

BOLETÍN CIENTÍFICO
CENTRO DE MUSEOS
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
Vol. 14 No. 2

SCIENTIFIC BULLETIN
MUSEUM CENTER
NATURAL HISTORY MUSEUM
Vol. 14 No. 2

bol.cient.mus.his.nat.	Manizