X-1998, J. Salazar leg.

Especie: *Annagrapha anna* (Stgr.), cantidad: 4 ♂♂, procedencia, **PERÚ**: Loreto, Río Momón-Magra, VI-2010, M. Dottax Leg. Madre de Dios, Puerto Maldonado*, 2002, M. Dottax leg. Huanuco, IX-1983, D. Jamieson leg. Loreto, Iquitos, San Juan de Polis, 7-XII-2010, M.- Dottax leg.

Especie: *Annagrapha elina* (Stgr.), cantidad: 5 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Valle del Cauca, Dovio-Río Garrapatas*, 800 m, III-1997, X.1998, J. Salazar leg.

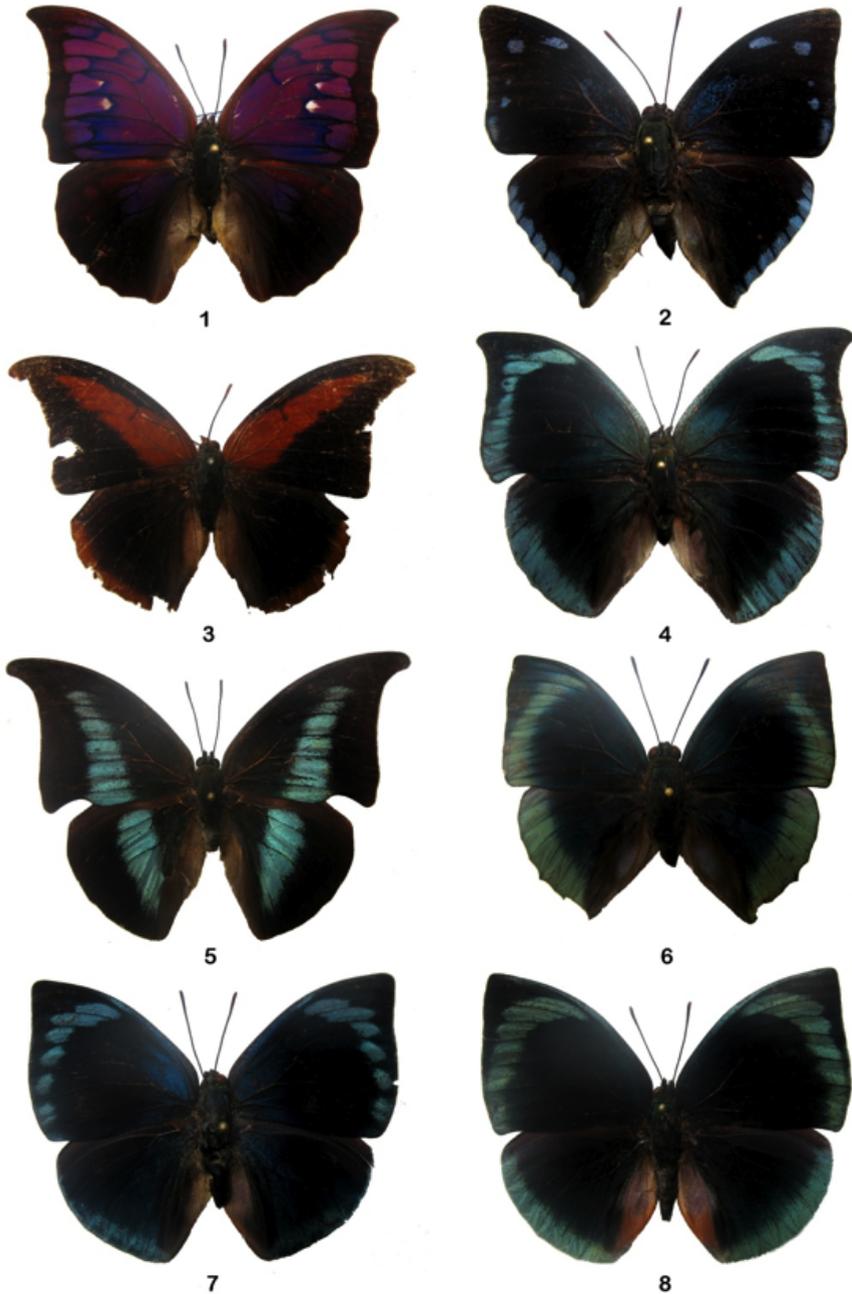
Especie: *Fountainea nessus* (Latr.), cantidad: 18 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Caldas, Riosucio, 1700 m, VIII-2006, J. Salazar leg. Manizales-quebrada del Medio, 1699 m, II-1981, J. Salazar leg. Manizales- Monte León, 2200 m, III-1980, J. Salazar leg. Tolima, Chaparral, 1550 m, 6-VIII-1984, J. V. leg. Caldas, Villamaría-El Arroyo, 20-IX-2015, J. Vargas leg.

Especie: *Fountainea centaurus* (Fldr), cantidad: 13 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Caldas, Manizales- Monte León, 2200 m, IX-1980, J. Salazar leg. Manizales- Río Blanco, 2200m, 3-II-2008, J. Salazar leg. Caldas, Villamaría-El Roble, 2280m, 28-VIII-1997, J. Salazar leg.

Especie: *Fountainea nobilis pacifica* (Vel & Salz.), cantidad: 7 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Valle del Cauca, Queremal-Lm 55, 1200 m, 9-IV-1985, J. Salazar leg. Caldas, Florencia- La Abundancia, 1500 m, 10-VII-2001, J. Vargas leg.

Especie: *Polygrapha cyanea* (S. & G.), cantidad: 19 ♂♂, procedencia, **PERÚ**: Huanuco-Tingo María*, 1-II-2010, II-1999, M. Dottax leg. Rondos, II-2010, M. Dottax leg.

Especie: *Polygrapha cyanea silvaorum* (Const. & Salz), cantidad: 21 ♂♂, procedencia, **COLOMBIA**: Chocó, San José del Palmar-Cruces, Río Abita, 800 m, XI-1990, III-IX, 1999, J. Salazar & J. Vargas leg. **ECUADOR**: Esmeraldas-Durango, Chuchuvi, 1000 m, VIII-2011, I-II-2010, M Dottax leg.



Láminas Machos adultos de: 1. *Muyshondtia tyrianthina* (Salvin & Godman.), 2. *Pseudocharaxes xenocrates* (Wetswood), 3. *Prozikania suprema* (Schaus), 4. *Rydonia pasibula* (Doubleday), 5. *Rydonia falcata* (Hopffer.), 6. *Annagrapha aureola* (Bates), 7. *Annagrapha polyxo* (Druce), 8. *Annagrapha dia divina* (Röber).



9



10



11



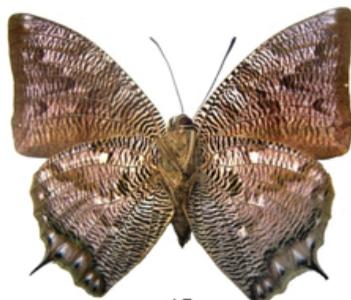
12



13



14



15

Lámina Machos adultos de: 9. *Annagrapha anna* (Staudinger), 10. *Annagrapha elina* (Staudinger), 11. *Fountainea nessus* (Latreille), 12. *Fountainea centaurus* (C. & R. Felder), 13. *Fountainea nobilis pacifica* (Vélez & Salazar), 14. *Polygrapha cyanea* (Salvin & Godman), 15. *Polygrapha cyanea silvaorum* (Constantino & Salazar)

REGISTRO DEL GÉNERO *Hebrus* CURTIS, 1879 (HEMIPTERA: HEBRIDAE) PARA EL DEPARTAMENTO DE CALDAS: UNA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIOTA LOCAL

Camilo Llano¹, Sebastián Villada-Bedoya^{1*} & Ana María Meza-S¹

Resumen

La familia Hebridae se encuentra mundialmente distribuida y comprende nueve géneros y 221 especies, para Suramérica se encuentran registrados tres géneros: *Hebrus*, *Merragata* y *Lipogomphus*. Son organismos entre 2,4 y 2,6 mm, cuerpo pubescente y color cercano a negro, antenas de cuatro segmentos con una constricción media en el último segmento, aparentando cinco segmentos. En Colombia, el género *Hebrus* ha sido registrado para los departamentos de Antioquia, Nariño, Quindío, Cundinamarca y Chocó. Aún es incipiente el conocimiento de la distribución de este grupo en Colombia, por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo reportar para la biota del departamento de Caldas el género *Hebrus* Curtis, 1933. Se revisó material biológico depositado en la colección entomológica del programa de biología de la Universidad de Caldas (CEBUC), donde se encontraron un total de nueve individuos, pertenecientes a la localidad de río Manso (Norcasia, Caldas). Este nuevo reporte contribuye con información acerca de la distribución del grupo y aporta nuevo conocimiento sobre la biota del departamento de Caldas.

Palabras clave: Heteroptera, Neotrópico, Suramérica, Gerromorpha, distribución.

RECORD OF *Hebrus* CURTIS, 1879 (HEMIPTERA: HEBRIDAE) FOR THE DEPARTMENT OF CALDAS: A CONTRIBUTION TO THE LOCAL BIOTA KNOWLEDGE

Abstract

The family Hebridae is distributed worldwide and includes nine genera and 221 species. There are three genera recorded for South America: *Hebrus*, *Merragata* and *Lipogomphus*. They are organisms between 2.4 and 2.6 mm, pubescent body, color close to black, with antennas of four segments and a middle constriction in the last segment simulating five segments. In Colombia, the genus *Hebrus* has been recorded for the Departments of Antioquia, Nariño, Quindío, Cundinamarca and Chocó. The knowledge of the distribution of this group is still incipient in Colombia and, therefore, this work aimed to report the genus *Hebrus* Curtis, 1933 for the Department of Caldas biota. Biological material deposited in the entomological collection of the Biology Program at Universidad de Caldas (CEBUC) was reviewed where a total of nine individuals belonging to the Manso river locality (Municipality of Norcasia, Caldas) were found. This new report contributes with information about the distribution of the group and provides new knowledge about the Department of Caldas biota.

Key words: Heteroptera, Neotropic, South America, Gerromorpha, distribution.

* FR: 3-XII-2015. FA: 18-VIII-16.

¹ Programa de Maestría en Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales, BIONAT, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. camiloandresllanoarias@gmail.com, escarasebas@gmail.com, anamariamezasalazar@gmail.com

Autor para correspondencia: escarasebas@gmail.com

CÓMO CITAR:

LLANO, C., VILLADA-BEDOYA, S., & MEZA-S, A.M., 2016.- Registro del género *Hebrus* Curtis, 1879 (Hemiptera: Hebridae) para el departamento de Caldas: una contribución al conocimiento de la biota local. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 225-230. DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.16



La familia Hebridae está constituida por dos subfamilias, nueve géneros y 221 especies mundialmente distribuidas, con mayor diversidad genérica en Asia tropical (ANDERSEN, 1982; POLHEMUS & POLHEMUS, 2008). En Sudamérica se encuentran reportadas cerca de 20 especies agrupadas en tres géneros: *Hebrus* Curtis, 1879, distribuido desde Colombia y Brasil hasta el centro de Argentina; *Merragata* White, 1877, desde Colombia y Brasil hasta el norte de Argentina y *Lipogomphus* Berg, 1879, desde Brasil hasta el centro de Argentina (DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ, 2009). El género *Hebrus* Curtis, 1879, está representado por individuos de tamaño entre 2,4 y 2,6 mm, cuerpo de color negruzco con un revestimiento denso de setas (como terciopelo), antenas de cuatro segmentos con una constricción media en el último segmento (aparentando un quinto segmento) (SLATER & BARANOWSKI, 1978; SCHUH & SLATER, 1995; HECKMAN, 2011).

El género *Hebrus* es el más diverso dentro de la familia y sus individuos se encuentran asociados con mayor frecuencia a arroyos con cuerpos de agua estables (HERBERT, 2004), zonas de transición entre ambientes dulceacuícolas lóticos y lénticos, manglares (POLHEMUS & POLHEMUS, 1989) y unas pocas especies están asociadas a ambientes estuarinos o condiciones marinas (SCHUH & SLATER, 1995). Son depredadores activos de artrópodos en ambientes terrestres húmedos, musgos, algas, plantas flotantes y suelos arenosos (LATTIN, 1995; DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ, 2009). Además, NIESER & ALKINS-KOO (1991) documentaron un caso de canibalismo para el género en las Antillas Menores. Otra particularidad del género fue reportada por NOKKALA & NOKKALA (1999), quienes estudiaron a *Hebrus* como modelo para la comprensión de los mecanismos cromosómicos que rigen la reproducción en los Gerromorpha, encontrando que para este infraorden se presentan tres sistemas: i) el sistema de cromosomas sexuales XY (el más común y el más ancestral en el orden), ii) sistema XO en donde se pierde el cromosoma Y, y iii) el sistema neo-XY, donde existe un cromosoma X univalente que se trasloca en un autosoma.

Hebrus es reconocido como indicador de calidad de agua, relacionándolo con aguas oligo-mesotróficas (ROLDAN, 1996), aunque su rol en la bioindicación es incipiente, debido a que no se conoce información detallada acerca de su ecología, distribución y sus patrones de respuesta ante los disturbios. El conocimiento sobre la distribución de este grupo en el país es aún incipiente y solo se ha reportado para los departamentos de Antioquia, Nariño, Quindío, Cundinamarca y Chocó (MORALES-CASTAÑO & MOLANO-RENDÓN, 2008; PADILLA, 2013; S.I.B. 2015). Por lo tanto, el propósito de este trabajo es realizar un nuevo registro del género *Hebrus* Curtis, 1879 para la biota de Caldas, el cual amplía el rango de distribución del género en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó material entomológico depositado en la colección entomológica del programa de biología de la Universidad de Caldas (CEBUC - Registro Humboldt: No 178), la cual es una de las colecciones más grandes de insectos acuáticos de la región central del país (MONTAÑO *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron un total de nueve individuos, dos hembras y siete machos. Todos los especímenes concuerdan con la descripción del género *Hebrus* Curtis, 1879 (Fig. 1). Los organismos examinados fueron recolectados en septiembre de 2014 por medio de trampas de luz negra en la Reserva Natural Río Manso, Norcasia, Caldas (5°40'05" N; 74°47'11" W), ubicada al oriente del departamento (Fig. 2), a una altitud de 220 m. Esta corresponde a una zona de transición que va desde mosaicos de bosque húmedo tropical (Bh-T) y matriz antrópica dominada por pastizales, hasta bosque seco, siendo este el sector más al sur del sistema Biogeográfico del Magdalena medio (HOLDRIDGE, 1982; ARANGO & MONTES, 2009). El sitio de recolección de los organismos se encuentra cerca de un cuerpo de agua con un ancho de 1,5 m y una profundidad de 0,5 m en promedio, el cual presenta una vegetación ribereña heterogénea, con estrato herbáceo, semiarbusivo y arbustivo. La carencia de registros de muchas especies de insectos acuáticos en el Neotrópico no permite obtener conocimiento suficiente sobre los patrones de distribución de los organismos; por lo tanto, este nuevo registro contribuye a la distribución geográfica del grupo (Hebridae: *Hebrus*), lo cual aporta información de línea base sobre los heterópteros acuáticos del departamento de Caldas y de Colombia.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Lucimar Gomes Dias por permitirnos revisar el material de la Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas (CEBUC), a Román Felipe Díaz Ayala por la elaboración del mapa, al Instituto de Investigaciones en Estratigrafía de la Universidad de Caldas (IES) por facilitarnos el espacio para realizar los barridos de los especímenes, al Grupo de Investigación en Biodiversidad y Recursos Naturales (BIONAT) por su constante apoyo.

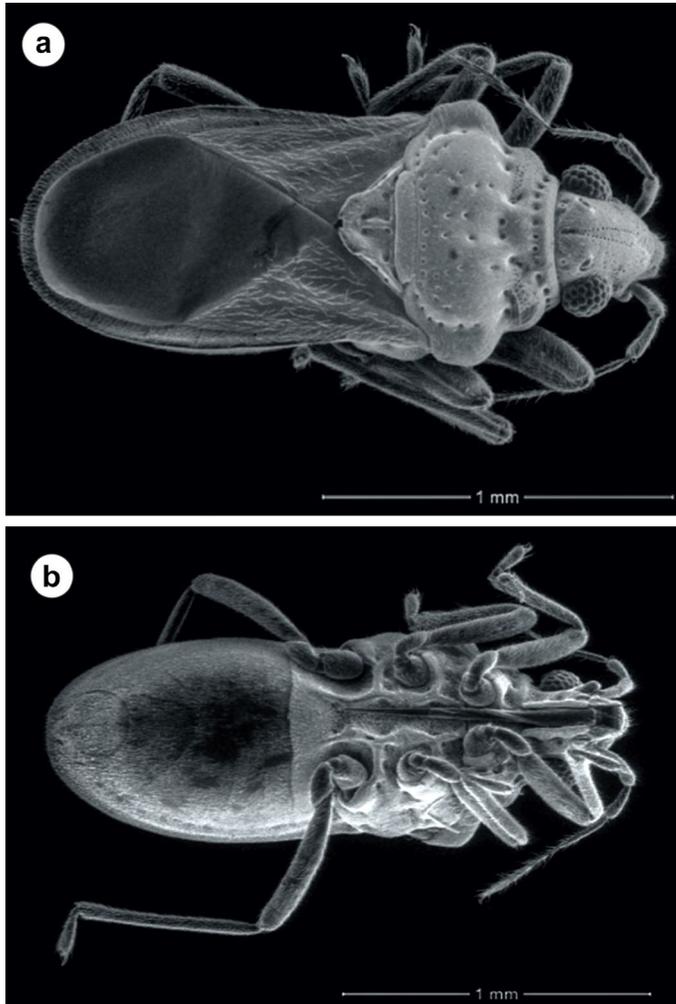


Figura 1. *Hebrus* Curtisi, 1879. *Habitus*: **a)** vista dorsal (se aprecia la pubescencia del cuerpo) y **b)** vista ventral. Fotografías obtenidas por medio de microscopía electrónica de barrido.

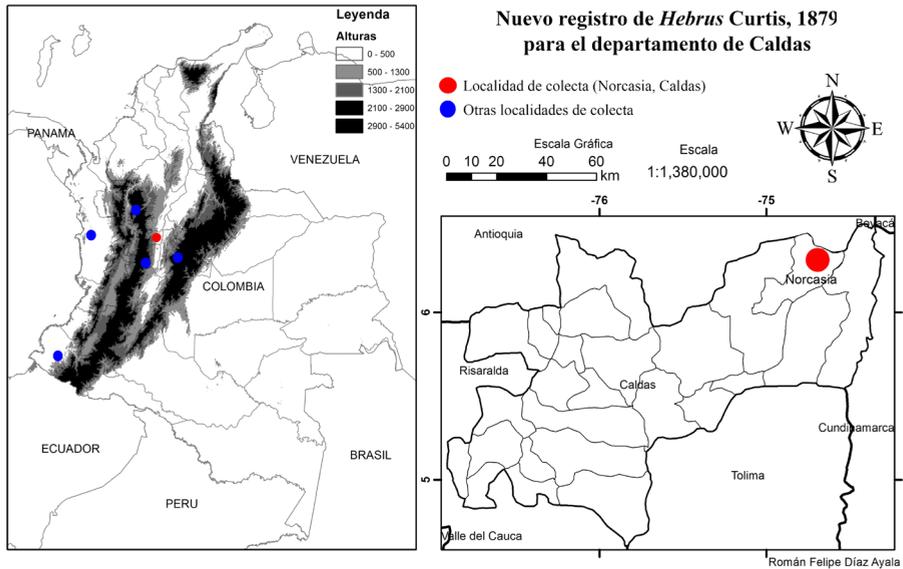


Figura 2. Localidades de colecta de *Hebrus* Curtis, 1879 en Colombia (círculos azules). Se presenta el sitio de colecta al oriente del departamento de Caldas en la Reserva Natural Río Manso, Norcasia (círculo rojo).

REFERENCIAS

- ANDERSEN, N.M., 1982.- The Semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha). Phylogeny, Adaptations, Biogeography and Classification. *Entomograph*, 3: 455 p.
- ARANGO, L & MONTES, J., 2009.- Caracterización entomológica parcial de la cuenca del río la Miel en el departamento de Caldas (Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 13 (2): 249 – 268.
- DOMINGUEZ, E. & FERNÁNDEZ, H., 2009.- *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo. 656 p.
- HECKMAN, C.W., 2011.- *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Hemiptera-Heteroptera Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America*. Springer, London, New York. 690 p.
- HERBERT, Z., 2004.- *Hebrus murphyi*, new species (Heteroptera: Hebridae) from an intertidal mangrove habitat in Burias Island, Philippines. *Raffles Bull. Zool.*, 52 (1): 75-77.
- HOLDRIDGE, L.R., 1982.- *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación de la Agricultura. San José de Costa Rica. 216 p.
- LATTIN, J.D., 1995.- *The Hemiptera: Heteroptera of the Columbia River Basin, Western United States*. Contract report prepared for the U.S. Department of Agriculture, Forest Service; U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, Upper Columbia River Basin Ecosystem Management Project. 56 p.
- MONTAÑO, M., MEZA-S, A.M. & G-DIAS, L. 2012.- La colección entomológica CEBUC y su potencial como colección de referencia de insectos acuáticos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 16 (2): 173 – 184.
- MORALES, I.T. & MOLANO, F., 2008.- Heterópteros acuáticos del Quindío (Colombia): Los infraórdenes Gerromorpha y Nepomorpha. *Rev. Col. Entomol.*, 34 (1): 121-128.
- NIESER, N. & ALKINS-KOO, M., 1991.- *The water bugs of Trinidad & Tobago*. Zoology Department. University of the West Indies. St Augustine. Trinidad. Ocasional Paper 9: 1-127.
- NOKKALA, S. & NOKKALA, C., 1999.- Chromosomes in two bug species of *Hebrus* (Hebridae: Heteroptera). The occurrence of neo-XY sex chromosome system in Heteroptera. *Caryologia*, 52 (1-2): 27-30.
- PADILLA, D.N., 2013.- Nuevos registros y ampliación de la distribución de heterópteros acuáticos en Colombia (Hemiptera, Heteroptera). *Acta Biol. Colomb.*, 18 (2): 391-400.

- POLHEMUS, J.T. & POLHEMUS, D.A., 1989.- A new Mesoveliid genus and two new species of Hebrus (Heteroptera: Mesoveliidae, Hebridae) from intertidal habitats in Southeast Asian mangrove swamps. *Raffles Bull. Zool.*, 37: 73–82.
- POLHEMUS, J.T. & POLHEMUS, D.A., 2008.- Global diversity of true bugs (Heteroptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 379-391.
- SCHUH, R.T. & SLATER, J.A., 1995.- *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera): Classification and Natural History*. Cornell University Press, 336 p.
- S.I.B. (Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia), 2015.- En línea: <http://data.sibcolombia.net/species/search.htm;jsessionid=0CBB74B355CC018B2820F04E2FF2F308?c%5B0%5D.s=1&pageno=9&c%5B0%5D.o=182&c%5B0%5D.p=0> [Consultado en octubre de 2015].
- SLATER, J.A. & BARANOWSKI, R.M., 1978.- *How to know the True Bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company. 256 p.

SHORT COMUNICATION.
FIRST REPORT OF FLESH FLY EGGS (DIPTERA:
SARCOPHAGIDAE) IN *Pristimantis achatinus*
(ANURA: CRAUGASTORIDAE) FROM COLOMBIA

Sebastián Escobar-Vargas¹, Mateo Marín-Martínez² & Juan Camilo Zuluaga-Isaza².*

It is known that there are a considerable number of interactions established between amphibians and dipterans. Among these, there is the predator-prey interaction in which amphibians ingest flies from a broad variety of families (DURÉ & KEHR, 2004). On the other hand, there have been reports of cases of flies parasitizing anurans (BOLEK & JANNOY, 2004; GOSÁ et al. 2009; GÓMEZ-HOYOS et al., 2012). In these cases, the diversity of fly families involved is lower, represented by four families (GOSÁ et al., 2009), and, in the new world, parasitism has been reported in adult anurans by species of Calliphoridae and Sarcophagidae (BOLEK & JANNOY, 2004; GOSÁ et al., 2009; MEDINA et al., 2009).

In this work, we present the first record of a flesh fly (Diptera: Sarcophagidae) depositing its eggs on the body of a leaf litter frog, *Pristimantis achatinus* (Boulenger, 1998; Anura: Craugastoridae; Fig. 1). The frog was sampled at the botanical garden of the Universidad de Caldas (JBUC; 5°4'12" N, 75°31'14" W, 2150 m of elevation), which is located in the central Andes of Colombia, municipality of Manizales, department of Caldas. With the aim of evaluating the bacterial richness of the posterior gut of this species, eight individuals, with an average of snout vent length (SVL) 27.6 ± 7.77 mm, were captured and analyzed. For sampling, approximately 5 mm of an empty micropipette (100 μ L) were introduced in the cloaca of each animal. Suction of the material was performed and the tip was washed with peptone broth. After the procedure, all frogs were released and samples of peptone broth were incubated for 48 hours at 28°C, and the material was inoculated in petri dishes with Crystal Violet agar (Bacto®); subsequently, these were incubated at the same temperature. After three days, bacterial growth was registered in six of the eight petri dishes and, in one of them, 12 dipteran larvae were found, reaching an average of 0.8 mm in length approximately (Fig. 2). Manipulation of the petri dish was minimal to avoid contamination with exogenous microorganisms and to record the development of the flies.

Unfortunately, after 15 days, 100% of the flies had died, some of them at the stage of pupa. These were immediately preserved in 70% alcohol for their taxonomic identification at the lowest taxonomical level possible. It was determined that larvae belong to the family Sarcophagidae (COTO, 1998).

¹ FR: 10-V-2016. FA: 30-IX-2016.

¹ GEBIOME (Genética, biodiversidad y manejo de ecosistemas)

² GEDAR (Grupo de Ecología y Diversidad de Anfibios y Reptiles) Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.* E-mail: sebastian.escobar@ucaldas.edu.co

CÓMO CITAR:

ESCOBAR, S., MARÍN, M., & ZULUAGA, J.C., 2016.- First report of flesh fly eggs (Diptera: Sarcophagidae) in *Pristimantis achatinus* (Anura: Craugastoridae) from Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 231-234. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.2.17





Figure. 1. Individual of *Pristimantis achatinus* (SVL 38.8 mm) from which the sample of Sarcophagidae larvae was recorded.

200 μm



Figure. 2. Sarcophagidae larva found in Crystal Violet agar inoculated from a sewer sample of a *Pristimantis achatinus*, municipality of Manizales, department of Caldas, Colombia, 2150 m of elevation.

HOYOS-HOYOS et al., (2012) indicate that the main components of the diet of *P. achatinus* are coleopterans and hymenopterans. However, it has been demonstrated that this species is highly generalist, choosing its prey depending on the availability of resources (LYNCH & DUELLMAN, 1997). For this reason, we would suggest that the frog could have ingested a female fly with eggs, and these survived the digestion through the gut, finally reaching the cloaca. However, despite being generalist, until now there are no known reports of Sarcophagidae fly ingestion by *P. achatinus*.

On the other hand, there are other features suggesting that this is not a case of survivorship to predation. Some species of Sarcophagidae have been categorized as parasites, found in different anuran families (see GOSÁ et al., 2009; Medina et al., 2009; GÓMEZ-HOYOS et al., 2012). Also, the location of the fly eggs in the cloaca of the frog makes it more feasible that these eggs had been deposited by a parasite. GÓMEZ-HOYOS et al., (2012) made the first report of myiasis in frogs from the Cordillera Central of Colombia, in which an individual of *Pristimantis thectopternus* (LYNCH, 1965) was parasitized by a larvae of a Sarcophagid species. This observation was made approximately at 50 km to the southeast of the location of the present record. Despite the information collected, it is not possible to conclude with total certainty whether this is a case of predation or parasitism, even when the evidence and external information allow us to suppose that this is a case of parasitism. Moreover, we can suggest that parasites in adult frogs are more common than have been reported, as it is known for larval stages of anurans (VILLA, 1977; ROJAS-MORALES & ESCOBAR-LASSO, 2013).

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Daniel Ricardo Toro for letting us use the Applied Microbiology Laboratory, Lucimar Gomes Diaz and Professor Luciano Fiuza for their careful observations on the taxonomy of the dipterans. We thank Prof. Viviana Andrea Ramírez, Gustavo González, and Julian Andrés Rojas for their valuable comments to the manuscript, and Diego Gomez Hoyos for the taxonomic confirmation of the anuran.

REFERENCES

- BOLEK, M. G., & JANOBY, J., 2004.- Observations on Myiasis by the Calliphorids, *Bufo lucilia silvarum* and *Bufo lucilia elongata*, in Wood Frogs, *Rana sylvatica*, from Southeastern Wisconsin. *Journal of Parasitology*, 90 (5), 1169–1171.
- COTO, D., 1998.- *Estados inmaduros de insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera y Lepidoptera: Manual de reconocimiento*. Turrialba, Costa Rica: Enseñanza Centro Agronómico Tropical de Investigación.
- DURÉ, M. I., & KEHR, A. I., 2004.- Influence of microhabitat on the trophic ecology of two leptodactylids from northeastern Argentina. *BioOne*, 60 (3), 295–303.
- GÓMEZ, et al., 2012.- Flesh fly myiasis (Diptera: Sarcophagidae) in *Pristimantis thectopternus* (Anura : Strabomantidae) from Colombia. *Herpetology Notes*, 5, 27–29.
- GOSÁ, et al., 2009.- Probables casos de parasitismo de *Lucilia bufonivora* (Diptera : Calliphoridae) en anuros del norte ibérico. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.*, 20, 112–117.
- HOYOS, et al., 2012.- An Approach to the Ecology of the Herpetofauna in Agroecosystems of the Colombian Coffee Zone. *BioOne*, 7(1), 25–34.

- LYNCH, J. D., & DUELLMAN, E. M., 1997.- *Frogs of the Genus Eleutherodactylus in Western Ecuador Biogeography*. Kansas: Natural History Museum Dyche Hall, Kansas University.
- MEDINA, *et al.*, 2009.- Primer registro de miasis por Sarcophagidae (Diptera: Oestroidae) en *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae) de Panamá. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 263–264.
- ROJAS-MORALES, J.A. & ESCOBAR-LASSO, S., 2013.- Notes on the natural history of three glass frog species (Anura: Centrolenidae) from the Andean Central Cordillera of Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 17: 127-140.
- VILLA, J., 1977.- A symbiotic relationship between frog (Amphibia, Anura, Centrolenidae) and fly larvae (Drosophilidae). *Journal of Herpetology*, 11: 317-322.

CHIASOGNATHINI COLOMBIANOS: REDESCRIPCIÓN Y ADICIONES A LA DISTRIBUCIÓN DE *SPHAENOGNATHUS ROTUNDATUS* LACROIX Y *SPHAENOGNATHUS PRIONOIDES* BUQUET (COLEOPTERA: LUCANIDAE)

Luis Carlos Pardo-Locarno Ph.D¹ & Alfonso Villalobos-Moreno²

Resumen

En Colombia, los escarabajos del género *Sphaenognathus* (Coleoptera: Lucanidae: Chiasognathini) conforman un linaje eminentemente tropandino, de selvas frías, razón por la cual su distribución exhibe un patrón insular muy complejo, poco conocido y que se ve agravado por la falta de estudios para conocer su ecología y distribución y la acelerada destrucción de dichos hábitats. Esta investigación se propuso re describir a la especie *S. rotundatus* Lacroix y adicionar registros geográficos sobre *S. prionoides* Buquet. Los ejemplares estudiados fueron recolectados en proyectos de investigación de biodiversidad del Páramo de Santurbán (California, Santander, Colombia). Los datos sugieren la validez taxonómica de *S. rotundatus* y lo registran por primera vez para Colombia; así mismo, se plantea el registro de *S. prionoides* como propio de la Cordillera Oriental colombiana en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander.

Palabras clave: escarabajos, distribución, revalidación de especie, región andina, Colombia.

COLOMBIAN CHIASOGNATHINI: REDESCRIPTION AND ADDITIONS TO THE DISTRIBUTION OF *SPHAENOGNATHUS ROTUNDATUS* LACROIX AND *SPHAENOGNATHUS PRIONOIDES* BUQUET (COLEOPTERA: LUCANIDAE)

Abstract

Beetles of the genus *Sphaenognathus* (Coleoptera: Lucanidae: Chiasognathini) in Colombia, form an eminently tropandean lineage of cold jungles, reason why its distribution shows a very complex insular pattern, little known and that is aggravated by the lack of studies to learn about its ecology and distribution, and the accelerated destruction of such habitats. This research was proposed to redescribe the species *S. rotundatus* Lacroix and to add geographical records of *S. prionoides* Buquet. The specimens studied were collected in biodiversity research projects in the Santurban Moor (California, Santander, Colombia). The data suggest the taxonomic validity of *S. rotundatus* and record it for the first time for Colombia. Likewise, the record of *S. Prionoides* as typical of the Colombian Eastern Mountain Range on the departments of Cundinamarca, Boyacá and Santander is suggested.

Key words: beetles, distribution, revalidation of species, Andean region, Colombia.

¹ Universidad del Pacífico, Buenaventura, Colombia. E-mail: pardolc@gmail.com. ORCID:0000-0002-4464-9771

² Estudiante de Doctorado Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigaciones Entomológicas y Ambientales – GENA. Consultor AUX-Colombia. E-mail: alfvillalmo@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1713-7823

CÓMO CITAR:

PARDO-LOCARNO, L.C. & VILLALOBOS-MORENO A., 2016.- Chiasognathini colombianos: re descripción y adiciones a la distribución de *Sphaenognathus rotundatus* Lacroix y *Sphaenognathus prionoides* Buquet (coleoptera: lucanidae) *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (2): 235-249.

DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.18



INTRODUCCIÓN

Los ciervos volantes, con aproximadamente 109 géneros y 1.500 especies (BENESH, 1960; DIDIER & SÉGUY, 1952, 1953; GEMMINGER, 1868; KRAJCIK, 2001; MAES, 1992; MIZUNUMA & NAGAI, 1994; PARRY, 1870; PAULSEN, 2013; THOMSON, 1862; VAN ROON, 1910; WESTWOOD, 1845), conforman, por su atractiva y singular morfología, quizás, uno de los grupos de escarabajos más intensamente estudiado y coleccionado en el mundo (DIDIER & SÉGUY, 1952, 1953; KRAJCIK, 2001; MAES, 1992; MIZUNUMA & NAGAI, 1994; PARRY, 1870; PAULSEN, 2010). Los aproximadamente 42 géneros y 232 especies registradas en el continente americano resultarían poco registro, comparado con lo conocido para las regiones orientales (PAULSEN, 2013). Sin embargo, mientras la fauna de la región neártica, presenta grupos compartidos con la región paleártica y oriental (*Aesalus*, *Ceruchus*, *Dorcus*, *Lucanus*, *Nicagus*, *Sinodendron*) (DIDIER & SEGUY, 1952; KRAJCIK, 2001; MIZUNUMA & NAGAI, 1994; MAES, 1992; PAULSEN, 2013), en cambio, Centro y Suramérica exhiben una composición muy particular, con linajes geográficamente localizados, distintivos, muy poco compartidos con otras regiones biogeográficas (BARTOLOZZI *et al.*, 1991; BLACKWELDER, 1944; BOUCHER, 1992; GROSSI & BARTOLOZZI, 2011; GROSSI & PAULSEN, 2009; JIMÉNEZ-ASUA *et al.*, 1963; LACROIX & BARTOLOZZI, 1989; LUEDERWALDT, 1935; MARTÍNEZ & REYES-CASTILLO, 1985).

La precaria condición museológica y escasos registros en colecciones torna muy riesgoso plantear un registro preciso sobre los ciervos volantes para la compleja geografía colombiana (COSTA, 2000; PARDO-LOCARNO, 1997) razón por la cual, tentativamente, con base en la revisión de literatura se proponen, aproximadamente 22 especies y seis géneros (BLACKWELDER, 1944; DIDIER & SEGUY 1952, 1953; PARDO-LOCARNO, 1997; RÍOS & SALAZAR, 2005); no obstante, esta cifra ubica al país entre los cinco o seis más biodiversos de Suramérica (PAULSEN, 2013).

La tribu Chiasognathini (*sensu* SMITH, 2006) es uno de esos grupos típicamente sudamericanos, aunque con algún linaje australiano (MOORE & MONTEITH, 2004), su mayor diversidad se distribuye en los Andes suramericanos, desde Chile y Argentina hasta Venezuela (DIDIER & SEGUY, 1952; CHALUMEAU & BROCHIER, 2007), dado lo anterior, podría considerarse como un linaje eminentemente tropandino, de selvas frías por encima de los 2.500 msnm, razón por la cual su distribución exhibe un patrón insular muy complejo, poco conocido y que se ve agravado por la falta de museología y la acelerada destrucción de dichos hábitats (CUATRECASAS, 1958; HERNÁNDEZ-CAMACHO *et al.*, 1992; RANGEL-C. *et al.*, 2003).

En este grupo sobresale el género *Sphaenognathus* Buquet como el más diverso, con 28 especies (PAULSEN, 2013); así mismo, es el género más diverso de la familia en

Colombia con aproximadamente 12 especies como sigue: *S. armatus* Parry, *S. albofuscus* Blanchard, *S. bellicosus* Boileau, *S. bordoni* Chalumeau & Brochier, *S. feisthamelii* Guerin, *S. mandibularis* Boileau, *S. metallescens* De Lisle, *S. prionoides* Buquet, *S. lindeni* Murray, *S. nobilis* Parry, *S. pubescens* Waterhouse, *S. signatus* Parry (= *S. hemiphaneustus* De Lisle), *S. spinifer* Boileau, algunas de ellas compartidas con Ecuador, Perú y Venezuela (CHALUMAEU & BROCHIER, 2007; PARDO-LOCARNO, 1997; PAULSEN, 2013; SALAZAR *et al.* 2010).

Sin embargo, son muchos los vacíos existentes en el conocimiento de la distribución y aún más en la biología y ecología de este singular grupo de escarabajos altoandinos (HOWDEN & CAMPBELL, 1974; PARDO-LOCARNO, 1997B; PARDO-LOCARNO & RUBIANO, 1995; RÍOS & SALAZAR, 2005). A la precaria disponibilidad museológica nacional debe sumarse la exigua financiación de nuevas investigaciones nacionales, lo cual surge como un obstáculo para el conocimiento y conservación de estos escarabajos, algunos de los cuales son endémicos (COSTA, 2000; PARDO-LOCARNO, 1997A; RÍOS & SALAZAR, 2005; SALAZAR *et al.*, 2010); en consecuencia, la mayor fuente de información siguen siendo los museos antiguos, cuyos ejemplares presentan datos ambiguos, incluso de la época colonial (CHALUMEAU & BROCHIER, 2007; DIDIER & SEGUY, 1952; 1953).

Dado lo anterior, esta investigación se propuso investigar aspectos sistemático y zoogeográficos de dos especies del género *Sphaenognathus* en Colombia, específicamente redescríbir y registrar por primera vez para Colombia a *Sphaenognathus rotundatus* Lacroix 1987 y, en segundo término, aportar datos para conocer la distribución geográfica de *Sphaenognathus prionoides* (Buquet 1838).

METODOLOGÍA

Los ejemplares de estudio fueron recolectados durante la fase de campo (2010-2012) del Proyecto de Caracterización de la Entomofauna de las áreas de influencia del proyecto minero de AUX-Colombia, los cuales incluyen selvas altoandinas y ecosistemas de páramo asociados al Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, en jurisdicción del municipio de California, Santander y otros ejemplares capturados durante los muestreos de la tesis doctoral del segundo autor titulada: “Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) asociados a un robleal del Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, Santander, Colombia”.

Los sitios de muestreo se ubicaron en la cuenca alta del río Suratá, jurisdicción del municipio de California, Santander (Fig. 1 y 4), en relictos de robleales de la vereda La Baja (7°22'26"N.; 72°54'06"O.) y zonas de páramo en la vereda Angosturas (7°23'36"N.; 72°52'38"O.), en altitudes entre 2.800 y 3.900 msnm (GUALDRÓN *et al.*, 2012). Los relictos de robleales son ecosistemas reconocidos como selva andina

(CUATRECASAS, 1958) o bosque húmedo montano bajo-bhMB (HOLDRIDGE, 1979), en parte representado por su simplificación ecológica a robledales *Quercus humboldtii* (GUALDRÓN *et al.*, 2012). Se trata de una región fría, cuya temperatura varía entre los 12 y 18°C y moderadamente húmeda, que solo alcanza 1000-1200 mm de precipitación media anual, agrupadas en dos épocas lluviosas, abril-mayo y septiembre-noviembre, siendo este último el más intenso (GUALDRÓN *et al.*, 2012).



Figura 1. A. Hábitat de *S. prionoides* Buquet en la selva altoandina de Santurbán. **B.** Sitio de recolecta de *S. rotundatus* Lacroix en el Páramo de Santurbán, California, Santander (fotos: Alfonso Villalobos).

Estudio de datos y comparaciones taxonómicas fueron realizados con base en ejemplares de la colección Familia Pardo-Locarno-CFPL-COL, la cual dispone de ejemplares identificados por B. Brochier y F. Chalumeau, durante las acciones de colaboración a su proyecto “Les Chiasognathines (*Lucanidae*) des Andes”, una parte por tomas fotográficas y otra por remisión de ejemplares para estudio al natural y algunos ejemplares identificados y donados por el colega Luca Bartolozzi (Museo Zoológico La Specola, Firenze, Italia). Datos y registros geográficos fueron consultados en: BARTOLOZZI *et al.*, 1993; BLACKWELDER, 1944; CHALUMEAU & BROCHIER, 2007; DE LISLE, 1967, 1970, 1973, 1975; LACROIX, 1982, 1987; PARDO-LOCARNO, 1997b y PAULSEN, 2013.

Los muestreos se realizaron activamente, recolectando material encontrado sobre el suelo del bosque y de las zonas de páramo; adicionalmente, se capturaron ejemplares que llegaban a redes de niebla instaladas para el muestreo de aves de la zona (GUALDRÓN *et al.*, 2012)

RESULTADOS

A través de los muestreos realizados en los relictos forestales y en el Páramo de Santurbán, California, Santander, usando el material de comparación de la colección Familia Pardo-Locarno-CFPL-COL y estudiando las diagnósis obtenidas en la literatura, se logró identificar 35 ejemplares de dos especies, aparentemente nuevas o poco conocidas de escarabajos (Lucanidae: Chiasognathini) del género *Sphaenognathus*, una de ellas, inicialmente una nueva especie, presentó gran coincidencia con la especie venezolana *S. rotundatus* Lacroix 1987, conocida de la Cordillera de Mérida en Venezuela y así fue determinada. La otra, aparentemente, otra nueva especie, singular por la talla y similitud fenotípica de la serie recolectada, luego de muchos análisis, terminó ubicada en el patrón de la variabilidad fenotípica de una especie previamente conocida y se identificó como *S. prionoides* (Buquet, 1838).

Sphaenognathus rotundatus Lacroix, 1987, Sciences Nat 56: 12-13
(Fig. 2A y 2B)

Redescrípción

MACHO. Ejemplares de tamaño pequeño, aspecto muy convexo, pardo oscuro, con poco lustre o reflejos metálicos (Figs. 2A y 2B). Longitud total incluidas las mandíbulas va desde 25 a 30 mm. Anchura del cuerpo a nivel de los húmeros va desde 11 a 12 mm. La longitud total de la cabeza incluida la mandíbula va de 5 a 7 mm. La anchura total de la cabeza va de 5 a 5,5 mm. La longitud total de los élitros va de 16 a 17,5 mm.

Dorso pardorrojizo, oscuro, fuertemente convexo de aspecto robusto. Cabeza fuertemente transversa, aproximadamente tres veces más ancha que larga. Irregularmente punturada. Ángulos anteriores de la cabeza obtusos, lados del *canthus* ocular paralelos, ojos prominentes, separados entre sí por aproximadamente cuatro diámetros (cada ojo mide aproximadamente 1 mm). Borde anterior de la cabeza con dos tubérculos redondeados justo en la línea de la base de las mandíbulas más o menos unidos entre sí por una carina transversa y regularmente conformada. Posteriormente, se encuentran las dos fosetas frontales ubicadas entre los tubérculos y los ojos, dichas fosetas presentan punturas pequeñas y más grandes en una superficie rugosa. Las punturas de la cabeza se hacen más gruesas en el disco frontal, observándose algunas

completas y otras coalescentes. El disco se observa más o menos convexo y rodeado desde allí y hacia atrás por una densa cubierta de setas amarillas que se proyectan hacia los lados y también rodea la región ocular externa.

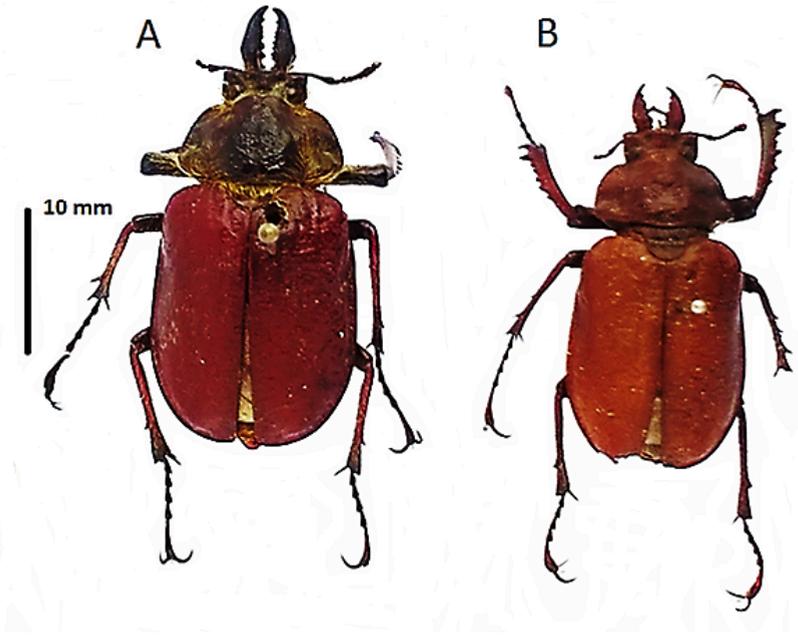


Figura. 2. Machos de *S. rotundatus* Lacroix. A: macho de mayor porte, B: macho de menor porte.

La región cefálica posterior presenta una foseta transversa, la cual evidencia un lustre metálico, iridiscente. Las mandíbulas presentan una conformación muy variable. Son más gruesas en la región media, se adelgazan y curvan ligeramente en el tercio apical. Las carinas dorsales presentan, en los varios machos observados, un inicio variable, que va desde la base de la mandíbula o casi a partir del primer tercio. La carina de la mandíbula derecha se observa mejor definida en todos los casos, aunque en un ejemplar se observa interrumpida en la parte media. La carina superior de la mandíbula izquierda presenta un trazado irregular, con frecuencia inicia en la parte basal, desaparece y se vuelve a pronunciar en la región media o distal. La carina inferior está conformada por 5 a 6 dientes irregularmente trazados, algunos con ápice truncado y otros con ápice redondeado. Entre las dos carinas, el borde interno de la mandíbula se observa densamente punturado y rugoso. Las punturas son circulares, ovaladas o coalescentes. Antenas con el escapo de igual longitud a los 9 segmentos restantes. Masa antenal conformada por los 4-5 artejos.

Protorax fuertemente convexo, con el disco intensa e irregularmente punturado, rugoso, casi glabro. El perímetro del escudo pronotal, cerca de los ángulos posteriores,

presenta un punturado denso, continuo, cubierto de una pubescencia amarilla, setas largas que rodean el disco y cubren el borde posterior. A cada lado del escudo pronotal se observa una profunda foseta, micropunturada con un leve tono azul iridiscente. Escutelo circular, algo lustroso, punturado con pubescencia amarilla. Élitros chagrinado y rugoso, esta última condición se observa más intensa en el disco elitral y parte posterior. La sutura elitral es de un color ligeramente oscuro. En general, se observa poca pubescencia amarilla cerca de la epipleura.

Patas anteriores robustas con la tibia apicalmente espatulada y dos dientes en el borde externo apical, el del extremo aguzado y el contiguo, un poco separado y obtuso o triangular. Los tarsos son casi de la misma longitud que la tibia. Patas pubescentes, con punturado denso e irregular y un ligero lustre azul verdoso. El fémur densamente setoso, setas amarillas. Meso y metatibias con una gran espuela, en el cuarto distal. La espuela metatibial un poco más pequeña. El abdomen es de apariencia lustrosa y está cubierto por los élitros.

Material examinado. Siete machos recolectados en el Páramo de Santurbán, California, Santander. 3700 msnm. Marzo de 2010. (Alfonso Villalobos Moreno *leg*). Rótulo de identificación: *Sphaenognathus rotundatus* Lacroix, 1987/L.C. Pardo-Locarno Det. Depositados en la Colección Familia Pardo-Locarno CFPL-COL. Todos los ejemplares estaban muertos al momento de ser recolectados, dos se encontraban completos y en mejor estado de conservación (Fig. 2A).

Hembras. De cuerpo robusto, pardo verdoso oscuro, apariencia redondeada, poco lustrosas y con pocos lustres metálicos. Longitud total entre 28 a 35 mm. Anchura del cuerpo a nivel de los húmeros: 14 a 15 mm. Longitud de la cabeza incluida la mandíbula: 5 a 5,5 mm. Longitud de los élitros: 19 a 20 mm. Presentan el cuerpo muy convexo, algo redondeado, lo que les da un aspecto rechoncho.

Dorso unicolor, pardo oscuro, con algunos reflejos verdosos, o bronceado iridiscente en el borde del protorax. La cabeza tres veces más ancha que larga, 6 a 7 mm de ancho con un diseño parecido al del macho, ángulos anteriores varían desde obtusos a casi anguloso-redondeados, pero no aguzados, lados del canthus paralelos, dorso cefálico fuertemente punturado, rugoso y con pubescencia fina, color amarillo. Las mandíbulas son cortas y más anchas en la región central. Presentan un tubérculo de pequeño tamaño o carina redondeada en la base, separada de las dos carinas dorsales. La carina superior inicia, irregularmente, en el tercio basal y se proyecta de manera curvada hasta el ápice. La carina interna se proyecta dorsalmente casi hasta los dos tercios de la mandíbula. Carina inferior conformada por tres o cuatro molares irregulares, los cuales presentan el ápice redondeado o truncado. La antena relativamente corta, robusta, con el escapo lustroso de igual longitud que los 9 segmentos restantes. Masa antenal conformada por los 5 últimos artejos que se ensanchan y dan un aspecto esponjoso.

Tercer segmento antenal más largo que el segundo o que el cuarto.

Pronoto con el disco fuertemente rugoso, punturado, punturas irregulares con una línea central de setas que llega hasta el disco. Escudo pronotal lateralmente con fosetas amplias, punturadas cubiertas con setas amarillas y lustre verdoso. Élitros chagrinados, muy rugosos, sobre todo en la región central, de corte muy convexo.

Patas anteriores muy robustas con el tercio distal de la tibia ensanchado y cinco espinas aplanadas en el borde externo, siendo las dos distales las más grandes y separadas. La apical un poco más proyectada y curvada, la preapical más corta y triangular. Tarsos subiguales a la longitud de la tibia. Mesotibias con dos espuelas laterales en la región central y metatibias con una o dos espuelas más pequeñas en la mitad o tercio distal. Región ventral lustrosa, bronceado verdosa y con una cubierta de setas amarillas.

Material examinado. Seis hembras recolectadas en el Páramo de Santurban, California, Santander. 3700 msnm. Marzo de 2010 (Alfonso Villalobos Moreno *leg.*). Rótulo de identificación *Sphaenognathus rotundatus* Lacroix, 1987/L.C. Pardo-Locarno Det. Depositados en la Colección Familia Pardo-Locarno-CFPL-COL.

Los ejemplares estaban muertos al momento de ser recolectados y se encontraban en regular estado de conservación (Fig. 1B); fueron encontrados en un área específica que no sobrepasa los 2.000 metros cuadrados, ubicada en la parte más alta de la montaña donde se define el límite entre Santander y Norte de Santander (Fig. 2A) y no se encontró más material en los alrededores.

Discusión. A pesar de encontrarse en regulares condiciones de conservación, los caracteres morfológicos observados permitieron estudiar y redescubrir a esta especie, considerada por algunos autores como una “especie enigmática” (CHALUMEAU & BROCHIER, 2007), pero que ha sido mantenida por estos y otros autores como un registro válido (PAULSEN, 2013). En la propuesta taxonómica de CHALUMEAU & BROCHIER (2007), esta especie coincide con lo descrito para el grupo ‘Lindenii’ el cual presenta entre otras, mandíbulas cortas, robustas, subcilíndricas, con dos carinas, levemente trazadas, dorso unicolor, pardo rojizo, con trazos iridiscentes, pubescencia solo dorsal, setas amarillo-naranjas, élitros relucientes, glabros, margen interno de la protibia inerte y las meso y metatibias casi derechas.

S. rotundatus es muy cercana a *S. taschenbergi* Parry, 1874; ambas especies han sido registradas en hábitats paramunos de Venezuela, pero la primera presenta una apariencia menos convexa, con una conformación cefálica y mandibular diferente; *S. rotundatus* presenta un hábitat muy similar en Colombia (Fig. 1B), aunque su distribución sigue siendo un tema oscuro, pues la serie tipo fue recolectada en la Cordillera de Mérida, pero su distribución fue ampliada a Colombia, con un macho de la Colección H.

Boomans, cuyo origen simplemente dice 'Colombia' (CHALUMEAU & BROCHIER, 1995, p. 24).

La falta de certeza taxonómica sobre *S. rotundatus* y algunas particularidades del material, en especial la variabilidad mandibular de machos y de las hembras, dejan en evidencia caracteres diagnósticos importantes para proponer una nueva especie (CHALUMEAU & BROCHIER, 1995); sin embargo, a reserva de nuevos hallazgos o avances en el tema, examinando las particularidades, la variabilidad de los ejemplares y a la luz de la diagnosis original de LACROIX (1987, pp. 12-13), se decidió asumirla como *S. rotundatus*. La lista de coincidencias incluye, en lo general, tamaño, forma y color de los materiales, pues son pequeños y robustos; en cuanto a los machos en lo referente a morfología cefálica y mandibular, puntuación y pubescencia del dorso cefálico, también por la forma y caracteres del protórax, élitros, abdomen y patas; así mismo, se observaron coincidencias en las hembras, que solo discrepan, en parte, en la conformación mandibular y los ángulos anteriores de la cabeza, lo cual discutiremos a continuación.

Como se anotó, en los machos las carinas dorsales evidenciaron variabilidad en cuanto al inicio de la misma, que va desde la base de la mandíbula a casi el primer tercio, con interrupciones en la parte media y la presencia en dos casos de un pequeño tubérculo basal, lo cual deja de lado el carácter inerme de la misma. La carina superior de la mandíbula izquierda se observó más irregular, en algunos casos inició en la parte basal, se atenuó totalmente en la mitad y reapareció en la mitad distal. La variabilidad observada en parte abarca lo manifestado por CHALUMEAU & BROCHIER (1995) respecto al ejemplar colombiano de la colección H. Boomans, lo que reafirma una gran variabilidad fenotípica, que no extrañaría fuera parte de la morfología de la especie. La particular carina inferior conformada por 5 a 6 dientes irregularmente trazados, algunos con el ápice truncado y otros con el ápice redondeado, coincide totalmente con la descripción y con la foto. Sin embargo, en las mandíbulas de las hembras se observaron peculiaridades, las cuales discrepan con lo expresado por LACROIX (1987), ya que estas presentan en la base un pequeño tubérculo o carina redondeada, desarticulado de la carina superior, la cual inicia en el tercio basal y se proyecta curvada hasta el ápice; la región entre la carina superior e inferior presenta otro tipo de filo o carina trazada irregularmente, hasta cerca del tercio basal. Evidentemente, el material exhibe una variabilidad en estos caracteres. La carina inferior con tres o cuatro molares irregulares, los cuales presentan el ápice redondeado o truncado coincidió totalmente con la diagnosis del autor. El ángulo anterior de la cabeza varió desde un trazado anguloso en algunos ejemplares, hasta anguloso redondeado en otros, pero no se proyectó como lo dice la diagnosis de LACROIX (1987). Sumadas a las cortas descripciones del autor, las inquietudes planteadas por CHALUMEAU & BROCHIER (1995), con lo aquí expresado, podría inferirse que se trata de una especie con una interesante variabilidad fenotípica, atributo que se expresa a reserva de nuevos avances o hallazgos con la especie. Atendiendo las distribuciones planteadas

por los autores (CHALUMEAU & BROCHIER, 2007; LACROIX, 1987) lo aquí expuesto la presencia de *S. rotundatus* plantearía un **nuevo registro** de la familia Lucanidae para Colombia y un **nuevo registro** para el departamento de Santander.

Sphaenognathus prionoides Buquet, 1838 Rev. Zool. P. 104.
(Figura 3)

Conocida solo para Colombia (“Nouvelle-Grenade en Colombia”), esta especie fue designada como el tipo del género (CHALUMEAU & BROCHIER, 1998). Fue descrita muy brevemente por Lucien Buquet en 1838, momento en el cual, por razones de previa ocupación, le tuvo que asignar y describir en similares términos el nuevo nombre del género: *Sphaenognathus*.

La sinonimia según CHALUMEAU & BROCHIER (1995) incluye: *S. spinosus* Boileau, nom nud, *S. bispinosus* Boileau nom nud (según DIDIER, 1937, mencionado por CHALUMEAU & BROCHIER, 1995), *S. dentifer* Lacroix, 1972; *S. bidentatus* Adam, 1968 y por último a *S. pristis* De Lisle, 1970. Esta última merece especial atención pues, de aceptarse esta dudosa sinonimia, se ampliaría la distribución de la especie hasta Cumbase, Perú.

Los ejemplares estudiados (Fig. 3) se ajustan bastante a las características descritas para el grupo ‘Prionoides’ de CHALUMEAU & BROCHIER (2007), quienes dispusieron de una serie grande de ejemplares antiguos de museos europeos (481♂♂ y 70♀♀); en tal sentido se pudo constatar la siguiente morfología: ejemplares machos de aspecto unicolor, pardo rojizo, poco lustroso, con mandíbulas proporcionalmente cortas, con tres carinas; tamaño pequeño a mediano (27-42 mm), por lo que no se observa alometría. Meso y meta tibias color naranja, mandíbulas fuertes, rectas, subparalelas, carina superior originada en la base, fuertemente curvada al final, lado interno de la mandíbula en corte oblicuo, presenta un pequeño tubérculo subapical, que puede estar en el lado derecho, izquierdo, en ambas mandíbulas o estar ausente. Carina interna (inferior) rústicamente dentada, sobre todo en el quinto apical (CHALUMEAU & BROCHIER, 2007).

El estudio del material depositado en la CFPL-COL, adiciona los siguientes datos: 1♂ Duitama, Boyacá, en el suelo, nov 10 de 1989 (E. Dávila *leg*) (F. Chalumeau y B. Brochier, Det “109”); 1♂ Duitama, Boyacá, 1977; 1♂ Santa Rosa, Boyacá, 2800 m, en el suelo, Mayo de 1941; (M. Upegui *leg*); 1♂ Alto Turmequé, Boyacá, Marzo de 1976; 1♂ Mongua, Boyacá, Nov 30 de 1990 (S. Garcés *leg*). Cómbita, Boyacá, septiembre de 1988 (V. García C. Peña *leg*). Ninguno de los ejemplares correspondió a fechas recientes.

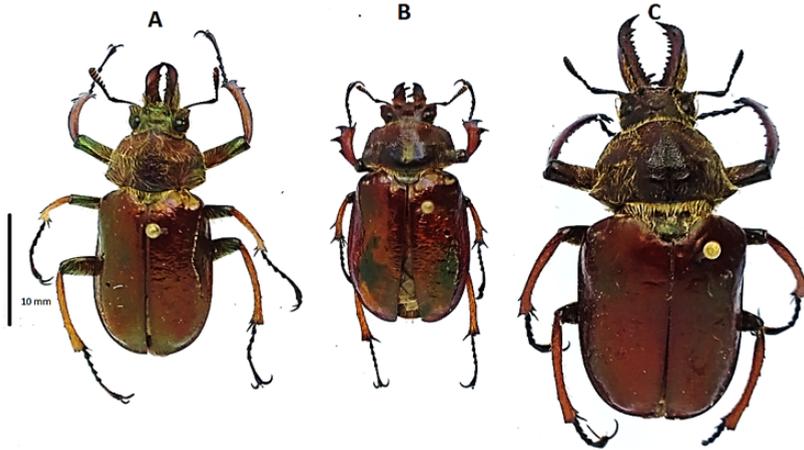


Figura 3. Adultos de *S. prionoides* Buquet; A: macho y B: hembra recolectados en Santurbán. C: macho de Boyacá (CFPL-COL).

El material recolectado en Santander presentó los siguientes datos: *Sphaenognathus prionoides* Buquet/L. C. Pardo-Locarno Det, 15 ♂♂ Páramo de Santurbán, California, Santander, Suelo, 2800 msnm, Mayo de 2012 (Alfonso Villalobos-Moreno leg). Longitud total entre 25-33 mm y la anchura corporal varió de 11-14 mm; *S. prionoides* Buquet/L. C. Pardo-Locarno Det, 3 ♀♀, Páramo de Santurbán, California, Santander, Suelo, 2800 msnm, Mayo de 2012, (Alfonso Villalobos-Moreno leg). Longitud total varió desde 24-29 mm, mientras que la anchura corporal varió de 11 a 14 mm.

Discusión. Los ejemplares estudiados se ajustaron a la diagnosis antes mencionada, pero con una talla que, a la luz de los rangos planteados por CHALUMEAU & BROCHIER (2007), 27 a 42 mm, los convierte en la población con la talla más reducida, hasta ahora conocida para la especie. Una situación que, a reserva de nuevas recolectas y confirmaciones, por ahora nos permite inferir, una adaptación fenotípica a las intensificadas condiciones biofísicas de un hábitat paramuno intervenido, en especial suelos degradados y otras condiciones ambientales derivadas presumiblemente de la minería y la tala del recurso arbóreo.

En cuanto a la distribución, las localidades mencionadas por CHALUMEAU & BROCHIER (2007): “Cundinamarca: Bogotá; Boyacá: Muzo (?), Pte. Boyacá; Tolima: Mts Tolima (?), Fusapa (?), Taragasuga (?), algunas con serias dudas y vacíos, dejaría ubicada a la especie, con más seguridad, entre Cundinamarca y Boyacá (se deja aquí por confirmar la presencia en Tolima y las otras dos localidades no constatadas todavía en el atlas geográfico colombiano (IGAC, 2003)); por lo cual, la localidad mencionada para Santander, se convierte en un **nuevo registro** que amplía la distribución norandina

de la especie desde Cundinamarca y Boyacá hasta Santander. Además, se confirma un registro altitudinal en torno a los 2800 msnm, lo que presumiblemente plantearía un área de distribución histórica muy grande, tanto en el altiplano cundiboyacense como en su continuidad en Santander. La poca disponibilidad de ejemplares recientes podría estar relacionada con la declinación poblacional de la especie en las actuales condiciones de los Andes del norte.

CONCLUSIONES

Aunque informes recientes apuntan a poblaciones presumiblemente saludables de algunas especies de ciervos volantes del género *Sphaenognathus*, observadas en enclaves andinos (PARDO-LOCARNO & RUBIANO, 1995; RÍOS & SALAZAR, 2005; SALAZAR *et al.*, 2010), por ejemplo *S. feisthamelii* Guerin y *S. signatus* Parry, el panorama en torno a otras especies permanece incierto y ese podría ser el caso tanto de *S. prionoides* como de *S. rotundatus*.

En el caso de *S. prionoides*, los datos examinados permiten inferir un área histórica de distribución más extensa, en una amplia franja entre los 2700 y 2900 msnm desde el altiplano cundiboyacense hasta los santanderes, razón por la cual, en el pasado sus ejemplares fueron tan abundantes en las colecciones antiguas de museos europeos; sin embargo, el deterioro de la selva andina, los daños ecosistémicos propiciados por la agricultura convencional, rica en agroquímicos, entre otros, posiblemente afectó negativamente las poblaciones de esta especie hasta convertirla en una población fragmentaria y distribuida en enclaves altoandinos como el páramo de Santurban, que aún presentan áreas forestales, particularmente robleales maduros cuyas condiciones ecológicas son importantes en los ciclos de vida de este grupo de escarabajos (BARTOLOZZI & BOMANS, 1993).

El segundo caso es más complejo, ya que se trata de una especie aún más insular, recolectada a mayor altitud, en un hábitat muy agreste (Figura 1B, muy similar al planteado para *S. taschenbergi* Parry en Venezuela), afectado por proyectos mineros desde hace décadas, por lo que su condición biológica con los datos que se tienen hoy resulta bastante crítica.

En general, los datos bibliográficos y registros en colecciones biológicas nacionales, plantean un profundo desconocimiento de la biología y distribución de los Chiasognathini colombianos, lo que sumado a las particulares condiciones de los hábitats selváticos altoandinos, que conforman un archipiélago biológico, en gran parte afectado por acelerados e intensos procesos de deterioro ecosistémico (HERNÁNDEZ-CAMACHO & SÁNCHEZ, 1992; HERNÁNDEZ-CAMACHO *et al.*, 1992; MURILLO, 1951) plantean un verdadero desafío en cuanto a la posibilidad de construir el mapa de distribución de muchas de las especies colombianas de Chiasognathini.

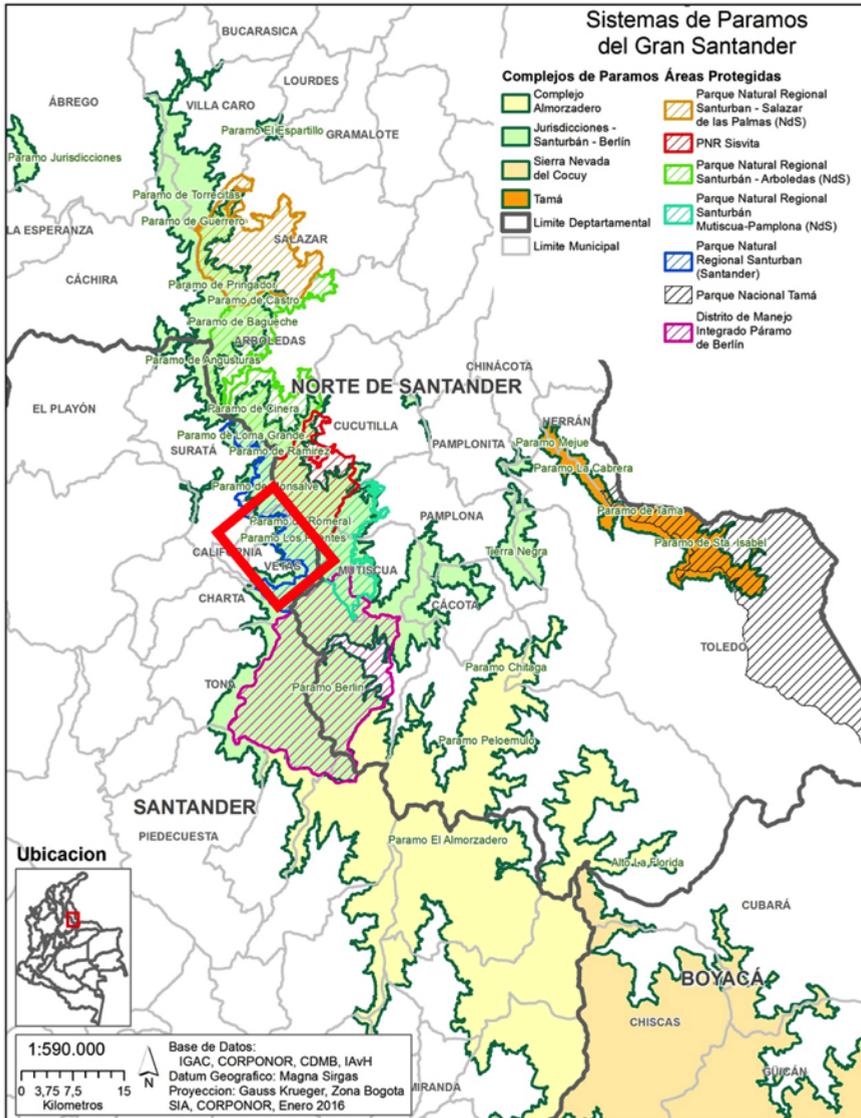


Figura 4. En el recuadro rojo se aprecia la ubicación de la zona de muestreo. Mapa obtenido de: Grupo Áreas Protegidas CORPONOR - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21520661>

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy especialmente al profesor Adolfo León Varela de la UPTC en Tunja por la donación de ejemplares antiguos de su colección didáctica; apoyo en campo y datos fueron aportados por Marlon Rubiano, Pedro Édgar Galeano, Julián Salazar y Harold Delgado; algunos ejemplares fueron donados por Francisco Yepes, Gonzalo Abril y Jhon Albeiro Quiroz (UNAL-Medellín), Antonio Orozco (Universidad del Magdalena) y Jesús Urbina. Los datos de colecciones nacionales fueron tomados gracias al apoyo de Aristóbulo López-Ávila (CTN), Fernando Fernández (ICN-UNAL) y Germán Amat (PUJ). Así mismo, se agradece a Jean Maes, Luca Bartolozzi, H. Boomans, Pedro Reyes y a William Chamorro el ofrecimiento de valioso material bibliográfico. El segundo autor agradece a Julio E. Mantilla y Alicia Rojas por facilitar el trabajo en la colección de la CDMB, a William Pérez y Juan Agustín Gualdrón, por apoyar este proceso, a Inés Johanna Gómez y Walfran Suárez por la colaboración y acompañamiento en las jornadas de campo y a COLCIENCIAS por su gran apoyo.

REFERENCIAS

- BARTOLOZZI, L.; BOMANS, H.E. & ONORE, G., 1991.- Contribution to the knowledge of the Lucanidae of Ecuador (Insecta, Coleoptera). *Frustula entomologica* (n.s.), 14 (27): 143-246.
- BARTOLOZZI, L. & BOMANS, H.E., 1993.- Observations on the biology and behaviour of *Sphaenognathus oberon* Kriesche (Coleoptera: Lucanidae). *The Coleopterists Bulletin*, 47 (2): 126-128.
- BARTOLOZZI, L.; ONORE, G. & BOMANS, H.E., 1993.- Descrizione delle femmine di *Sphaenognathus metallescens* De Lisle e di *Sphaenognathus subtilis* Lacroix (Coleoptera, Lucanidae). *Frustula entomologica* (n.s.), 16 (29): 165-173.
- BENESH, B., 1960.- *Coleopterorum Catalogus Supplementa, Pars 8: Lucanidea* (sic). W. Junk, Berlin, 178 pp.
- BLACKWELDER, R.E., 1944.- Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America the West Indies and South America. Part 2. *Bulletin of the United States National Museum*, 185: 189-265.
- BOILEAU, M.H., 1899.- Note sur quelques Lucanides nouveaux ou peu connus de l'Amerique du Sud. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 48: 296-300.
- BOILEAU, M.H., 1904.- Description de Coleopteres nouveaux. *Le Naturaliste*, 26: 277-285.
- BOILEAU, M.H., 1911.- Description de quelques espèces nouvelles des Lucanides appartenant aux collections du British Museum. *Transactions of the Entomological Society of London*, 2: 426-451. Pl XXIII, XXIV.
- BOUCHER, S., 1992.- Deux nouvelles espèces boliviennes des genres *Benesbhius* Weinreich et *Pilodon* Perty (Coleoptera, Lucanidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 97 (5): 419-424.
- CHALUMEAU, F. & BROCHIER, B., 1995.- Les Chiasognathinae: Genres, sous-genres et synonymies (Coleoptera: Lucanidae) *Bulletin de la Société Sciences Nat*, 83: 18-24, +14 fig.
- CHALUMEAU, F. & BROCHIER, B., 2007.- *Les Chiasognathinae des Andes*. Taita Publishers, Hradec Králové, 324 p.
- COSTA, C., 2000.- Estado de conocimiento de los Coleóptera Neotropicales: 99-114. (en) *PriBES 2000 Inventario y estimación de la biodiversidad en Iberoamérica*. SEA. CYTED, ICN Instituto Von Humboldt.
- CUATRECASAS, J., 1958.- Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 10(40): 221-268.
- DIDIER, D.R & SÉGUY, E., 1952.- *Catalogue illustré des Lucanides du globe*. Encyclopédie Entomologique. Paul Lechevalier Éditeur. Paris. ATLAS 112 p.
- DIDIER, D.R & SÉGUY, E., 1953.- *Catalogue illustré des Lucanides du globe*. Encyclopédie Entomologique. Paul Lechevalier Éditeur. Paris. TEXTE. 207 p.
- DE LISLE, M.O., 1967.- Note sur quelques Coleoptera Lucanidae nouveaux ou peu connus. *Revue Suisse de Zoologie*, 74 (10): 521-544.
- DE LISLE, M.O., 1970.- Deuxième note sur quelques Coleoptera Lucanidae nouveaux ou peu connus. *Revue Suisse de Zoologie*, 77(6): 91-117.
- DE LISLE, M.O., 1974.- Troisième note sur quelques Coleoptera Lucanidae nouveaux ou peu connus. *Revue Suisse de Zoologie*, 80 (4): 785-804.
- DE LISLE, M.O., 1975.- Note sur la position systématique de quelques Coleoptera Lucanidae, avec la description de cinq espèces nouvelles. *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 3: 261-274.
- GEMMINGER, M. & HAROLD, B., 1868.- *Catalogus Coleopterorum Lucanidae hucusque descriptorum Synonymicus et Systematicus. Monachii*, 76:941-968.
- GUALDRÓN R., J.A.; VILLALOBOS-MORENO, A.; ROJAS, A.; CEPEDA OLAVE, N.; DÍAZ, J.J.; QUINTERO, S.L. & PRADA-DURÁN, R., 2012.- *Caracterización de los componentes de biodiversidad en áreas de influencia directa e indirecta del túnel de exploración dos de AUX Colombia en California, Santander*. Informe técnico. Corporación CTAS, Bucaramanga, Colombia, 2012.

- GROSSI, P.C & BARTOLOZZI, L., 2011.- Description of a New Genus and Species of Stag Beetle (Coleoptera: Lucanidae: Lucaninae) from the Peruvian Andes. *The Coleopterists Bulletin*, 65(4): 387-392.
- GROSSI, P.C & PAULSEN, M.J., 2009.- Generic limits in South American stag beetles: taxa currently misplaced in *Sclerostomus* Burmeister (Coleoptera: Lucanidae: Lucaninae: Sclerostomini). *Zootaxa*, 2139: 23-42.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. & SÁNCHEZ-PÁEZ, H., 1992.- Biomas terrestres de Colombia: 153-173 (en) HALFFTER, G. (compilador). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Instituto de Ecología. A. C. Xalapa, México.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.; HURTADO-GUERRA, A.; ORTIZ-QUIJANO, R. & WALSCHBURGER, T., 1992.- Unidades biogeográficas de Colombia:105-151 (en) HALFFTER, G. (compilador). *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- HOLDRIDGE, L.R., 1979.- *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica. 216 p.
- HOWDEN H.F & CAMPBELL J.M., 1974.- Observations on some Scarabaeoidea in the Colombia Sierra Nevada de Santa Marta. *The Coleopterist Bulletin*, 28(3): 109-114.
- HOWDEN, H.F & LAWRENCE, J.F., 1974.- The new world Aesalinae, with notes on the North American lucanid subfamilies (Coleoptera, Lucanidae). *Canadian Journal of Zoology*, 52 (12): 1505-1510.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2003.- *Atlas de Colombia*. Quinta Edición. Imprenta Nacional. Bogotá. 342 p.
- JIMÉNEZ-ASUA, L. & MARTÍNEZ, A., 1963.- Notas sobre Lucanidae sudamericanos (Ins., Coleoptera). *CIENCIA: Revista Hispanoamericana de ciencias puras y aplicadas*, 22 (3): 45-48.
- KRAJCIK, M., 2001.- *Lucanidae of the World*. Catalogue-Part I. Milan Krajcik, Most, Czech Republic. 108 p.
- LACROIX, J.P., 1984.- Description de Coleoptera Lucanidae nouveaux ou peu connus. *Bulletin de la Société Sciences Nat. Compiègne*, 40 : 5-19.
- LACROIX, J.P., 1987.-Description de *Sphaenognathus* (Col: Lucanidae) nouveaux de la faune Sud-américaine. *Bulletin de la Société Sciences Nat. Compiègne*, 56:11-13.
- LACROIX, J.P., 1990.- Description de Coleoptera Lucanidae nouveaux ou peu connus. *Bulletin de la Société Sciences Nat.*, 65. pp: 11-14.
- LACROIX, J.P. & BARTOLOZZI, L., 1989.- *Onorelucanus onorei* spec. nov., a new Lucanid species from Ecuador (Coleoptera). *Opuscula Zoologica flumin.*, 45: 1-5.
- LUEDERWALDT, H., 1935.- *Monographia dos Lucanideos Brasileiros*. Separata da revista do Museu Paulista da Universidade de São Paulo. Tomo 19. Stampa 4. 125 p.
- MAES, J.M., 1992.- Lista de los Lucanidae (Coleoptera) de Mundo. *Revista Nicaragüense de Entomología*, 22A:1-121; 22B: 61-121.
- MARTÍNEZ, A. & REYES-CASTILLO, P., 1985.- Un nuevo Lucanidae neotropical (Coleoptera, Lamellicornia). *Folia Entomologica Mexicana*, 63: 25-29.
- MIZUNUMA, T. & NAGAI, S., 1994.- *The Lucanid Beetles of the World*. Mushi-Sha's Iconographic Series of Insects 1. Editor Hiroshi Fujita. Tokyo 338 p.
- MOORE, B.P & MONTEITH, G.B., 2004.- A second Australian species of the Gondwanan stag beetle genus *Sphaenognathus* Buquet (Coleoptera: Lucanidae). *Memoirs of the Queensland Museum*, 49(2): 693-699.
- MURILLO, L.M., 1951.- Colombia, un Archipiélago Biológico. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*,8(30): 168-220.
- PARDO-LOCARNO, L.C., 1997a.- *Introducción al estudio de los escarabajos de Colombia: Descripción e importancia social*. Memorias. XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Pereira. pp. 75-84.
- PARDO-LOCARNO, L.C., 1997b.- *Escarabajos Lucanidae (Coleoptera: Lucanidae) de Colombia, Generalidades, composición y notas ecológicas*. Memorias. XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Pereira. pp. 105-114.
- PARDO-LOCARNO, L.C & RUBIANO, M., 1995.- Registros y observaciones preliminares de los escarabajos (Coleoptera-Scarabaeoidea) del Páramo de Las Hermosas, Valle Tolima (Colombia). *Revista CESPEDESIA*, 20 (64-65): 87-114.
- PARRY, F.J.S., 1864.- A catalogue of the Lucanoid Coleoptera; with illustration and description of various news and interesting species. *Transactions of the Entomological Society of London*, Vol 2, part I: 1-113.
- PARRY, F.J.S., 1870.- A revised catalogue of the Lucanoid Coleoptera; with remarks on the nomenclature, and description of news species. *Transactions of the Entomological Society of London*, Part I: 53-118.
- PARRY, F.J.S., 1872.- Description of new species of Lucanoid Coleoptera, with remarks on the genus *Cantharolethrus*, and supplementary list. *Transactions of the Entomological Society of London*, Part I: 73-84.
- PAULSEN, M.J., 2013.- Annotated Checklist of the New World Lucanidae. Disponible en: <http://www.museum.unl.edu/research/entomology/> (Último acceso: 2-Sep.-2016).
- RANGEL-CH., J.O.; CLEEF, A.M & SALAMANCA, S., 2003.- The ecuatorial interandean and subandean forest of the Parque Los Nevados Transect, Cordillera Central, Colombia:143-204 (en) VAN DER HAMMEN, T. & DOS SANTOS, A. (eds) *La Cordillera Central Colombiana. Estudios de Ecosistemas Tropandinos*. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- RÍOS-MALAVER, C. & SALAZAR-E., J.A., 2005.- Coleóptera (IV) sobre algunas localidades colombianas para conocer y estudiar a *Cantharolethrus luxerii* *Sphaenognathus hemiphaneustus* & *S. feisthamelii* (Coleoptera: Lucanidae). *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 9: 167-177.
- SALAZAR-E, J.A.; RÍOS-MALAVER, C. & MARTÍNEZ-AGUDELO, J.F., 2010.- Coleoptera (VII) Noticias sobre los Lucánidos colombianos *Sphaenognathus pubescens* (Waterhouse), *S. bordoni* (Brochier & Chalumeau); *S. bellicosus* (Boileau) y *S. nobilis colombiensis* (Moxey) (Coleoptera: Lucanidae). Boletín Científico Museo de Historia Natural, 14 (2): 141-154
- SMITH, A.B.T., 2006.- A review of the family-group names for the superfamily Scarabaeoidea (Coleoptera) with corrections to nomenclature and a current classification. *Coleopterists Society Monograph*, 5: 144-204.
- THOMSON, J., 1862.- Catalogue des Lucanides. *Annales de la Société Entomologique de France*, 2: 392-436.
- VAN ROON, G., 1910.-*Coleopterorum Catalogus, Pars 8 Lucanidae*. W. Junk, Berlín, 70 p.
- WATERHOUSE, C.O., 1873.- Description of a new species of Lucanidae. *Entomologist's Monthly Magazine*, 10: 110-111.
- WESTWOOD, J.O., 1845.- *A catalogue of the Lucanoid coleoptera, in the collection of the Rev. F. W. Hope, M.A., F.R.S. & President of the Entomological Society of London*. J.C. Bridgewater, London, U.K. 31 p.

DIVERSIDAD DE REDUVIIDAE (HEMIPTERA: HETEROPTERA) EN TRES FRAGMENTOS DE BOSQUE TROPICAL (BST) EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA

María Cristina Román-Garrido¹, Katherine Chamorro-Pérez¹ & Neis José Martínez-Hernández^{1,2}

Resumen

Se analizó la variación espacio-temporal de la diversidad de Reduviidae (Hemiptera) en tres fragmentos de BST (Reserva Campesina la Montaña= RCM, La Esmeralda= L.E y Puerto Colombia= P.Col) en el departamento del Atlántico entre noviembre (2012) a junio (2013). En cada fragmento se diseñó un transecto de 600 m de largo, donde se marcaron 10 puntos distanciados 50 m y se realizó la captura de los Reduviidae con red de perturbación de follaje, cernido de hojarasca y recolecta manual. En este mismo transecto, se colocaron cuatro trampas de luz (dos blanca y dos violeta) distanciadas 150 m. Se capturaron 265 individuos distribuidos en 19 géneros y nueve subfamilias, de las cuales la más diversa (7 géneros) fue Harpactorinae, lo que representa el 37% de la riqueza total. El género más abundante fue *Zelurus* Hahn con 143 individuos, el cual presentó una correlación significativa y directa con las precipitaciones y mostró estacionalidad con la llegada de las lluvias en el área de estudio. Por otro lado, la mayor riqueza de Reduviidae se presentó en el fragmento de L.E y RCM con 13 géneros cada uno, mientras que la mayor abundancia (155) se presentó en mayo. La composición de Reduviidae presentó variación espacio-temporal en los fragmentos de BST del departamento del Atlántico, demostrándose que los géneros de esta familia dependen tanto de la disponibilidad de microhábitats, recursos alimenticios y los cambios fenológicos en la vegetación en este tipo de ecosistema.

Palabras clave: Harpactorinae, trampa de luz, variación espacio-temporal, *Zelurus*.

¹ Semillero de Investigación de artrópodos del Caribe colombiano NEOPTERA, Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico.. Barranquilla, Colombia. mcristy16@gmail.com Orcid: 0000-0002-1753-346, Orcid: 0000-0002-2455-9154

² Grupo de Investigación Ecología y Sistemática Neotropical "ECOSIN". Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. neyjosemartinez@gmail.com

CÓMO CITAR:

ROMÁN-GARRIDO, M.C., CHAMORRO-PÉREZ, K. & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N.J., 2016 .- Diversidad de Reduviidae (Hemiptera: Heteroptera) en tres fragmentos de bosque tropical (bst) en el departamento del Atlántico, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 20 (2): 250-272.

DOI : 10.17151/bccm.2016.20.2.19



GENERA OF REDUVIIDAE (HEMIPTERA: HETEROPTERA) IN THREE FRAGMENTS OF TROPICAL DRY FOREST (TDF) IN THE DEPARTMENT OF ATLANTICO, COLOMBIA

Abstract

The variation of diversity of Reduviidae (Hemiptera) in three fragments of Tropical Dry Forest (Reserva Campesina La Montaña= RCM, La Esmeralda= L.E and Puerto Colombia= P.Col) from November 2012 to June 2013 in the department of Atlántico was analyzed. A lineal transect of 600 m was installed in each fragment. Ten points were marked and separated every 50 m. The Reduviidae were collected those points using hitting (agitation of bushes), sifting of leaf litter and manual gathering. Four light traps were also installed (two white and two purple) every 150 meters. Two hundred and sixty-five specimens were captured. They represented 19 genera and 9 subfamilies. The most diverse subfamily was the Harpactorinae with 37% of the total 143. The *Zelurus* Hahn was the most common genera with 143 specimens which was directly related to the rainy season in the area. On the other hand, the L.E and the RCM fragments had the highest population of Reduviidae with 13 genera in each one. The highest population was in May with 155 specimens. The composition of Reduviidae varied during the time and through the space in the DTF fragments in the department of Atlántico which shows that this family depend on micro-habitat availability, food sources and changes in the vegetation in the these ecosystems.

Key words: Harpactorinae, seasonality, light trap, spatial and temporal variation, *Zelurus*.

INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (BST) es un ecosistema de suma importancia, ya que constituye una amplia cobertura, que abarca el 42% de los ecosistemas tropicales en todo el mundo, lo que representa globalmente el segundo tipo de bosque tropical (MILES *et al.*, 2006). Actualmente, los BST aparecen de forma discontinua, en áreas de diferentes tamaños y con diferentes niveles de aislamiento. En Colombia, el 98,5% del BST ha desaparecido en su mayoría y los pocos remanentes que aún se conservan se encuentran dispersos en pequeños parches desconectados entre sí. Se pueden localizar algunos en la zona costera y serranías bajas de la región Caribe colombiana, así como en los valles interandinos y algunos pocos en las islas de San Andrés y Providencia (DÍAZ, 2006).

La presión que se viene presentando sobre los fragmentos de BST los está llevando cada vez más a la reducción, debido a que sus tierras están siendo utilizadas como

zonas para la ganadería, el cultivo y la extracción de material vegetal que provoca la alteración del hábitat; afectando a las comunidades de animales que en él se encuentran (DIRZO *et al.*, 2011; GARCÍA *et al.*, 2014). Entre estos se encuentran los insectos, los cuales constituyen una parte importante de la diversidad biológica y algunos de ellos son considerados indicadores de heterogeneidad de los hábitats, de la diversidad de ecosistemas y del estrés ambiental (CANO & SCHUSTER, 2007). Dentro de este grupo de artrópodos, se encuentran los chinches de la familia Reduviidae, los cuales pueden verse afectados por la estrecha relación que tienen con sus presas y las variables ambientales que fluctúan en el bosque seco, de acuerdo con los niveles de precipitación que se presenten en este tipo de ecosistema.

Los estudios sobre la diversidad de la familia Reduviidae en el BST es importante por ser una de las más grandes y morfológicamente más diversas dentro de los heterópteros, constituyendo unos de los grupos más variables; puesto que poseen hábitos depredadores y hematófagos (SCHUH & SLATER, 1995; FORERO, 2004). Los Reduviidae se encuentran distribuidos en una gran cantidad de hábitats y presentan variedad en formas y tamaños. Adicionalmente presentan un gran valor ecológico, económico y biomédico, por su estrecha asociación a ciertas presas y microhábitats; así como algunos son considerados agentes de control biológico (FORERO, 2008) para uso en agricultura y de gran importancia en salud pública, con especies vectores causantes de la enfermedad de Chagas (LENT & WYGODZINSKY, 1979; SCHUH & SLATER, 1995; FORERO, 2004).

El estudio de los Reduviidae en Colombia ha sido muy fragmentado y disperso y las pocas investigaciones realizadas para ciertas subfamilias están enfocadas en la descripción de nuevas especies (FORERO, 2006; CHAVERRA-RODRÍGUEZ *et al.*, 2010) y la sistemática de géneros específicos (CASTRO-HUERTA, 2010). Por otro lado, solo se ha observado un amplio interés sobre la subfamilia Triatominae, debido a su gran importancia en salud pública y control de especies vectores; sobre todo la distribución e importancia ecoepidemiológica (MOLINA *et al.*, 2000; GUHL *et al.*, 2007, 2009; PARRA-HENAO *et al.*, 2009; CANTILLO-BARRAZA *et al.*, 2010).

Debido a la poca información sobre esta familia de hemípteros en fragmentos BST en las zonas bajas del Caribe colombiano; se analizó la variación espacial y temporal de la diversidad de géneros de Reduviidae (Hemiptera: Heteroptera) en tres fragmentos de BST en el departamento del Atlántico (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En el departamento del Atlántico se escogieron tres fragmentos de BST de acuerdo con su extensión, cobertura, facilidad de acceso y la cercanía con asentamientos humanos (Figura 1). La vegetación dominante en los tres fragmentos es el BST descrito por DIRZO *et al.* (2011), caracterizado por una pérdida del follaje durante la época seca y la permanencia de las hojas durante la época lluviosa.



Figura 1. Localización de los fragmentos de bosque seco en el departamento del Atlántico.

El primer fragmento se encuentra en la Reserva Campesina La Montaña (RCM) (Figura 2), en el municipio de Juan de Acosta, localizada a $10^{\circ}46'2.6''\text{N}$ $75^{\circ}0.2'34''\text{O}$, a una altitud entre 177 y 250 m. El área cuenta con una extensión de 365 ha, de las cuales 47 están ocupadas por un fragmento de bosque seco, declarado en categoría de zona de reserva campesina (Decreto 1777 de 1996). La RCM presenta un tipo de suelo arcilloso-arenoso (ArA), relieve ondulado y hace parte de los ecosistemas de serranías, con pendientes entre 12% y 25%, con grado de erosión moderado (PANZA *et al.*, 2001) y presenta una temperatura anual promedio de 28°C . De acuerdo con los últimos datos obtenidos por MARTÍNEZ *et al.* (2012), el régimen pluviométrico promedio en la zona es de 179 mm/año; con lluvias bimodales (dos picos a lo largo del año) entre los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Los valores de humedad relativa presentan una mayor inestabilidad atmosférica en los períodos abril-mayo y agosto-noviembre, con un rango promedio entre 79% y 82% anual (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM). El fragmento de bosque presenta una cobertura vegetal continua, observándose tres estratos vegetales conformados por el; predominando el bejuco bignoniáceo (*Adenocalymna inundatum*), poaceas y ocasionalmente se presenta una especie de helecho (*Blechnum* sp). En el estrato arbustivo se presenta la dominancia de *Capparis baducca*, *C. odoratissima* y *C. indica*. Para el estrato arbóreo se observa la dominancia de especies como jobo (*Spondias mombim*), indio encuero (*Bursera simaruba*) y majagua (*Pseudobombax septenatum*).



(P.Col)



(L.E)



(RCM)

Figura 2. Panorámica de los fragmentos de bosque. Puerto Colombia (P.Col), La Esmeralda (L.E) y Reserva Campesina La Montaña (RCM).

El segundo fragmento se encuentra en el corregimiento de Corrales de San Luis, municipio de Tubará. El parche de bosque se denomina La Esmeralda (L.E) (Figura 2), y se encuentra localizado a 10°54'18"N 75°00'10"O a una altitud de 125 msnm en el complejo Serranías de Tubará, que hace parte de las estribaciones septentrionales de la Cordillera Occidental. Presenta una extensión de 30 ha; dentro de las cuales algunas son utilizadas para potreros y cultivos como yuca (*Manihot esculenta*), millo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays*), fríjol (*Phaseolus vulgaris*), guandul (*Cajanus cajan*). Además, se encuentra rodeado de árboles frutales como el mango (*Mangifera indica*) y mamón (*Melicoccus bijugatus*) y de especies como matarratón (*Gliricidia sepium*), sabanero (*Tecoma stans*), trébol (*Platymiscium pinnatum*), utilizadas principalmente para la producción de carbón vegetal y extracción de madera; lo cual ha influido en la pérdida de especies vegetales nativas y en la modificación de la estructura de la vegetación.

Este fragmento presenta terrenos de pendientes ligeramente moderadas, pequeñas ondulaciones, con alturas mayores de 50 m y menores de 200 m (IGAC, 1994). Presenta una precipitación promedio de 179 mm/mes, con una temperatura que oscila entre los 25-28°C y humedad relativa con valores entre 75%-88% (IGAC, 1994, HIJMANS *et al.*, 2004). Aproximadamente el 20% del área total está cubierta por vegetación en estado de sucesión más avanzado, donde las familias vegetales más representativas son Capparaceae, Bignonaceae, Sapindaceae, Fabaceae y Moraceae; destacándose especies como *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, *Capparis frondosa*, *Melicoccus bijugatus*, *Coursetia ferruginea*.

El último fragmento (P.Col) se encuentra ubicado en el km 6, vía a Puerto Colombia (Figura 2), en la finca Vista al Mar en el municipio de Puerto Colombia, localizado a 11°00' 6.14"N 74°52'11.3"O. Presenta una extensión de 29 ha, con terrenos planos y pocos ondulados y un clima cálido con temperatura media de 27,8°C. La zona presenta un paisaje modificado antrópicamente, con la presencia de linderos dentro del bosque y cultivos temporales de patilla (*Citrullus lanatus*), maíz (*Zea mays*), guandul (*Cajanus cajan*) y melón (*Cucumis melo*) con presencia de árboles de tamarindo (*Tamarindus* sp) y ciruelos (*Spondias purpurea*). Adicionalmente, se observaron arbustos juveniles de uvita (*Cordia dentata*), abundantes lianas y formaciones de matorral, destacándose especies de los géneros *Capparis*, *Iresine*, *Croton*, *Nee*, *Hura*, *Pseudobombax*, *Prosopis*, *Jaquinia*, *Pereskia* y *Gliricidia*. En el área se presentan quemadas esporádicas, que coinciden con la siembra de los cultivos y la extracción de madera para la realización de carbón vegetal.

Diseño y método de captura

En cada fragmento se realizaron ocho muestreos entre noviembre de 2012 y junio de 2013, de los cuales cuatro fueron realizados durante la época seca y los restantes

durante las lluvias, con una duración de dos días para cada uno durante luna nueva. Lo anterior, debido a que algunos insectos en el BST en el Caribe colombiano tienen su periodo de actividad sincronizada con la presencia o ausencia de lluvias (BARRAZA *et al.*, 2010).

Para los muestreos diurnos, en cada parche de bosque se estableció un transecto de 600 m de largo por 20 m de ancho, donde se marcaron diez puntos distanciados 50 m y en cada uno se realizó la captura de los especímenes por medio de una red para perturbación de follaje (JPF) y captura manual (CM). La JPF consistió en una red con un diámetro de 50 cm, un cono de 30 cm y un mango por donde se sostiene de 50 cm de largo. Para esta técnica se utilizó un pedazo de madera, con el cual se realizaron 20 golpes repetitivos a los arbustos y vegetación baja que se encontraba en cada punto, con el fin de que los Reduviidae que cayeran en la jama fueran capturados con ayuda de pinzas. Este procedimiento se realizó tres veces para un total de 60 golpes/puntos y 600 por transecto. Adicional a esto, en cada punto se invirtieron 20 minutos por recolector (día) en la revisión manual de piedras, hojarasca, tronco en el suelo, corteza, ramas, hojas, flores, nidos y madrigueras; para una inversión total de 200 minutos por transecto/muestreo.

Adicionalmente, en cada punto se midieron 10 L de hojarasca que fueron cernidos en un tamizador Winkler, devolviendo la hojarasca sobrante al bosque. El material recolectado fue revisado en el laboratorio en bandejas blancas con la ayuda de pinceles y pinzas. Por otro lado, se marcaron cuatro puntos distanciados 150 m aproximadamente y en cada uno se colocó una trampa de luz (T.L) descrita por MARTÍNEZ *et al.* (2009), para un total de cuatro trampas (dos de luz blanca y dos violeta) por transecto. Las T.L fueron colocadas de manera alternada y encendidas a partir de las 6:00 p.m. Adicional a esto, en cada punto se realizó una revisión manual de 15 min alrededor de las trampas, con el fin de complementar el muestreo. Por otro lado, tanto en los muestreos diurnos como nocturnos, se tomaron parámetros de temperatura (°C) y humedad relativa (%), con la ayuda de un termohigrómetro marca Jumbo-Display. También se midió la precipitación diaria en la zona con la ayuda de un prototipo de pluviómetro (marca *Hellman*), instalado cerca de cada uno de los fragmentos.

Todos los individuos se guardaron en recipientes debidamente rotulados con alcohol al 70% para su posterior identificación en el laboratorio. Fueron llevados hasta género con las clave de FORERO (2004). En el caso de triatóminos, se utilizaron las de LENT & WYGODZINSKY (1979) y SOTO-VIVAS (2009). Para la corroboración de los especímenes se contó con la colaboración del especialista nacional Dimitri Forero. El material de cada uno de los géneros reposa en la colección entomológica del museo entomológico de la Universidad Javeriana (MUJ) y en la colección de la Universidad del Atlántico (CEUA- UARC).

Análisis de los datos

La diversidad de Reduviidae se determinó como el número de géneros encontrados por cada técnica de captura, fragmento de bosque y muestreo. Se realizó una matriz de presencia-ausencia y a partir de estos resultados fue elaborada una curva de acumulación de géneros para toda el área de estudio y para cada uno de los fragmentos, utilizando los estimadores no paramétricos ICE y Chao 2, los cuales fueron usados por proveer un menor sesgo y una mayor exactitud, aun en el análisis de muestras pequeñas (COLWELL & CODDINGTON, 1994); así como el comportamiento de los géneros *Uniques* y *Duplicates*, los cuales fueron calculados con el programa ESTIMATE 9.1 (COLWELL, 2009).

Por otro lado, con el fin de observar un patrón espacio-temporal en la composición de géneros de Reduviidae se determinó la diversidad beta (β) en términos de similitud a través de una matriz de presencia-ausencia. Una vez construida la matriz de similitud, se realizó un análisis de agrupamiento mediante el método de promedios ponderados (UPGMA) por muestreo y fragmento por medio del índice de similitud de Jaccard. Para el análisis y construcción del agrupamiento se utilizó el programa PRIMER 6.0 (CLARKE & WARWICK, 2001).

Con el propósito de relacionar las variables ambientales (temperatura, humedad ambiente y precipitación) con la riqueza de Reduviidae, se realizó una correlación de Spearman. Asimismo, se realizó la correlación entre la abundancia de géneros más frecuentes y las variables ambientales en el área de estudio, con el fin de determinar cuál fue la variable que incidió en la variación de la abundancia de estos insectos. Los análisis fueron realizados usando el programa PAST 1.63 (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTADOS

En los tres fragmentos se recolectaron un total de 265 individuos distribuidos en 18 géneros y nueve subfamilias (Tabla 1). La subfamilia más diversa fue Harpactorinae con siete géneros que representan el 37% de la riqueza; mientras que la más abundante fue Reduviinae con el 64% de la abundancia total. Teniendo en cuenta los fragmentos, en L.E se registraron 9 subfamilias y 13 géneros y en la RCM fueron capturadas 6 subfamilias con 13 géneros; mientras que en P. Col se reportaron 6 géneros pertenecientes a 5 subfamilias. El mayor número de géneros se registró durante diciembre y abril (8 y 7, respectivamente) en el fragmento L.E, mientras que mayo fue el más abundante con 34 y 96 individuos en L.E y P. Col respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza y abundancia de los géneros de Reduviidae y su variación por técnicas de captura, meses de muestreo y en el área de estudio. Abreviaturas: Reserva Campesina la Montaña (RCM), La Esmeralda (L.E), Puerto Colombia (P.Col), captura manual (CM), trampa de luz (TL), perturbación del follaje (PF), hojarasca (Ho).

| Subfamilia | Género | Nov | | Dic | | Ene | | Feb | | Mar | | Abr | | May | | Jun | | Tot | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|------|-------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|--------|------|-------------|----|---------|
| | | RCM | L.E | P. Col | RCM | L.E | P. Col | RCM | L.E | P. Col | RCM | L.E | P. Col | RCM | L.E | P. Col | RCM | L.E | P. Col | Tot | | | | | | | |
| Reduviinae | <i>Logorhynchus</i> | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 26 | CM | | | | | | |
| | <i>Zelus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 93 | 0 | 9 | 6 | 143 | CM, TL | | | | |
| Saicinae | <i>Oncrometopius</i> | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | TL, PF | | | | | |
| Ervicinae | <i>Phanatomorpha</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | TL | | | | | |
| | <i>Ghilianella</i> | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 17 | PF, CM | | | | | |
| | <i>Sinea</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | CM | | | | | |
| | <i>Heza</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | PF | | | | | |
| | <i>Calliopsis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | CM | | | | | |
| Harpactorinae | <i>Apionerus</i> | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 17 | CM, TL, Hoj | | |
| | <i>Nancyrus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | CM | | | |
| | <i>Dybala</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | PF | | |
| | <i>Bacilla</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | CM, TL, PF | | |
| Peritritinae | <i>Rasahus</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | TL | |
| | <i>Melanolestes</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | TL | |
| Tritonominae | <i>Pantonomphus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | TL | |
| | <i>Rhiginia</i> sp1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | CM |
| Ectrichodlinae | <i>Rhiginia</i> sp2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Hoj |
| Vesicinae | <i>Pesocita</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | CM |
| Stenopodinae | <i>Oxoccephalus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | TL, Hoj |
| Riqueza de géneros | | 3 | 6 | 0 | 6 | 8 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 5 | 3 | 2 | 3 | 7 | 2 | 5 | 6 | 3 | 2 | 6 | 5 | 18 | | |
| Nº de Individuos | | 4 | 11 | 0 | 7 | 8 | 3 | 0 | 2 | 0 | 9 | 0 | 5 | 11 | 2 | 4 | 8 | 2 | 12 | 47 | 96 | 8 | 15 | 11 | 265 | | |
| Prec (mm) | | 351 | 143.5 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 97 | 80 | 25 | 52 | 44 | 126 | 29 | 174 | 123 | | | |
| TA (°C) | | 29.3 | 29.7 | 33.2 | 30.7 | 33.2 | 33.7 | 31.9 | 36.2 | 37.5 | 32.6 | 34.7 | 39.2 | 35.5 | 34 | 39.2 | 25.9 | 36.8 | 36.5 | 26.3 | 32.2 | 32.8 | 33.3 | 32.8 | 36.3 | | |
| HR (%) | | 79.2 | 87.9 | 63 | 75.4 | 65.1 | 60 | 60.8 | 39 | 45.1 | 52.6 | 46.5 | 47.2 | 56.5 | 54.3 | 50 | 82.2 | 54.2 | 46.3 | 83.4 | 75.6 | 73.5 | 80 | 71.4 | 58.7 | | |

El género más abundante fue *Zelurus* Hahn con 143 individuos, presentando su mayor valor durante mayo y junio, apareciendo únicamente en los fragmentos de L.E y P. Col. Luego le sigue *Leogorrus* Stål con 26 individuos presentes en los tres fragmentos y teniendo una aparición muy variable durante los meses de muestreo. *Ghilianella* Spinola y *Apiomerus* Hahn (con 17 individuos cada uno) fueron encontrados solo en la RCM y L.E. Por último, se destaca la presencia de 16 individuos del género *Panstrongylus* Berg, capturados en los tres fragmentos. Además, se enfatiza en la presencia de seis géneros (aportando >30 %) que se podrían calificar de 'raros', ya que solo fue capturado un ejemplar de cada uno, a pesar de que se llevaron a cabo muestreos intensivos en toda el área de estudio (Tabla 1).

En el caso de la variación por muestreo de los géneros más abundantes (>10%), el mayor número de individuos se registró en mayo, destacándose *Zelurus* con 93 individuos en P. Col y 34 en L.E; cuando los niveles de precipitación oscilaron alrededor de los 126 y 44 mm (Tabla 1), la temperatura ambiente fue de 32,8°C y 32,2°C y la humedad relativa osciló entre 73,5% y 75,6%. En el caso de *Apiomerus*, el mayor valor (4) se observó en L.E en marzo, cuando la precipitación fue de cero; mientras que *Ghilianella* presentó su mayor valor (6) en junio en la RCM, cuando la precipitación fue de 29 mm. *Leogorrus*, fue más abundante (5) en febrero y *Panstrongylus* en marzo (4) para L.E. En enero y febrero se obtuvo el menor número de individuos, lo cual puede estar relacionado con un periodo seco (precipitaciones medidas en el área = 0mm) (Tabla 1).

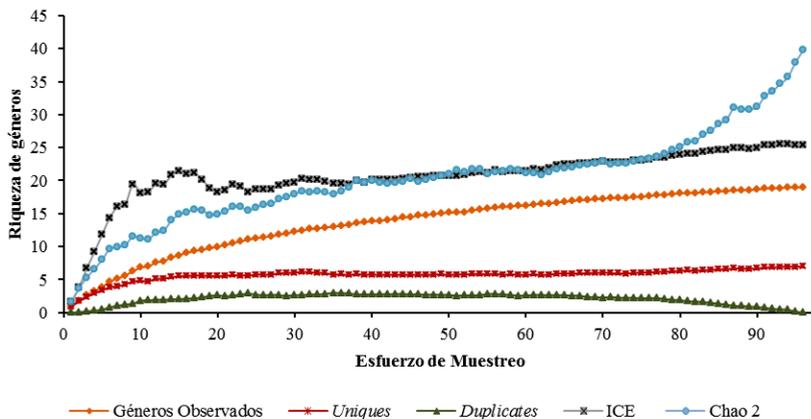


Figura 3. Curva de acumulación de los géneros observados en el área de estudio.

La curva de acumulación indica que los géneros de Reduviidae observados (18) se encuentran entre 76% (ICE= 25) y el 59,37% (Chao2=32) del total de géneros esperados para el área de estudio. Por su parte, la curva de géneros observados se encuentra muy pronunciada con una tendencia alejada a lograr una asíntota. En cuanto, a los géneros *Uniques* (7) presentan una alta cantidad para toda el área, mientras que

los géneros *Duplicates* tienden a desaparecer en los últimos muestreos (Figura 3). En la curva de acumulación para cada uno de los fragmentos, los géneros de Reduviidae observados para la RCM (Chao2=14,94 ICE=16,58) y L.E (Chao 2=14,94 ICE=16,29) fueron de 13 cada uno. Según la estimación de la diversidad para estos dos fragmentos, se esperaría que aproximadamente tres géneros fueran adicionados en la riqueza de estas dos áreas (Fig. 4A y B) y para P.Col. se registran 6 géneros, de los cuales se esperaría un género adicional en este fragmento (Chao2=6,48 ICE=7,14) (Fig. 4C).

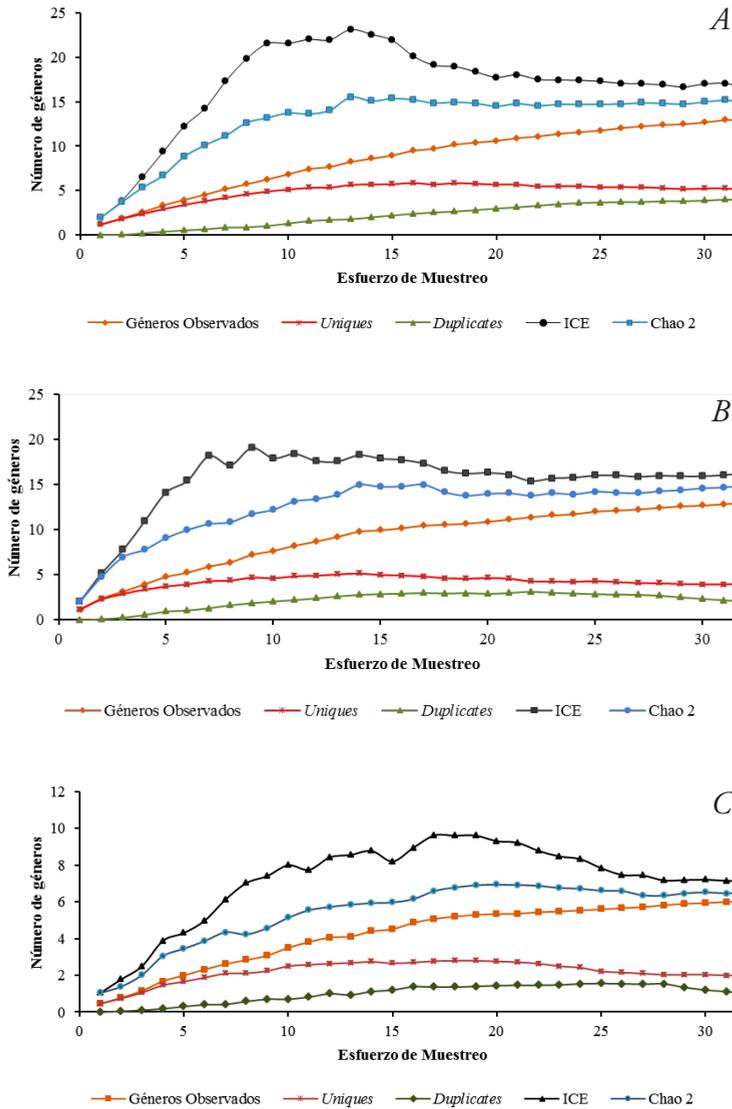


Figura 4. Curvas de acumulación de los géneros observados para la Reserva Campesina La Montaña (A), La Esmeralda (B) y Puerto Colombia (C).

Teniendo en cuenta las técnicas de captura, *Phasmatorcoris* Breddin, *Rasahus* Amyot & Serville y *Melanolestes* Stål fueron capturados con TL, mientras *Leogorrus*, uno de los géneros más abundantes solo fue capturado con trampa activa (CM) y *Apiomerus* con las cuatro técnicas (Tabla 1). La mayor riqueza (9 géneros) y abundancia (184 individuos) de Reduviidae se registró en las trampas de luz (TL), mientras que en manual (CM) se registraron 11 géneros y 44 individuos respectivamente (Figura 5B). La técnica de cernido de hojarasca (Hoj), fue la que presentó la menor efectividad en todos los fragmentos con tres géneros y tres individuos durante noviembre, diciembre y enero respectivamente. El uso de las cuatro técnicas fue efectivo para obtener en L.E ocho géneros en noviembre, al igual que en diciembre en L.E y en la RCM (Figura 5).

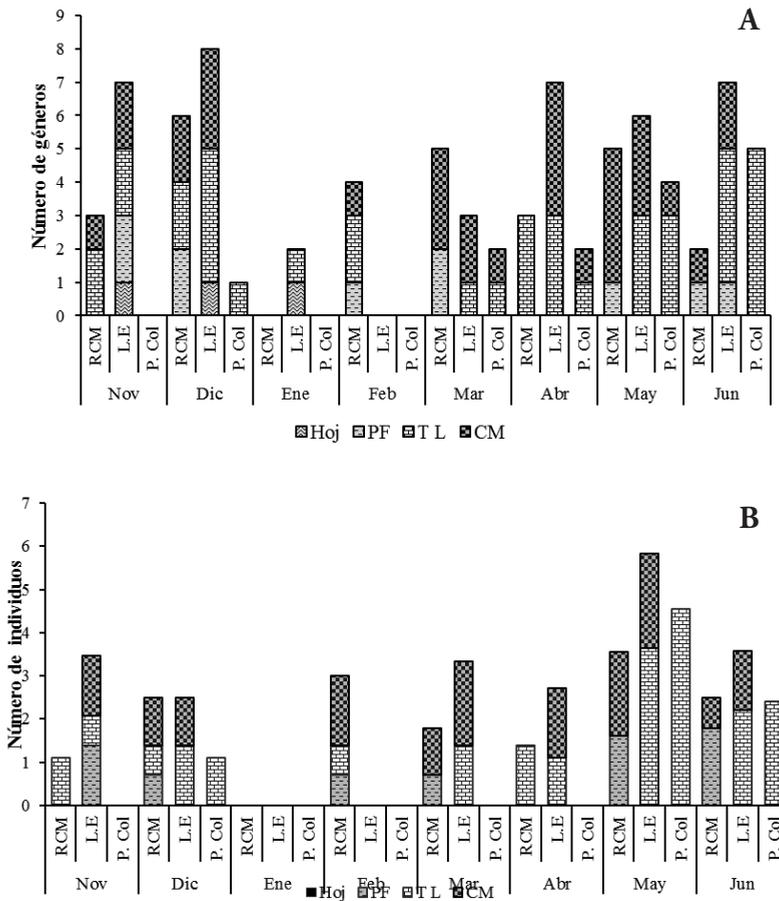


Figura 5. Variación espacio-temporal de la riqueza (A) y abundancia (B) de géneros de Reduviidae con relación al tipo de técnica en el área de estudio. Abreviaturas: captura manual (CM), trampa de luz (TL), perturbación del follaje (PF), hojarasca (Hoj) por fragmentos en los meses de muestreo. Los datos de abundancia fueron transformados a Ln (x+1).

En el caso de los fragmentos de bosque, solo tres géneros son compartidos (*Leogorrus*, *Oncerotrachelus* Stål, *Panstrongylus*). L.E y P.Col comparten tres géneros, mientras L.E y RCM solo dos; siendo esta última la que presentó el mayor número (6) de géneros exclusivos. Por otro lado, entre los meses de muestreo, se forman cinco grandes grupos (Figura 6A). El primero se encuentra constituido por abril, mayo y junio con una similitud de 72,22%. El segundo está conformado por noviembre y marzo con el 66,67% y el tercero por diciembre con un valor inferior al 60%, muestreo en el cual empiezan a decaer los valores de precipitación en la zona (Tabla 1). Los dos últimos grupos están conformados por enero y febrero, los cuales presentan valores de similitud menores al 35%, caracterizándose por ser los meses más secos (0mm) (Figura 6A y Tabla 1). Con respecto a la variación de la composición de Reduviidae por fragmentos, se forman dos agrupamientos. Uno formado por P.Col y L.E, con una similitud del 63,16 %, mientras que el otro grupo lo conforma el fragmento de RCM (Figura 6B). Con el análisis de correlación de Spearman, se demostró que la riqueza de géneros de Reduviidae es directamente proporcional y significativa con la humedad relativa ($r=0,49304$; $p=0,016828$), precipitación ($r=0,50106$; $p=0,01487$) y promedio ($r=0,55982$; $p=0,0054727$) (Tabla 2). Al relacionar las variables ambientales con la abundancia de los géneros más representativos en el área de estudio, se encontró que *Zelurus* fue el único que presentó una correlación significativa y directamente proporcional con las precipitaciones para los fragmentos de L.E ($r = 0,90092$; $p = 0,017857$) y P.Col ($r = 1$; $p = 0,047619$) (Tabla 3).

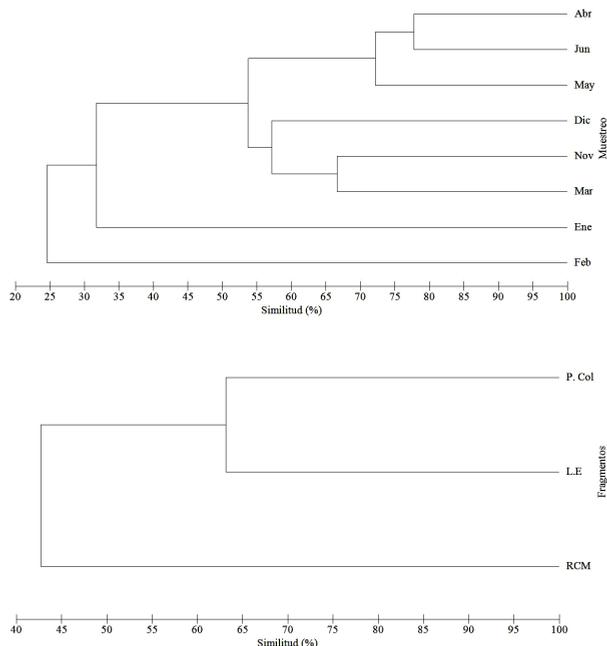


Figura 6. Análisis de agrupamiento por promedio ponderado con una matriz de presencia-ausencia de los géneros de Reduviidae en los meses de muestreo (A) y fragmentos (B) en el área de estudio por medio del índice de Jaccard.

Tabla 2. Valores de correlación de las variables ambientales con la riqueza de Reduviidae en el área de estudio (A.E), la Reserva Campesina la Montaña (RCM), La Esmeralda (L.E) y Puerto Colombia (P.Col), Atlántico, Colombia. Abreviaturas: temperatura ambiente T.A (°C), humedad relativa H.R (%), precipitación Prec (mm) y precipitación promedio Pre. Pro (mm).

| V.Amb/ Fragmentos | Riqueza de géneros | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|------------------|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | A.E | | RCM | | L.E | | P.Col | |
| | r | p | r | p | r | p | r | P |
| T. A (°C) | -0.35966 | 0.091866 | -0.048196 | 0.92401 | -0.2515 | 0.54861 | -0.47281 | 0.2873 |
| H.R (%) | 0.49304 | 0.016828 | -0.072294 | 0.87083 | 0.51498 | 0.19673 | 0.58191 | 0.18413 |
| Prec (mm) | 0.50106 | 0.01487 | 0.14546 | 0.73135 | 0.49394 | 0.24702 | 0.77114 | 0.095238 |
| Pre pro (mm) | 0.55982 | 0.0054727 | 0.18182 | 0.6619 | 0.49394 | 0.24702 | 0.77114 | 0.095238 |

Tabla 3. Valores de correlación de Spearman (r) entre la abundancia de géneros más frecuentes de Reduviidae y las variables ambientales en el área de estudio.

| Fragmentos | Géneros | | T. A (°C) | H.R (%) | Prec (mm) | Pre.pro (mm) |
|------------|----------------------|---|-----------|----------|-----------------|-----------------|
| L.E | <i>Apiomerus</i> | r | -0.60151 | 0.65061 | 0.30081 | 0.28774 |
| | | p | 0.12083 | 0.08869 | 0.49762 | 0.52083 |
| | <i>Leogorrus</i> | r | -0.2965 | 0.51887 | 0.26983 | 0.40145 |
| | | p | 0.47024 | 0.19524 | 0.525 | 0.34643 |
| | <i>Zelurus</i> | r | -0.21822 | 0.38188 | 0.6103 | 0.90092 |
| | | p | 0.61905 | 0.35119 | 0.14881 | 0.017857 |
| | <i>Panstrongylus</i> | r | -0.063851 | 0.21709 | 0.17007 | 0.45579 |
| | | p | 0.88571 | 0.60476 | 0.68571 | 0.28571 |
| RCM | <i>Leogorrus</i> | r | 0.012276 | 0.024551 | -0.086446 | -0.12349 |
| | | p | 0.99167 | 0.96548 | 0.84315 | 0.77024 |
| | <i>Ghilianella</i> | r | 0.29372 | 0.38311 | 0.025694 | -0.012847 |
| | | p | 0.47619 | 0.3619 | 0.94643 | 0.98214 |
| P.Col | <i>Panstrongylus</i> | r | -0.14434 | 0.28868 | 0.54006 | 0.54006 |
| | | p | 0.85714 | 0.62857 | 0.42857 | 0.42857 |
| | <i>Zelurus</i> | r | -0.66815 | 0.66815 | 1 | 1 |
| | | p | 0.14286 | 0.14286 | 0.047619 | 0.047619 |

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta el número de subfamilias (9) de Reduviidae encontradas para el Atlántico, la composición representa el 60% con respecto al número que se encuentran para Colombia (16) (FORERO, 2004). Lo anterior representa el 43% para el Neotrópico con 21 subfamilias conocidas (FROESCHNER & KORNILEV, 1989; MALDONADO, 1990; GIL-SANTANA & COSTA, 2003; FORERO, 2004). Asimismo, el número de géneros reportados para el Atlántico, representan un 10% de los 201 géneros conocidos para el Neotrópico, mientras que para Colombia (95) es el 20% de los reportados por FORERO (2004). Estos resultados constituyen los primeros aportes al conocimiento sobre la diversidad de géneros de Reduviidae para el Atlántico en un ecosistema como el BST. Se registran para el departamento 18 nuevos reportes de géneros, de los cuales es muy poca la información que se tenía tanto de sus métodos de captura, distribución y comentarios de su biología en campo; de los cuales algunos han sido reportados para la región Caribe (FORERO, 2006).

La mayor riqueza de Harpactorinae se puede atribuir a que sus individuos se encuentran habitualmente en diversos microhábitats tales como vegetación baja, en hojarasca o árboles caídos y durante el día en lugares soleados (BRAILOVSKY *et al.*, 2007); lo que facilita de cierta manera su búsqueda y captura en este tipo de hábitats que son muy comunes en el área de estudio; además de ser la subfamilia más grande de Reduviidae con 51 géneros para la región neotropical (MALDONADO, 1990, FORERO *et al.*, 2008), que se encuentra constituida principalmente de depredadores generalistas (READIO, 1927, LOUIS, 1974). La alta abundancia de la subfamilia Reduviinae se atribuye a que es considerada una de las más heterogéneas debido a su distribución (MELO, 2007). Adicional a lo anterior, este resultado se debe a que *Zelurus* presentó un incremento del número de individuos en solo dos muestreos, lo que aportó de manera significativa en la abundancia de Reduviidae que se tenía hasta el momento. La estrecha relación de la emergencia de los adultos con la llegada de las primeras lluvias en L.E y P.Col, estarían explicando la mayor abundancia de *Zelurus* en mayo (NANNI *et al.*, 2011). Además, la abundancia de este género parece estar fuertemente influenciada por fuentes de luz durante la noche, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por PROUS (2005). En el caso de aquellos géneros capturados con pocos individuos, se puede atribuir a que se hace necesaria una búsqueda más exhaustiva en algunos de los microhábitats más específicos que atienden a la biología de estos géneros (FORERO, com. pers).

La mayor riqueza en diciembre puede estar relacionada con los cambios en la precipitación y la humedad relativa en el área de estudio. Durante este mes se pasó de un periodo de altas lluvias a uno seco, cuando el bosque presentó un cambio brusco en la vegetación, perdiendo gran parte de su follaje y un aumento en la hojarasca. Lo anterior puede constituir un aumento en ciertos microhábitats preferidos por algunos géneros

de Reduviidae, lo cual también se relaciona con un aumento de presas detritófagas. Caso contrario se evidenció en abril, en donde a pesar de que se observó nuevamente un aumento en la riqueza con la llegada de las primeras lluvias, se presentó en los tres fragmentos un rebrote de la vegetación y un incremento en la aparición de fitófagos, los cuales son un recurso alimenticio para este grupo de insectos.

La presencia de *Apiomerus* durante todos los muestreos se puede atribuir a que tenga varias generaciones en el año sin importar las condiciones imperantes (ambientales o disponibilidad de presas). Por otro lado, la mayor abundancia de este género en la L.E, está relacionada con la presencia de árboles de *Mangifera indica*, que proporcionan una resina utilizada por estos Reduviidae para capturar las presas. Esto coincide con lo propuesto por MILLER (1956), BÉRENGER & PLUOT-SIGWALT (1997), quienes describen que este género emplea la resina de las plantas como método de captura de las presas, aplicándose al cuerpo como trampa adhesiva (ADIS, 1984; GIL-SANTANA & FORERO, 2010). Adicional a lo anterior, este género usa la resina de las plantas para el cuidado parental, cubriendo sus huevos y protegiéndolos contra la depredación y la desecación, además de ayudarle a las ninfas de primeros instares en la captura de sus presas (EISNER, 1988; CHOE & MOHO, 2007; FORERO *et al.*, 2011). Este comportamiento, muy similar dentro de la tribu Apiomerini, fue observado en individuos del género *Callioclopus*, registrándose una hembra con cinco ninfas de diferentes estadios escondidos en un árbol de *M. indica*. La hembra mostraba un comportamiento de defensa al pie del árbol al momento de la captura (obs. pers.). Esto se complementa con lo reportado por BÉRENGER & PLUOT-SIGWALT (1997), en los llanos orientales de Colombia, quienes encontraron ninfas de este género cubiertas de resina y por FORERO (2004), quien describe por primera vez el uso de resinas para este grupo de hemípteros.

A manera de observación de campo, se registró un *Apiomerus* sp depredando un escarabajo de la familia Tenebrionidae en la base de un árbol de *Hura crepitans*. Lo anterior coincide con lo descrito por GIL-SANTANA (2002) y MARQUES *et al.* (2003), quienes reportan a *Apiomerus* spp. capturando insectos de diferentes órdenes, incluyendo a Coleoptera e Hymenoptera (abejas) (WEAVER *et al.*, 1975; GONZALES-BUSTAMANTE, 1994; SILVA & GIL-SANTANA, 2004; BERNIKER *et al.*, 2011); razón por la cual se comporta como generalista en el área de estudio.

Con respecto a la especie *P. geniculatus*, reportada para el Atlántico, se destaca su alta presencia y distribución en los tres fragmentos estudiados; lo cual coincide con lo descrito para otros sitios del departamento por D'ALESSANDRO *et al.* (1981; 1985) y BARRETO & BARRETO (1984). La especie *P. geniculatus* se ha registrado para los municipios de Luruaco, Piojó, Tubará, Puerto Colombia, Barranquilla y Soledad (MAESTRE & EYES, 2012). En el presente trabajo se registra la especie para el municipio de Juan de Acosta (RCM) y se amplía la distribución para la vereda La

Esmeralda, en Tubará; así como para Puerto Colombia (km 6, vía puerto Colombia). Esta información es importante al momento de realizar seguimientos de distribución de vectores en el departamento, debido a que se han dejado de lado las investigaciones de la dinámica poblacional de vectores silvestres enfocándose fuertemente en los estudios en la parte domiciliaria (MOJICA *et al.*, 2003; PARRA *et al.*, 2004). Para esta especie de hábitos netamente silvestres se hace relevante su estudio tanto en ambientes domiciliarios como silvestres (TONN *et al.*, 1976; LORENZO *et al.*, 1998; VÁSQUEZ *et al.*, 2007; ANGULO & ESTEBAN, 2011); debido a su importancia como vector transmisor de la enfermedad de Chagas y su exitosa adaptación a una amplia variedad de biomas y ecosistemas (PATTERSON *et al.*, 2009).

Además del monitoreo del vector, se hace necesario conocer el estado actual de los fragmentos de BST, ya que la reducción a la cual están siendo sometidos, traen consigo cambios como la domiciliación de especies que antes eran netamente silvestres como *P. geniculatus*. Según ANGULO (2000), esta especie visita frecuentemente el domicilio aledaño a áreas donde aún existen relictos de bosque primario o secundario; debido a la disminución o cambios del área del bosque por la ampliación de la zona agrícola o urbana. Lo anterior conlleva al alejamiento de los mamíferos y aves silvestres de los cuales se alimentan especies silvestres como *P. geniculatus*, determinando cambios en su biotopo, causando que estas busquen vertebrados domésticos en el interior de las viviendas e infectan en forma esporádica a la población humana (VEGA *et al.*, 2006).

Los resultados de la curva de acumulación en el área de estudio indican que se hace necesario realizar más muestreos, con el fin de tener una riqueza de géneros más cercana a la real y poder establecer con propiedad un número más representativo para el Atlántico. Lo correspondiente a la trayectoria de la curva de acumulación de géneros *Uniques*, indica una posible estacionalidad de estos géneros. Es probable que si se realizan más muestreos, con un mayor esfuerzo en ciertas épocas del año, se podría tener información más precisa sobre la biología de aquellos Reduviidae con bajo número de individuos. En lo que se refiere a la curva de acumulación para los tres fragmentos, aún no se obtienen el total de géneros posibles para el área y probablemente al invertir más días en cada muestreo y mejor resolución taxonómica podría obtenerse mejores resultados. Esto se sustenta también en la tendencia de la curva de géneros *Uniques*, la cual no se estabilizó, influyendo en los valores estimados. Es posible que estos géneros *Uniques* se presenten por la falta de técnicas más específicas para su captura que estén de acorde con su biología. Además, probablemente la población de estos individuos se encuentre en una baja densidad, razón por lo cual se hace necesario un monitoreo más exhaustivo para estos taxones.

La mayor riqueza con CM se puede explicar debido a la biología que exhiben muchos de los géneros de esta familia. Estos insectos presentan hábitos como estar siempre cubiertos por tierra (PROUS, 2005), debajo de los troncos podridos y de la corteza de los árboles

o entre las grietas de las rocas (BRAILOVSKY *et al.*, 2007), razón por la cual con la técnica mencionada se logra revisar este tipo de microhábitats. De esta manera se logra reconocer algunos de los sitios preferidos por esta familia, logrando obtener un mayor número de géneros con esta técnica. La mayor abundancia con trampa de luz, se debe a que algunos de los géneros presentan foto tactismo positivo y son fácilmente atraídos hacia el estímulo sin limitar su número, mientras que otros simplemente se ven atraídos por la presencia de potenciales presas. La TL por ser una trampa que se deja por largas horas con atrayente (luz), logra ser mucho más efectiva que una trampa activa (CM), la cual en la mayoría de los casos depende directamente del recolector, lo que podría de cierta manera limitar su eficiencia. En lo que concierne a la alta abundancia con la técnica de TL, puede estar relacionado con la gran cantidad de individuos capturados de *Zelurus*, el cual probablemente tiene hábitos nocturnos o crepusculares.

Cabe resaltar que sin la complementariedad de las técnicas no se hubiese podido capturar a *Phasmatorcoris*, *Rasahus* y *Melanolestes*, que solo fueron atraídos por trampa de luz. En el caso de *Leogorrus*, solo fue capturado manualmente entre la corteza o la base de los árboles, debajo de troncos podridos o grietas en el suelo, por esta razón esta técnica es eficiente para este taxón; mientras que *Apiomerus*, fue recolectado con la utilización de las cuatro técnicas de captura. Lo anterior demuestra que para tener un valor más exacto sobre la riqueza y composición de Reduviidae, se hace necesario utilizar el mayor número de técnicas y de esta manera enriquecer el inventario de estos insectos y su dinámica en el bosque seco. Con respecto al uso de la técnica perturbación de follaje, se hizo más efectiva en los muestreos en donde la vegetación arbustiva presente en los fragmentos era más abundante, a diferencia de los meses en los cuales el bosque perdía gran parte de la vegetación, característica propia de los BST. La captura de *Phasmatorcoris* con trampa de luz no concuerda con lo descrito por FORERO (2006); quien ha capturado ejemplares manualmente, con *pitfall* y trampas *Malaise*; razón por lo cual esta información complementa los datos sobre el uso de técnicas que se deben usar para el estudio de este género en el bosque seco. En cuanto a los géneros *Rasahus* y *Melanolestes*, no se encontraron reportes de ser capturados únicamente con trampas de luz. Los estudios realizados sobre estos dos géneros se basan en revisiones, taxonomía, sistemática y descripción de nuevas especies (MCPHERSON *et al.*, 1991; COSCARÓN & CARPINTERO, 1993; COSCARÓN *et al.*, 1994; MORRONE & COSCARÓN, 1996, 1998; ZHANG & WEIRAUCH, 2011), dejando de lado el estudio de la biología de estos géneros.

La variación espacio-temporal observada en la composición de géneros de Reduviidae, en la que posiblemente se pueden encontrar géneros específicos para época seca y de lluvia, puede estar respondiendo a características propias de cada género o a la biología de estos. Sin embargo, se observó que los meses donde se iniciaron las primeras lluvias (marzo-junio) fue donde apareció el mayor número de géneros compartidos. Probablemente esto se debe a que la presencia y abundancia está estrechamente

sincronizado con el aumento en los valores de precipitación durante la temporada de lluvias (MAASS *et al.*, 2002). Adicionalmente, se puede asumir que con la llegada de las lluvias se presenta un aumento en la cantidad de insectos fitófagos que les sirven como alimento a los Reduviidae; así como una mayor proporción de refugios necesarios para su existencia y condiciones microclimáticas que favorecen la emergencia de estos chinches depredadores.

El menor número de géneros de Reduviidae compartidos entre la RCM y P.Col. puede estar relacionado con que existen diferencias marcadas entre estos dos fragmentos como la distancia. La RCM se encuentra ubicada en el centro del Atlántico, el cual presenta relieve ondulado con pendientes inclinadas, lo que conlleva al poco acceso de asentamientos humanos y por lo cual el fragmento mantiene parte de su condición original. En el caso de P.Col., se encuentra en el noroccidente del departamento y presenta un terreno plano poco ondulado, con un acelerado proceso de urbanización, lo que implica la fragmentación de los parches de bosques ubicados en esta área, pérdida de conectividad y cambios bruscos en sus condiciones ambientales. Además, la fenología del bosque es distinta para cada fragmento, ya que en la RCM no se da la pérdida completa del follaje durante los meses del año y se puede observar árboles que mantienen hojas aun en la época seca. También hay que mencionar que esta se caracteriza por tener árboles con dosel >10m, característica que beneficia a los Reduviidae y les proporciona mayor disponibilidad de refugio y microhábitats, independientemente de la época. En el caso de P.Col., la vegetación pierde totalmente su follaje durante la época seca, lo que podría representar una característica adversa para que algunos Reduviidae colonicen este lugar. Además, existe un deterioro de la calidad del bosque debido a la frecuente extracción de madera para la elaboración de carbón, así como muchos caminos que son frecuentemente utilizados por los colonos. Según KLEIN (1989) y GIBBS & STANTON (2001), las alteraciones en el microclima después de la fragmentación de un hábitat debido a la disminución del área y el aumento de los bordes, permite que la zona reciba mayor radiación solar y la aridez se incremente, lo que proporciona condiciones adversas para el desarrollo de estos insectos. Esto sugiere una simplificación de la complejidad estructural del fragmento de P.Col; mientras que RCM es uno de los pocos fragmentos que podría ser considerado área protegida. Estas diferencias implican variaciones características tanto ambientales como en la composición vegetal entre los fragmentos; lo que de una u otra manera podría explicar las diferencias en la diversidad de Reduviidae entre las dos localidades.

En el caso de los géneros *Leogorrus*, *Oncerotrachelus* y *Panstrongylus*, los cuales se encontraron en los tres fragmentos, posiblemente se estén comportando como géneros euritípicos, las cuales no responden a un patrón de distribución específico, sino que se han adaptado a distintos hábitats, siendo capaces de tolerar las variaciones microclimáticas en cada fragmento objeto de estudio.

Durante abril, mayo y junio el incremento en el número de individuos recolectados coincide con la llegada de las primeras lluvias a la zona. Esto también coincide con el aumento en la abundancia de *Zelurus*, donde se observó que después de seis meses de no aparecer, se reporta por primera vez en mayo con muchos individuos. Esto puede estar fuertemente relacionado con la estacionalidad bien marcada que presenta este género con la llegada de las lluvias y la emergencia de sus adultos, según lo expresado por PROUS (2005). Este mismo comportamiento también se observó con *Ghilianella*, el cual fue observado entre el follaje y arbustos, en contraste con los meses secos (enero y febrero), cuando no fue posible su captura. En general, la mayoría de los individuos sincronizan sus apariciones en épocas donde se presenta un mayor aprovechamiento de recursos (presas) y garantizan su permanencia, alimento y éxito reproductivo.

Con respecto a la similitud mostrada entre noviembre y marzo, su relación se debe principalmente a que son meses en los cuales hay un periodo de transición entre épocas. Esto proporciona microhábitats para refugio y alimentación para muchos insectos detritófagos; recurso alimenticio que es aprovechado por algunos de los géneros de Reduviidae. En abril, el paso de una época seca a lluvias marca otro punto de cambio en los fragmentos, cuando el bosque seco reverdece y presenta un aumento en la oferta de presas fitófagas. Durante enero y febrero (meses secos), los artrópodos disminuyen su abundancia, razón por la cual es muy baja la probabilidad de alimento por escasez de fitófagos, ya que se observa pérdida parcial del follaje, una de las principales adaptaciones fisiológicas de las plantas ante el déficit de agua en BST (IAVH, 1998). La alta similitud entre los fragmentos de P.Col y L.E puede estar relacionada con alguna semejanza en la pérdida de la cobertura y estructura de la vegetación entre estos dos sitios, a diferencia de lo obtenido con RCM; donde se observa una estratificación vegetal, con una cobertura arbórea más densa en comparación con los otros dos fragmentos, lo cual proporciona una gran variedad de microhábitats. Esto demuestra una variación espacio-temporal de la composición de Reduviidae en el Atlántico, expresando probablemente una característica de algunos géneros de la familia a ser dependientes de regímenes climáticos y producción de recursos vegetales en el BST.

La incidencia de la precipitación y la humedad relativa en la riqueza de Reduviidae demuestra que este factor juega un papel importante en el ciclo biológico y la estacionalidad de algunos géneros. Esto concuerda con lo sugerido por BLINN & RUNCK (1989) y AMBROSE (1999), quienes explican que la disponibilidad de agua es una de las condiciones que necesitan los huevos de heterópteros depredadores para sobrevivir; determinándose como un factor importante en la dinámica ecológica de estos insectos en los fragmentos de bosque seco. Por otro lado, en este estudio se demostró la importancia que tienen las precipitaciones sobre algunos de los géneros más representativos como *Zelurus*, debido a que dentro de este tipo de bosques existen especies que tienen sincronizada su emergencia y periodo de actividad con las lluvias en la zona; razón por la cual se hace necesario tener datos experimentales en campo para demostrar cómo incide esta variable en los Reduviidae del BST.

AGRADECIMIENTOS

A la comunidad campesina de la vereda Los Torombolos (RCM) por facilitar la estancia y permisos en este lugar durante la realización del trabajo de campo, en especial a los señores Santiago y Rafael Conrado y demás familiares, por acogernos en su hogar y colaborarnos con la alimentación. Al señor Sigifredo, su esposa y resto de familiares por siempre ser una gran compañía, apoyo y acogernos durante todo los muestreos en Puerto Colombia. A la señora 'Alejandra' por abrirnos un campito dentro de su hogar durante los muestreos en Corrales de San Luis. Al Dr. Igor Dimitri Forero por su colaboración en la identificación de los Reduviidae y por abrirnos las puertas de su laboratorio en la Universidad Javeriana (Bogotá-Colombia). A los miembros del semillero de investigación NEOPTERA del programa de biología, por su colaboración en el trabajo de campo y la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Atlántico por facilitar los permisos y las instalaciones del Laboratorio de Zoología para el procesamiento e identificación de las muestras.

REFERENCIAS

- ADIS, J., 1984.- Eco-entomological observations from the Amazon. V. Feeding habits of Neotropical "bee killers" and "resin bugs" (Apiomerinae: Reduviidae: Hemiptera). *Revista de Biología Tropical*, 32: 151–153.
- ANGULO, V.M., 2000.- Aspectos ecológicos de la enfermedad de Chagas en el oriente de Colombia. *Mvz-cordoba*, 5(1): 64-68.
- ANGULO, V.M. & ESTEBAN, L., 2011.- Nueva trampa para la captura de triatóminos en hábitats silvestres y peri-domésticos. *Biomédica*, 31: 264-8.
- BARRAZA, J., MONTES, J., MARTÍNEZ, N. & DELOYA, C., 2010.- Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta, Colombia. *Revista Colombia de Entomología*, 36 (2): 285-291.
- BARRETO, M. & BARRETO, P., 1984.- Aves y pitos en Colombia. *Cespedesia*, 13: 93-97.
- BÉRENGER, J. & PLUOT-SIGWALT, D., 1997.- Relations privilégiées de certains Heteroptera Reduviidae prédateurs avec les végétaux. Premier cas connu d'un Harpactorinae phytophage. *Comptes Rendus Académie des Sciences Paris, Sciences de la vie*, 320: 1007-1012.
- BERNIKER, L., SZERLIP, S., FORERO, D. & WEIRAUCH, C., 2011.- Revision of the crassipes and pictipes species groups of *Apiomerus* Hahn (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Zootaxa*, 2949: 1–113.
- BLINN, D.W. & RUNCK, C., 1989.- Substratum requirements for oviposition, seasonal egg densities, and conditions for egg eclosion in *Ranatra montezuma* (Heteroptera: Nepidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 82: 707-711
- BRAILOVSKY, H., MARINO, R. & BARRERA, E., 2007.- Cinco especies nuevas de *Pseliopus* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae: Harpactorini) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 85-98.
- CANO, E.B. & SCHUSTER, J.C., 2007.- International commission on tropical biology and natural resources - Beetles as Indicators for Forest Conservation in Central America. *Tropical Biology and Conservation Management*.
- CANTILLO-BARRAZA, O., GÓMEZ-PALACIO, A., SALAZAR, D., MEJÍA-JARAMILLO, A., CALLE, J. & TRIANA, O., 2010.- Distribución geográfica y ecoepidemiológica de la fauna de triatóminos (Reduviidae: Triatominae) en la Isla Margarita del departamento de Bolívar, Colombia. *Biomédica*, 30: 382-389.
- CASTRO-HUERTAS, A., 2010.- Sistemática del género *Acanthischium* Amyot & Serville, 1843 (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae). Tesis de Maestría no publicada. Universidad Nacional, Bogotá D.C. Colombia.
- CEBALLOS, G., 1995.- Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical dry forest. En: Bullock, S., E. Medina & H. A. Mooney (Eds). *Tropical deciduous Forest Ecosystem. Cambridge Univ. Press*, Cambridge. 195-222.
- CHAVERRA-RODRÍGUEZ, D., FORERO, D., JARAMILLO, N. & TRIANA, O., 2010.- New record and ecological notes of *Phimophorus spissicornis* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Phimophorinae) in Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 36 (1): 176-178.
- CHOE, D.H. & MOHO, K.R., 2007.- Use of plant resin by a bee assassin bug, *Apiomerus flaviventris* (Hemiptera: Reduviidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100 (2): 320–326.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 2001.- Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council*, UK. 144 p.
- COLWELL, R.K., 2009.- ESTIMATES: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 8.2. Available at <http://viceroy.ceb.uconn.edu/estimates>
- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J., 1994.- Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 345: 101-118.

- COSCARÓN, M.C. & CARPINTERO, D., 1993.- Revision of the genus *Melanolestes* Stål (Heteroptera: Reduviidae: Peiratinae) *Ent. Scand.* 24 (4): 361-381.
- COSCARÓN, M.C., DÍAZ, N.B. & POVEL, G.D.E., 1994.- Taxonomic congruence between external morphology and male and female genitalia characters of members of *Rasahus* Amyot & Serville (Heteroptera: Reduviidae: Peiratinae). *Zool. Med. Leiden*, 68(10): 97-108.
- DÍAZ, J.M., 2006.- Bosque seco tropical en Colombia. Cali: Banco de Occidente. [Última consulta: 27 Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.imeditores.com/banocc/seco/creditos.htm>
- DIRZO, R., YOUNG, H.S., MOONEY, H.A. & CEBALLOS, G., 2011.- Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation. *Island Press*, Washington, DC 20009, USA.
- D'ALESSANDRO, A. BARRETO, P. & THOMAS, M., 1981.- Nuevos registros de triatominos domiciliarios y extradomiciliarios en Colombia. *Colombia Med.* 12:75-85.
- D'ALESSANDRO, A. & BARRETO, P., 1985.- Colombia. En: Carcavallo, R.U, J.E. Ravinovich, R.J. Tonn. (Eds.) *Factores biológicos y ecológicos de la enfermedad de Chagas*. Tomo II. Buenos Aires: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. 377-99.
- EISNER, T., 1988.- Insekten als fursorgliche Eltern. *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 81: 9-17.
- FORERO, D., 2004.- Capítulo 5. Diagnóstico de los géneros neotropicales de la familia Reduviidae (Hemiptera: Heteroptera) y su distribución en Colombia (excepto Harpactorinae). Pp 129-275. En: FERNÁNDEZ, F., ANDRADE, M. & AMAT, G. (Eds.) *Insectos de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) Facultad de Ciencias, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Humboldt. 3: 602p.
- FORERO, D., 2006.- New records of Reduviidae (Hemiptera: Heteroptera) from Colombia and other Neotropical countries. *Zootaxa*, 1107: 1-47.
- FORERO, D., 2008.- The systematics of the Hemiptera. *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (1): 1-21.
- FORERO, D., GIL-SANTANA, H.R. & VAN DOESBURG, P.H., 2008.- Redescription of the Neotropical genus *Aristathlus* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae), p. 85-103. In: GROZEVA, S. & SIMOV, N., (Eds.). *Advances in Heteroptera Research, Festschrift in Honour of 80th Anniversary of Michail Josifov*. Sofia-Moscow, Pensoft Publishers, 417p.
- FORERO, D., CHOE, D.H. & WEIRAUCH, C., 2011.- Resin Gathering in Neotropical Resin Bugs (Insecta: Hemiptera: Reduviidae): Functional and Comparative Morphology. *Journal of Morphology*, 272 (2): 204 - 229.
- FROESCHNER, R.C. & KORMILEV, N.A., 1989.- Phymatidae or ambush bugs of the world: a synonymic list with keys to species, except Lophoscotus and Phymata (Hemiptera). *Entomography*, 6:1- 76.
- GARCÍA, H., CORZO, G., ISAACS, P. & ETTER, A., 2014.- Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. En PIZANO, C. & GARCÍA, H (Editores). *El bosque seco tropical en Colombia*, pp. 229-251. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá-Colombia.
- GIBBS, J. & STANTON, E., 2001. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites and flies. *Ecological Applications*, 11: 79-85.
- GIL-SANTANA, H.R., 2002.- Predação de *Lagria villosa* Fabricius, 1783 (Coleoptera: Lagriidae) por *Apiomerus nigrilobus* Stål, 1872 (Hemiptera: Reduviidae: Apiomerinae) em Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Entomologia y Vectores*, Rio de Janeiro. 9(2): 201-208.
- GIL-SANTANA, H.R. & COSTA, L.A., 2003.- A new genus and species of Peiratinae from Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brazil (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 3- 8.
- GIL-SANTANA, H.R. & FORERO, D., 2010.- Taxonomical and biological notes on Neotropical Apiomerini (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae). *Zootaxa*, 2331: 57-68.
- GONZALES-BUSTAMANTE, L.E., 1994.- *Apiomerus* sp. (Hemiptera-Reduviidae) mimic of *Trigona trinidadensis* (Hymenoptera-Apidae). *Revista Peruana de Entomología*, 37: 115-116.
- GUHL, F., AGUILERA, G., PINTO, N. & VERGARA, D., 2007.- Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, 27(1): 143- 162.
- GUHL, F., PINTO, N. & AGUILERA, G., 2009.- Sylvatic triatominae: a new challenge in vector control transmission. *Memorias Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 104 (1): 71-75.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D., 2001.- PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1). Disponible en: http://palaco-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E. & PARRA, J.L., 2004.- Worldclim, versión 1.3. Disponible en: <http://www.divagis.org/climate.htm>.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, (IGAC), 1994.- Atlántico: *Características geográficas*. Bogotá, Colombia. 157 pp.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, (IAVH), 1998.- *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia*. Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental, GEMA. 1-74.
- KIM, D.S. & RIEDL, H., 2005. Effect of temperature on development and fecundity of the predaceous plant bug *Deraeocoris brevis* reared on *Ephesia kuehniella* eggs. *BioControl*, 50: 881-897.
- KLEIN, B., 1989.- Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetles communities in Central Amazonia. *Ecology*, 70: 1715-1725.
- LENT, H. & WYGODZINSKY, P., 1979.- Revision of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their significance as vector of Chagas disease. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 163(3): 123-520.
- LORENZO, M.G., REISENMAN, C.E. & LAZZARI, C.R., 1998.- *Triatoma infestans* can be captured under natural climatic conditions using yeast-baited traps. *Acta Tropica*, 70: 277-284.
- LOUIS, D., 1974.- Biology of Reduviidae of cocoa farms in Ghana. *Am. Midi. Nat.* 91: 68-89.
- MAASS, J.M., JARAMILLO, V., MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., GARCÍA-OLIVA, F., PÉREZ-JIMÉNEZ, L.A. & SARUKHÁN, J., 2002.- Aspectos funcionales del ecosistema de selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco En: NOGUERA, F.A., VEGA, J.H., GARCÍA-ALDRETE, A.N. & QUESADA, M., (eds.). *Historia Natural de Chamela*, pp. 525-542, Instituto de Biología,

- UNAM, México, D.F., México.
- MAESTRE, R. & EYES, M., 2012.- Actualización de la presencia y distribución de triatominos en el departamento del Atlántico-Colombia: 2003-2010. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 2(1):125-128.
- MALDONADO, C.J., 1990.- Systematic catalogue of the Reduviidae of the World. *Caribbean Journal of Science. Special publication*, University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 1: 694 pp.
- MARTÍNEZ, N., ACOSTA, J. & FRANZ, N., 2009.- Structure of the beetle fauna (Insecta: Coleoptera) in forest remnants of western Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 93(1-2): 83-100.
- MARQUES, O.M., GIL-SANTANA, H.R., MAGALHÃES, A.C.A. & CARVALHO, A.A.L., 2003. Predação de *Apiomerus lanipes* (Fabricius, 1803) (Hemiptera: Reduviidae) sobre *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae), no Estado da Bahia, Brasil. *Entomologia y Vectores*, 10: 419-429.
- MARTÍNEZ, N., SALCEDO, G., SIERRA, K. & BARRAZA, J., 2012.- Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en un fragmento de bosque seco tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Ecología Austral*, 22: 203-210.
- MCPHERSON, J.E., KEFFER, S.L. & TAYLOR, S.J., 1991.- Taxonomic status of *Melanolestes picipes* and *M. abdominalis* (Heteroptera: Reduviidae). *Florida Entomologist*, 47(3): 397-403.
- MELO, M.C., 2007.- Revision of the neotropical genus *Leogorrus* Stal (Hemiptera : Reduviidae). *Insect Systematics & Evolution*, 38: 51–92.
- MILES, L., NEWTON, A.C., DEFRIES, R., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPOV, V. & GORDON, J.E., 2006.- A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 491-505.
- MILLER, N.C.E., 1956.- *The biology of the Heteroptera*. London. Leonard Hill, p. 162
- MOJICA, M.T., CUERVO, L.A., ARIZA, K., CHACÓN, E., CHACÓN, R., DIB, J.C. & GUHL, F., 2003.- Distribución de *Triatoma maculata* e infestación domiciliar en Santa Marta, Colombia. *Biomedica. Instituto Nacional de Salud*, 23: suplemento No.1.
- MOLINA, J., GUALDRÓN, L.E., BROCHERO, H.L., OLANO, V.A., BARRIOS, D. & GUHL, F., 2000.- Distribución actual e importancia epidemiológica de las especies de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomedica*, 20: 344-360.
- MORRONE, J.J. & COSCARÓN, M.C., 1996.- Distributional patterns of the American Peiratinae (Heteroptera: Reduviidae). *Zool. Med. Leiden*, 70(1): 1-15.
- MORRONE, J.J. & COSCARÓN, M.C., 1998.- Cladistics and biogeography of the assassin bug genus *Rasahus* Amyot & Serville (Heteroptera: Reduviidae: Peiratinae). *Zool. Med. Leiden*, 72(6): 73-87.
- NANNI, A.S., MAGNANO, A.L. & CARPINTERO, D.L., 2011.- Los Heteroptera (Insecta: Hemiptera) edáficos del INTA Delta del Paraná (Partido de Campana, Buenos Aires): Variación espacial y temporal del elenco de las especies en distintos usos de la tierra. *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat*, 13(1): 27-39.
- PANZA, E., TORRES, M., DE LA RODA, P., BERDUGO, I., TORRES, A., DE LA ROSA, P., PASO, J. & ARENILLA, M., 2001.- *Esquema de ordenamiento territorial municipio de Juan de Acosta*. Alcaldía Municipal de Juan de Acosta 2001-2009. Juan de Acosta. Departamento del Atlántico. República de Colombia
- PARRA, J.G., RESTREPO, M., RESTREPO, B. & DOMÍNGUEZ, J., 2004.- Estudio de *Tripanosomiasis americana* en dos poblados indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Colombia. *Revista CES Medicina*, 18(1): 43-50.
- PATTERSON, J.S., BARBOSA, S.E. & FELICIANGLI, M.D., 2009.- On the genus *Panstrongylus* Berg 1879: Evolution, ecology and epidemiological significance. *Acta Tropica*, 110:187–99.
- PARRA-HENAO, G., ANGULO, V., JARAMILLO, N. & RESTREPO, M., 2009.- Triatominos (Hemiptera: Reduviidae) de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Aspectos epidemiológicos, entomológicos y de distribución. *Revista CES medicina*, 23(1): 17-26.
- PROUS, X., 2005.- *Entradas de cavernas, interfaces de biodiversidade entre ambientes externos e subterráneos: Distribuição dos artrópodos da Lapa do Mosquito, Minas Gerais*. Dissertação de mestrado apresentada no programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Universidade Federal de Minas Gerais. Tese de Mestrado.
- READIO, P.A., 1927.- Studies on the biology of the Reduviidae of America north of Mexico. *Kansas Univ Sci Bull*, 17: 1–291.
- SCHUH, R. & SLATER, J., 1995.- True bugs of world (Hemiptera, Heteroptera). *Classification and natural history*. Cornell University, Ithaca. 336 pp.
- SILVA, A.C. & GIL-SANTANA, H.R., 2004.- Predation of *Apiomerus pilipes* (Fabricius) (Hemiptera, Reduviidae, Harpactorinae, Apiomerini) over *Meliponinae* bees (Hymenoptera, Apidae), in the State of Amazonas, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 769–774.
- SOTO-VIVAS, A., LIRIA, J. & DE LUNA, E., 2009.- Morfometría geométrica y filogenia en *Rhodnius* (Hemiptera, Reduviidae) de Venezuela. *Acta Zool. Mex*, 27(1): 87-102.
- TONN, R.J.; CARCAVALLO, R. & ORTEGA, R., 1976.- Notas sobre la biología, ecología y distribución geográfica de *Rhodnius robustus* Larrouse, 1927 (Hemiptera, Reduviidae). *Bol. Dir. Malariol. Saneam. Amb*, 16:158-162.
- VÁSQUEZ, L.R., JARAMILLO, E. & MOLINA, E.J.A., 2007.- Triatominos del municipio de Mocoa, departamento del Putumayo. *Revista Facultad de Ciencias de la Salud Universidad del Cauca*, 9(3): 46-50.
- VEGA, S., MENDOZA, A. & CABRERA, R., 2006.- Primer caso de enfermedad de Chagas aguda en la Selva Central del Perú: investigación de colaterales, vectores y reservorios. *Rev. peru. med. exp. salud pública*, 23(4) 288-292.
- WEAVER, E.C., CLARKE, E.T. & WEAVER, N., 1975.- Attractiveness of an assassin bug to stingless bees. *J. Kans. Entomol. Soc*, 48: 17- 18.
- ZHANG, G. & WEIRAUCH, C., 2011.- Matching dimorphic sexes and immature stages with adults: resolving the systematics of the *Bekilya* group of Malagasy assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae: Peiratinae). *Systematic Entomology*, 36: 115–138.

a.- Exposición temporal “REFLEJOS Y PATRONES”

Con curadurías de Viviana A. Ramírez y Julián A. Salazar (historia natural), Alexander Lemus y César M. Hernández (geología), fotografías de Camilo M. López e Ivonne Velásquez del Consultorio de Diseño y coordinación de la Dra. Olga Lucía Hurtado, Directora del Centro de Museos, se inauguró el 14 de julio de 2016 esta bella exposición en la sala temporal. Dos colecciones del Centro de Museos se conjugaron para mostrar una serie de elementos orgánicos (insectos) e inorgánicos (rocas y minerales) que coinciden en sus patrones de diseño y coloración. Este fenómeno se encuentra en los tres grandes reinos de la naturaleza en los cuales se evidencia el vasto, rico y sin duda interconectado mundo natural que nos sustenta, expresión cada uno de ellos de la gran fortaleza expansiva de la vida. En palabras de la directora, “Reflejos y patrones” nos invita a observar parte de la multiplicidad de las manifestaciones con que la naturaleza se expresa y nos conduce a mirar integralmente las múltiples configuraciones de lo existente por medio de su afinidad y correspondencia. Detalles: museo@ucaldas.edu.co, www.museo.ucaldas.edu.co



b.- Eventos

* II Encuentro Nacional de Museos de Historia Natural y conmemoración de los 80 años del Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca, Popayán, martes 13 de septiembre de 2016. Por el Centro de Museos asistió la Dra. Olga Lucía Hurtado.

* VI Taller Internacional de Estudios del Paisaje. Primer Encuentro Internacional Patrimonio Biocultural y Territorios Sostenibles, sala Carlos Náder del 21 al 23 de julio de 2016. Organizaron Universidad de Caldas, Centro de Museos, Territorios con identidad Cultural y RIMIS-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

* Curso de Morfometría Geométrica, organizado por la Maestría en Ciencias Biológicas, dirigido por los especialistas Sandra Milena Ospina y Víctor Hugo García Merchán, sala Thomas van der Hammen, Universidad de Caldas, del 1 al 6 de agosto de 2016.

c.- Nuevo Asesor en Historia Natural

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, a través del Programa de Biología, designó al Dr. Paul David Alfonso Gutiérrez como coordinador de las colecciones de Historia Natural del Centro de Museos, en reemplazo de Viviana Andrea Ramírez. Paul es profesor asistente del Departamento de Ciencias Biológicas, especialista en herpetología, a quien auguramos éxitos en su gestión al igual que reiteramos nuestro agradecimiento a Viviana y a Beatriz por su meritorio trabajo en el museo. Detalles: museo@ucaldas.edu.co

d.- Presencia de *Pirascça pluto* (Stichel, 1011) en Caldas (Lepidoptera: Riodinidae)

Pirascça pluto es un riodinido andino perteneciente a la tribu Symmachiini descrito por Hans Stichel en 1911 bajo el género *Phaenochitonía* Stichel (Stichel, 1910; Seitz, 1917). Actualmente es una de la especies que conforma *Pirascça*, un género propuesto por Hall & Willmott (1996) para contener 12 especies que habitan principalmente el bosque húmedo de Sudamérica. Warren *et al.*, (2013), figuran el tipo cuyas etiquetas dicen Valdivia, Colombia, pero la hembra era desconocida hasta el presente y se describe como sigue, ♀: ala anterior (AA) envergadura alar: 13-14 mm, anverso del AA negro pero sin el brillo del ♂, interrumpido por una banda naranja vivo, de 3 mm de ancho que nace en la costa, cruza la región medial y postmedial y culmina con borde redondeado donde comienza el torno alar. El AP es negro mate sin marcas. El reverso es de tonalidad café con la banda naranja translúcida del anverso y con los ojos, palpos, tórax y patas café oscuro. ME: COLOMBIA, CALDAS: **Riosucio-Cerro las Brujas**, a 1700 msnm, 1 ♀ & 7 ♂♂, abril 13 de 2006, noviembre 6 y 13 de 2011, junio 28 de 2014 y marzo 26 de 2016. *Pirascça pluto* es afín morfológicamente con *P. crocostigma* (Bates, 1868) del Brasil, pero difiere por tener el abdomen en los machos de color rojo encendido dorsalmente, mientras aparece ausente en *crocostigma* y su hábitat andino

es distinto al de ésta. Se puede especular que esta mancha roja, existente tanto en el abdomen como en las inmediaciones del ala posterior, constituye una posible señal aposemática o de advertencia para eventuales depredadores como aves y lagartos. La especie se encuentra localmente en ambas vertientes de la Cordillera Central en Caldas, en la cima de las colinas (1400-1700 msnm). Detalles: julian.salazar_e@ucaldas.edu.co



♀ de *Pirascca pluto* (anverso derecho)

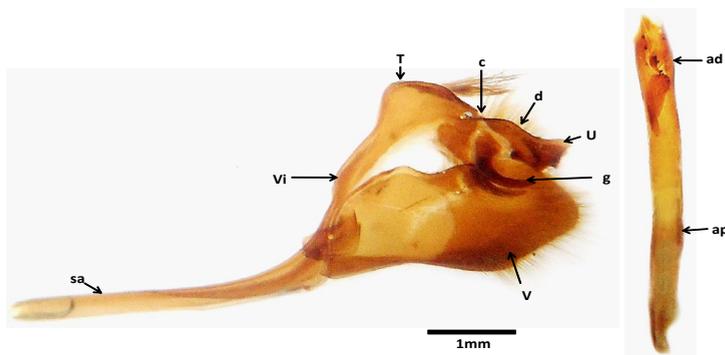


♂ de *Pirascca pluto* en su hábitat natural

e.- Ilustración y descripción de la genitalia de *Talides montezuma* Geale & Salazar, 2016 (Lepidoptera: HesperIIDae) y un nuevo registro de licénido

Talides montezuma fue descrita por los presentes autores en la primera edición 20 (1) de 2016 procedente del Cerro Montezuma, Pueblo Rico, Risaralda; no obstante, no se alcanzó a incluir la genitalia de holotipo que se describe seguidamente: Tegumen robusto y ligeramente elevado, valvas de aspecto triangular y cónicas, aedeagus recto con los procesos no muy manifiestos, saccus extraordinariamente alargado y recto, domo del uncus con depresión dorsal curvada, vinculum recto y grueso.

Talides montezuma



ad: proceso distal del aedeagus; ap: proceso posterior del aedeagus; c: constricción dorso-ventral de la base del uncus; d: domo del uncus; g: gnathos; sa: saccus; T: tegumen; V: valva; Vi: vinculum.

De otro lado, la carátula de la presente edición muestra la especie *Fasslantonius episcopalis* (Fassl, 1912), un raro licénido de la Cordillera Occidental que no se registraba desde 1993 para Colombia (Salazar, 1993; Bálint & Salazar, 2003). En esta ocasión, con dos nuevos registros logrados al vivo el 2 y 5 de mayo de 2015, en la misma localidad de *Talides montezuma*. Detalles: Julián A. Salazar E Julianmantis@gmail.com, David Geale, dichrozona@gmail.com

f.- Ilustración del lectotipo de *Sphaenognathus mandibularis* Boileau, 1911 y comentario sobre los lucánidos de la colección “Francisco Luis Gallego” Universidad Nacional sede Medellín

Sphaenognathus mandibularis es una rarísima especie de lucánido descrito por Henri Boileau en 1911 por dos machos procedentes de Medellín, Antioquia, al estudiar un material depositado en el Museo Británico de Historia Natural (Londres). Al presente podría tratarse de una especie supuestamente extinta, pues que se sepa, no ha sido registrada de nuevo en colecciones nacionales o extranjeras en más de 100 años, por lo que figuramos como información un lectotipo masculino que sirvió para la descripción original con sus etiquetas respectivas (ver foto anexa, a la izquierda). En dicho contexto, la colección de lucánidos de la legendaria colección del Museo Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Medellín, tiene a su haber cerca de 30 ejemplares pertenecientes a los géneros *Cantharolethrus* Thomson y *Sphaenognathus* Buquet, que representan un importante material de este interesante grupo de escarabajos destinado a futuros análisis de la fauna colombiana (fotos anexas a la derecha). Detalles: John Albeiro Quiroz Gamboa, batblack@gmail.com, julian.salazar_e@ucaldas.edu.co



g.- Importante hallazgo fosilífero en Villamaría, Caldas

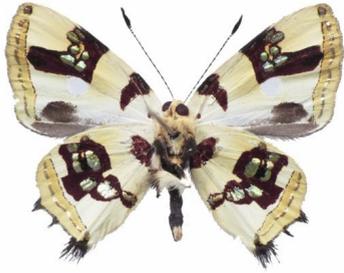
Fernando Cardona, nuestro antiguo colega del museo, da cuenta de un hallazgo hecho en la finca La Palma, vereda Alto Castillo en Villamaría, con un yacimiento de fósiles en la quebrada Santo Domingo. Según el profesor Mario Moreno de la Facultad de Geología, los fósiles de amonitas encontrados corresponden al género *Douvilleiceras*, que pertenecen a rocas sedimentarias de origen marino del complejo Quebrada Grande, periodo Albiano Inferior, cuya edad es cercana a los 110 millones de años, siendo ligeramente más antiguos que aquellos hallados en Manizales (La Sultana). Dicho complejo reúne rocas volcánicas y sedimentarias que se formaron en una cuenca marina al oeste de Colombia durante el cretácico temprano. Detalles: Fernando Cardona cel. 3137249133



h. –*Anteros aurigans* Gallard & Brevignon, 1989 (Lepidoptera: Riodinidae), nuevo registro para la fauna colombiana

Anteros Hübner (1819) es un conspicuo género de riodinidos neotropicales cuyas especies colombianas fueron revisadas por Rodríguez, Constantino & Salazar (2010). No obstante nuestro amigo Gregory Nielsen reporta recientemente la presencia de la especie *Anteros aurigans* Gallard & Brevignon para una región del piedemonte este de la Cordillera Oriental (Finca las Brisas vía a Acacias, Km 13, Villavicencio-Meta).

Originalmente esta especie se describió para la Guyana Francesa y es notablemente parecida a la familiar *A. formosus* (Cramer, 1777). Detalles: Greg Nielsen, gregorynielsen@att.net



A. aurigans



A. formosus

EL BOLETÍN CIENTÍFICO DEL CENTRO DE MUSEOS de la Universidad de Caldas es una revista especializada para la divulgación de trabajos resultantes de la investigación en **HISTORIA NATURAL** relacionada en ciencias biológicas afines. La revista se publica dos veces al año con las siguientes temáticas: Artículos principales (hasta 30 páginas manuscritas) relacionados con Mastozoología, Ornitología, Herpetología, Entomología, Botánica y Conservación.

Artículos enfocados a la conservación de colecciones biológicas o a diversos aspectos de Museología en Historia Natural.

Comunicaciones cortas como revisiones de libros, reconocimientos de trayectoria profesional, anuncios de cursos y eventos que tengan que ver con Historia Natural.

Sin excepción todo artículo presentado en este boletín debe ser original y no publicado en ninguna otra revista o medio electrónico existente.

PAUTAS GENERALES

Los artículos pueden ser escritos en español o inglés y serán publicados en el idioma en que sean enviados, pero no se aceptarán aquellos que estén publicados o sometidos a otra revista.

Los manuscritos serán revisados por, al menos uno o dos especialistas en el tema y podrán consultar con el director para su aceptación o no en la revista. Aquellos artículos ceñidos fielmente a las instrucciones indicadas aquí serán más favorecidos para su publicación.

Se debe enviar un original y dos copias de los trabajos, con letra de tamaño grande (12 o 14 puntos), alineados a la izquierda, en papel tamaño carta, con márgenes de 3 cm en todos los lados y a doble espacio (incluyendo título, palabras clave, resúmenes, textos, tablas y bibliografía).

Además se debe enviar el material en medio magnético (Disquete, Disco Compacto) y grabado en archivo MS-Word. En lo posible, todos los manuscritos deben llevar un título, un resumen y un índice de palabras clave en español (ideal si se incluye una versión en inglés), excepto en los de reconocimiento. No es indispensable que las páginas vayan numeradas.

Cuando los trabajos sean resultado de investigaciones sobre especies en particular que necesiten ejemplares testigo de colecciones, es importante indicar el lugar (museo, herbario o institución ojalá registrada ante el Instituto Alexander Von Humboldt) donde se encuentren depositados los especímenes. Así mismo, se debe indicar el colector o colectores, las fechas de captura y los sitios de recolección estrictamente. Igualmente, al referir material conservado o depositado en el Museo de Historia de Natural, Universidad Caldas debe citarse esta institución abreviadamente (MHN-UC) que lo diferencia del material contenido en el Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca, puesto que tiene siglas abreviadas parecidas (MHN-UCC) y que han sido empleadas de modo confuso en otros números del boletín.

De los artículos principales

El manuscrito de los artículos principales o el relacionado con la conservación de colecciones biológicas se debe dividir del siguiente modo secuencial: el título, el resumen y las palabras clave debajo de cada resumen, los nombres y apellidos de los autores omitiendo el segundo apellido o mencionándolo con la letra inicial, la dirección institucional de cada autor y el correo electrónico para correspondencia, la introducción, la metodología y los materiales empleados, los resultados, su discusión, los agradecimientos, la bibliografía citada en el texto, las tablas y la figuras respectivas usadas.

De las abreviaciones y estilo Los nombres científicos de especies se escriben en itálica. Es recomendable escribir el nombre completo por primera vez en el texto, pero en adelante se abrevian en lo posible. Por ninguna razón se deben dividir las palabras en el margen derecho en ningún lugar del manuscrito.

Se debe usar el sistema métrico y sus abreviaciones para todas las medidas y utilizar cifras decimales que en los artículos en español van separadas con comas y en los de inglés con puntos (ej: 0,010 y 0.010).

De las Referencias

Los nombres de los autores consultados en las referencias y que son mencionados en el texto deben citarse con letras mayúsculas y bajo las siguientes indicaciones o ejemplos:

“(MARTÍNEZ, 2000)” si el nombre del autor es parte de la oración, y “(MARTÍNEZ, 2000)” si no lo es

“(MUÑOZ, 1999, 2000)” para dos artículos de un autor citados a la vez.

“(MUÑOZ, 1999a, 1999b)” para dos artículos por el mismo autor en el mismo año

“(ALBERICO *et al.*, 2000; BERTH *et al.*, 2001; CALLEJAS *et al.*, 2002; JORDAN *et al.*, 2003; SALAZAR *et al.*, 2003)”, para dos o más publicaciones de autores diferentes.

Deberán citarse en orden alfabético y luego cronológico o cuando aparezca un grupo de citas bibliográficas del mismo autor en años distintos. Los diversos autores se separan por punto y coma. Cuando la referencia corresponda a una cita de dos autores, los apellidos se conectan por el símbolo “&” y si la publicación es de más autores, debe mencionarse únicamente el primer autor en mayúsculas seguidos por “*et al.*”: “(MUÑOZ *et al.*, 2001)”.

Se pueden mencionar datos no publicados, comunicaciones personales o por vía electrónica y artículos recientemente aceptados, en este caso deben enviar copia de la carta de aceptación al director de la revista para su verificación.

La lista bibliográfica mencionada al final del artículo debe ser en orden alfabético, con base en el primer apellido de los autores siempre en mayúsculas y luego el cronológico, siguiendo los siguientes ejemplos:

Artículo publicado en revista

PECK, S.B. & FORSYTH, A., 1982.- Composition, structure and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (*Coleoptera: Scarabaeidae*). *Canadian J. Zool.*, 60 (7): 1624-1634.

Capítulo en volumen editado

LÓPEZ, H. & MONTENEGRO, O., 1993.- Mamíferos no voladores de Carpanta: 165-187 (en) ANDRADE, G.I (ed.) *Carpanta: Selva Nublada y Páramo*. Fundación Natura, Bogotá.

Citación de Libro

HILTY, S.L. & BROWN, W.L., 1986.- *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton Un. Press.

Citación de Tesis

ÁLVAREZ, J.A., 1993.- Inventario de las mariposas (*Lepidoptera, Rhopalocera*), con anotaciones ecológicas para dos zonas del departamento de Risaralda, Colombia: Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá.

En lo posible se deben abreviar los nombres de las revistas citadas y escribirlos en itálica, así mismo el título de los libros pero estos se escriben completamente sin abreviar. Para efectos de esta revista en la bibliografía o cuando se cite el Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas debe abreviarse como “*Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*”.

De las comunicaciones cortas

En ellas se incluye las Novedades en Historia Natural, las Revisiones Bibliográficas, los homenajes biográficos etc. que pueden escribirse sin el uso de subtítulos en la introducción, materiales o métodos, resultados o discusión.

Tablas

Deben citarse en el texto, identificadas y enumeradas consecutivamente con números arábigos. El encabezamiento debe ser conciso y descriptivo e ir sobre éstas. Las abreviaturas o símbolos se deben explicar al pie de la tabla. Las tablas deben salvarse como parte del texto y estar separadas en páginas diferentes después de las referencias bibliográficas. Deben explicarse por sí solas y no duplicar lo planteado en el texto. Es imprescindible digitalarlas todas de acuerdo con el menú del Word “Insertar Tabla”, en celdas distintas (no se aceptarán cuadros con valores separados por la herramienta ENTER o colocadas como figura).

Figuras

Incluyen gráficos y fotografías, los cuales deben citarse apropiadamente en el texto y estar identificados y enumerados consecutivamente, usando números arábigos. El título de la figura debe ser conciso y descriptivo y se debe colocar debajo de la figura. Es importante cerciorarse de que cada gráfico o figura estén citados en el texto. Si se utilizaron figuras, datos publicados o inéditos provenientes de otra fuente, deben contener la fuente de donde fueron extraídos y referenciarla.

Las unidades, letras, números y símbolos deben ser claros y uniformes en todas las ilustraciones y de tamaño suficiente para que sigan siendo legibles, incluso después de la reducción necesaria para su publicación. Los títulos y explicaciones detalladas se deben incluir en los pies o epígrafes y no sobre las propias ilustraciones.

Los puntos de las curvas en los gráficos estadísticos se deben representar con marcadores contrastantes como círculos, cuadrados, triángulos o rombos (reellenos o vacíos). Así mismo, las curvas se deben identificar, de forma tal que el exceso de información no comprometa la comprensión del gráfico.

En el caso de gráficos de barras, se deben usar diferentes efectos de relleno (puntillados, líneas horizontales, verticales, diagonales, etc.). Se deben evitar los colores grises ya que dificultan la visualización en la impresión y no se debe usar fuente de letra en negrilla en las figuras.

Para enviar las figuras en medio digital se deben escanear a una resolución de mínimo 300 dpi, o se pueden digitalizar por medio de una cámara fotográfica.

De la Correspondencia

Todo material para publicar debe enviarse a:
Comité Editorial
Boletín Científico Museo de Historia Natural
Centro de Museos, Universidad de Caldas
Apartado aéreo 275, Manizales- Colombia
Carrera 23 No 58-65 Sede Palogrande
Telefax 8851374
E-mail: julianmantis@gmail.com

Los manuscritos que no se ciñan a las normas indicadas arriba se devolverán a sus autores con recomendaciones pertinentes para una adecuada publicación. A cada autor a quien se le publique se le enviarán copias del Boletín Científico del Museo de Historia Natural correspondientes al número donde aparece su trabajo publicado.

El Boletín Científico se encuentra indexado en los siguientes *abstracts* internacionales:

Biosis: Biological Abstract y Zoological Record Bibliography of Neotropical Butterflies (Association For Tropical Lepidoptera)- Abstracts
Icom: Conseil International des Musées- Abstract

AUTHOR GUIDELINES

The **BOLETÍN CIENTÍFICO del CENTRO DE MUESEOS** of the Universidad de Caldas is a specialized journal, whose purpose is to disclose research results in **NATURAL HISTORY** related to similar biological sciences. The journal is published twice a year with the following topics: Main articles (up to 30 printed pages) related to Mastozoology, Ornithology, Herpetology, Entomology, Botany, and Conservation.

Articles aimed at the conservation of biological collections or at diverse aspects of Museology in Natural History.

Short communications such as book revisions, acknowledgements of professional trajectory, course and event announcements related to Natural History.

Without exceptions, all articles presented to this journal should be original. They must not be published in another journal or electronic means.

GENERAL GUIDELINES

The articles can be written in Spanish or English and will be published in their original language. However, articles that have been published in other journals will not be included.

The texts will be revised by at least one or two specialists and their concept will influence the director's decision regarding publication. The articles that strictly follow these indications will be favored.

The original, two copies, a CD copy of the text with letter size 12 or 14, letter size pages, with 3 cm margins on all sides and doubled spaced (including title, key words, abstract, texts, tables and bibliography) in MSWord format should be sent.

Whenever possible, all of the texts should have a title, abstract and key words in both Spanish and English, except in the acknowledgments texts. When the texts are research results on particular species that require witness samples of collections, it is important to indicate the place (museum, herbarium or institution, preferably one that is registered in the Alexander Von Humboldt Institute) where the specimens are deposited. The collectors, the capturing dates and the recollection sites should also be indicated.

In addition, when referring to conserved or deposited material from the Museum of Natural History of the Universidad de Caldas, the institution should be cited using the abbreviation (MHN-UC), which differentiates it from the material found at the Museum of Natural History, Universidad del Cauca (MHN-UCC), to clear up the confusion, since they have been used interchangeably in previous volumes of the journal.

Main articles Main articles and those related to the conservation of biological collections should have the following order: title, abstract and key words, authors' full names,

institutional address and electronic mail address, introduction, methodology and materials, results, discussion, acknowledgments, bibliography, tables and graphs.

Abbreviations and style

The scientific names of the species should be written in italics. It is advisable to write the complete name the first time it appears in the text, but from then on it should be abbreviated.

Words should not be divided anywhere in the text. The metric system and its abbreviations must be used for all measurements, separating the decimal numbers with periods.

Bibliography

The name of the authors consulted in the bibliography and that are mentioned in the text, should be cited in capital letters and under the following specifications:

MARTINEZ (2000), if the author's name is part of the sentence, and (MARTINEZ, 2000) if not.

(MUÑOZ, 1999, 2000) for two articles of the same author cited simultaneously.

(MUÑOZ, 1999a, 1999b) for two articles of the same author from the same year.

(ALBERICO *et al.*, 2000; BERTH *et al.*, 2001; CALLEJAS *et al.*, 2002; JORDAN *et al.*, 2003; SALAZAR *et al.*, 2003), for two or more publications of different authors. They should be cited in alphabetical order, first, and then in chronological order. The diverse authors should be separated by semicolons.

When the reference corresponds to a citation of two authors, the last names should be connect by the "&" symbol, and if the publications belong to more than two authors, the last name of the first author goes in capital letters followed by "*et al.*": (MUÑOZ, *et al.*, 2001).

Unpublished information, personal communications, electronic mails, and recently accepted articles can be mentioned. In the last case, the acceptance letter should be sent to the director for its verification.

The bibliographical list mentioned a the end of the article should be in alphabetical order according to the last name of the authors, always in capital letters and then in chronological order, as in the following examples:

Journal article

PECK, S.B. & FORSYTH, A., 1982.-Composition, structure and competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (*Coleoptera: Scarabaeidae*). *Canadian J. Zool.*, 60 (7):1624-1634.

Book chapter

LÓPEZ, H. & MONTENEGRO, O., 1993-Non—flying mammals of Carpanta: 165-187 (in) ANDRADE, G.I. (ed.) *Carpanta: Selva Nublada y Páramo*. Fundación Natura, Bogotá.

Book

HILTY, S.L. & BROWN, W.L., 1986-*A Guide to the Bird of Colombia*. Princeton Un. Press.

Thesis

ÁLVAREZ, J.A., 1993-Butterfly (*Lepidoptera*, *Rhopalocera*) inventory, with ecological notes for two zones of the department of Risaralda, Colombia: Thesis, Universidad Nacional de Colombia, Science Faculty, Bogotá.

Whenever possible the name of the cited journals should be abbreviated and written in italics, additionally, the book titles should be written completely, without any abbreviations. When citing the Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas should be abbreviated as follows: “*Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*”.

Short communications

These include novelties in Natural History, Bibliographical Revisions, Bibliographical Tributes, which can be written without subtitles (introduction, materials and methods, results, discussion).

Charts

They must be mentioned in the text, identified and enumerated consecutively with Arabic numbers. The heading must be concise and descriptive and must be placed above the charts. The abbreviations or symbols must be explained below the chart. The charts must be saved as part of the text and be separated on different pages after the bibliographical references. They must explained themselves, and not repeat what was mentioned in the text. It is essential that they are created with the Word menu “Insert Chart”, with different cells (charts with values separated by the ENTER key or as figures will not be accepted).

Figures

They include graphs and photographs, which must be mentioned appropriately in the text. They must be identified and enumerated consecutively, using Arabic numbers. The title of the figure must be concise and descriptive and it should be placed underneath the figure.

It is important to make sure that each graph or figure is mentioned in the text. If figures, published or unpublished data originating from another source were used, they must contain the original source, and it must be referenced.

The units, letters, numbers and symbols must be clear and uniform in all the illustrations and of a size big enough for their legibility, even after the necessary reduction made for their publication. The titles and detailed explanations must be included underneath, and not in the illustrations themselves.

The points of the curves in statistical graphs should be represented with contrasting markers such as circles, squares, triangles or rhombuses (filled or empty). Additionally, the curves should be clearly identified, so that the excess of information does not jeopardize the understanding of the graph.

In the case of bar graphs, different filling effects must be used (dotted or horizontal, vertical, diagonal lines, etc.). The gray colors should be avoided since they hinder the visualization of the printed form, and bold letters should not be used in the figures.

In order to send the figures in digital form, they should be scanned in a resolution of minimum 300 dpi, or whenever possible, digitized by means of a camera.

Correspondence

Materials can be sent to:

Comité Editorial

Boletín Científico Museo de Historia Natural

Centro de Museos, Universidad de Caldas

A. A. 275, Manizales, Caldas, Colombia

Carrera 23 # 58-65 Sede Palogrande

Telefax: 8851374

E-mail: julianmantis@gmail.com

The texts that do not follow the indicated norms will be returned to their authors with the appropriate comments for its publication.

Each author whose article is published will receive a copy of the Boletín Científico del Museo de Historia Natural Journal, corresponding to the number in which it is included.

The Boletín Científico Journal is indexed in the following international abstracts:

Biosis: Biological Abstract and Zoological Record.

Bibliography of Neotropical Butterflies (Association for Tropical Lepidoptera)-Abstracts.

Icom: Conseil International des Musées- Publication Abstract.

Ricardo Álvarez León. Maestría Oceanografía. Fundación Horizontes Verdes. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: ricardoalvarezleon@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9668-099X>

Julián Yessid Arias Pineda. Investigador. Universidad de los Andes. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Correo electrónico: jy.arias10@uniandes.edu.co

Reynaldo Arteta Bonivento. Doctorado en Sostenibilidad. Fundación BIOTA. Riohacha, Guajira, Colombia. Correo electrónico: fbiota@yahoo.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4625-5933>

Wilmar Bolívar. Magíster Ecología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: wilmar.bolivar@correounivalle.edu.co.

Andrés Fernando Botero Cardona. Maestría en Desarrollo Sostenible. Universidad Católica de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: afbotero@ucm.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6586-6954>

Katherine Chamorro Pérez. Pregrado Biología. Universidad del Atlántico. Barranquilla, Atlántico, Colombia.

Ángela M. Cortés Gómez. Maestría en Ciencias. Universidad Javeriana. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Correo electrónico: cortesangela@javeriana.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1283-9810>

Lorena Cruz Bernate. Maestría en Ciencias. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: lorena.cruz@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6854-8852>

José Gabriel Cruz Cerón. PhD Producción Agropecuaria. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: gabocruz@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1550-6517>

Sebastián Escobar Vargas. Pregrado Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: Sebastian.escobar@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2773-5344>

Sara Fernández Garzón. Pregrado Biología. Universidad de Barcelona. Barcelona, Barcelona, España. Correo electrónico: Sara.fernandez@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2914-6161>

Carolina Feuillet Hurtado. Maestría en Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: carolina.feuillet@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4636-3707>

Jenny Gallo. Pregrado Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: jenny.gallo@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3653-3805>

Delly Rocío García. Doctorado en Ciencias. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío, Colombia. Correo electrónico: rociogarcia@uniquindio.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4821-6754>

Jorge Enrique Gil. Magíster en Territorio. U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia. Correo electrónico: jorge.cil@uptc-edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4695-2683>

Alan Giraldo. Maestría en Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: alan.giraldo@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9182-888x>

Lucimar Gomes Dias. Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: lucimar.dias@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/000-0001-6480-7688>

Mario Javier Gómez Martínez. Maestría en Agroecología. Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima, Colombia. Correo electrónico: mjpgomez@ut.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5048-7182>

Alberto Grajales Quintero. PhD en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: Alberto.grajales@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4665-3758>

Christine Margareth Hahn. Maestría en Producción. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: Christine.hahn@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0018-4642>

Diego Hernández García. Maestría. Universidad de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: diegoh@umanizales.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7134-8704>

Mónica Hernández López. Pregrado Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: monica.hernandez@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5818-352X>

Alejandra Hurtado Giraldo. Pregrado Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: aleja8803@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/XXXXXX>

Jun Ishida Castañeda. Pregrado Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: Jun.ishida@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8348-9571>

Lenix Lázaro Molina. Investigador. Fundación BIOTA. Riohacha, Guajira, Colombia.

Julián Llano Mejía. Pregrado Biología. Universidad de Antioquia. Medellín, Antioquia, Colombia. Correo electrónico: Julian.llanom@udea.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1973-2979>

Camilo Andrés Llano Mejía. Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: camiloandresllanoarias@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5812-7360>

Rubian Augusto López Llano. Pregrado Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: rubian069@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2321-0049>

Mateo Marín Martínez. Pregrado Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: Mateo2805@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1675-4635>

Neis José Martínez. Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad del Atlántico. Barranquilla, Atlántico, Colombia. Correo electrónico: neyjosemartinez@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7815-1437>

Ana María Meza Salazar. Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: anamariamezasalazar@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1331-5952>

James Montoya. PhD en Ciencias. Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: james.montoya@correounivalle.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2122-1323>

Maria Eugenia Morales. PhD Ciencias-Biología. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia. Correo electrónico: maria.morales@uptc.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5332-9956>

Fabiola Ospina Bautista. Doctorado en Ciencias. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: fabiola.ospina@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2498-1459>

Luis Carlos Pardo Locarno. Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad del Pacífico. Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia. Correo electrónico: pardolc@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4464-9771>

Nestor Fernando Pérez. PhD Biología. Universidad Nacional de Colombia Sede Orinoquia. Arauca, Colombia. Correo electrónico: nfperezb@unal.edu.co. ORCID:

Emilio Realpe. Docente investigador. Universidad de los Andes. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Maria Cristina Román Garrido. Pregrado Biología. Universidad del Atlántico. Barranquilla, Atlántico, Colombia. Correo electrónico: mcristy16@gmail.com.

Cristian Román Palacios. Pregrado Biología. Universidad de Arizona. Tucson, Arizona, EU. Correo electrónico: cromanpa94@email.arizona.edu. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1696-4886>

Juliana Rubio Marín. Pregrado Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: julirubio87@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6020-8901>

Julián Adolfo Salazar Escobar. Maestría Ciencias Biológicas. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: julianmantis@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2268-7803>

Alberto Soto. Doctorado Entomología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: alberto.soto@ucaldas.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9727-8919>

Alba Marina Torres González. Magíster Biología. Universidad del Valle. Cali, Valle, Colombia.

Luis Alberto Vargas Marín. Maestría en Desarrollo Sostenible. Universidad de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: lvargas@umanizales.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5391-4274>

Sebastián Villada Bedoya. Pregrado Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: escarasebas@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-1724-2304>

Alfonso Villalobos Moreno. Doctorado en Ciencias. Universidad Nacional. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Correo electrónico: avillalobosmo@unal.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1713-7823>

Daniela Villanueva. Pregrado Biología. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío, Colombia. Correo electrónico: daniela.villanueva9301@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5485-3952>

Juan Camilo Zuluaga. Pregrado Biología. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: Juan_ah25@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7679-1396>

Marco Antonio Zúñiga Oviedo. Pregrado Ingeniería Agronómica. Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. Correo electrónico: meissen.3@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9288-8515>



**BOLETÍN CIENTÍFICO
CENTRO DE MUSEOS
MUSEO DE HISTORIA NATURAL**

FORMATO DE SUSCRIPCIÓN

Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados
Universidad de Caldas, Calle 65 N° 26 - 10
A.A. 275 Manizales - Colombia
Tel: 8781500 ext 11222
emails: revistascientificas@ucaldas.edu.co
museo@ucaldas.edu.co

| | | |
|---|---------------------------------|----------------------|
| Nombre / <i>Name</i> | <input type="text"/> | |
| Cédula / <i>Identificación number</i> | <input type="text"/> | |
| Dirección / <i>Address</i> | <input type="text"/> | |
| Ciudad / <i>City</i> | <input type="text"/> | |
| Departamento / <i>State</i> | Código Postal / <i>Zip Code</i> | <input type="text"/> |
| País / <i>Country</i> | <input type="text"/> | |
| Teléfono / <i>Phone Number</i> | <input type="text"/> | |
| Profesión / <i>Profession</i> | <input type="text"/> | |
| Institución / <i>Employer</i> | <input type="text"/> | |
| Email | <input type="text"/> | |
| Dirección de envío / <i>Mailing Address</i> | <input type="text"/> | |

Suscriptores Nacionales por un año. (2) Ejemplares

Último ejemplar recibido / *Last issue mailed:*

Año / *Year* Volumen / *Volume* Número / *Number* Fecha / *Date*



Ventas, suscripciones y canjes
Vicerrectoría de Investigaciones y
Postgrados
Universidad de Caldas
Sede Central
Calle 65 No. 26 - 10
A.A. 275
Teléfonos: (+6) 8781500
ext. 11222
e-mail:
revistascientificas@ucaldas.edu.co
Manizales - Colombia



Revista
Agronomía
Indexada en:
Publindex Categoría B



Revista
Biosalud
Indexada en:
Publindex Categoría A2
Lilacs



Revista
Cultura y Droga



Revista
Eleuthera
Indexada en:
Publindex Categoría C



Revista
Luna Azul (On Line)
lunazul.ucaldas.edu.co
Indexada en:
Publindex Categoría A2
Index copernicus, DOAJ



Revista
Discusiones Filosóficas
Indexada en:
Publindex Categoría A2
Philosopher's Index
SciELO
Ulrich's Periodicals Directory





Revista
Boletín Científico
Museo de Historia Natural
Indexada en:
Publindex Categoría A2
SciELO



Revista Colombiana de las Artes Escénicas
Indexada en:
Publindex Categoría C



Revista
Veterinaria y Zootecnia
Indexada en:
Publindex Categoría B



Revista
Hacia la Promoción
de la Salud
Indexada en:
Publindex Categoría A2
Lilacs - SciELO



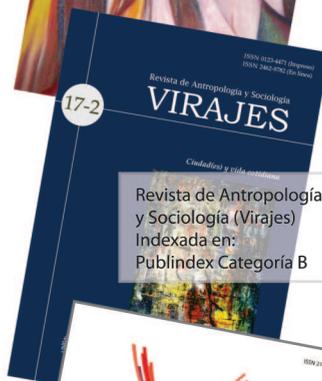
Revista
Jurídicas
Indexada en:
Publindex Categoría C
Scopus



Revista Latinoamericana
de Estudios Educativos
Indexada en:
Publindex Categoría B



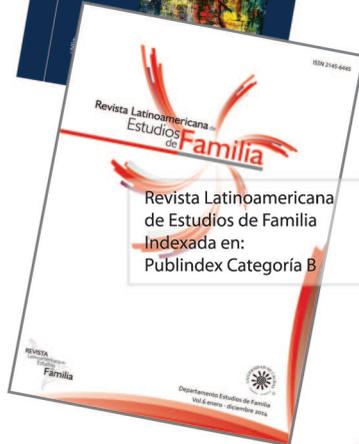
Revista
Vector



Revista de Antropología y Sociología
(Virajes)
Indexada en:
Publindex Categoría B

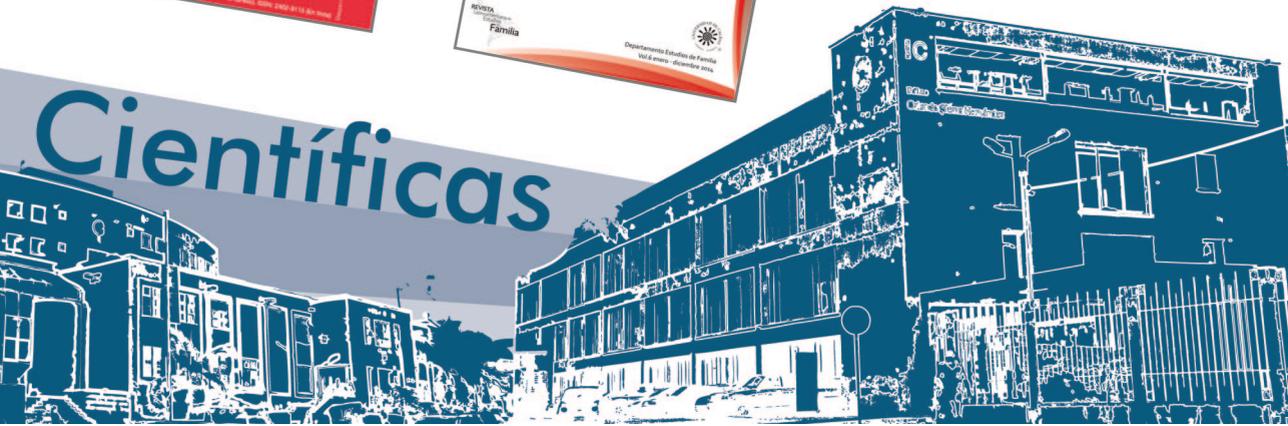


Revista
Kepes
Indexada en:
Publindex Categoría B



Revista Latinoamericana
de Estudios de Familia
Indexada en:
Publindex Categoría B

Científicas





Esta revista se terminó de imprimir
en el mes de diciembre de 2016
en los talleres de Editorial Matiz
Universidad de Caldas
Manizales - Colombia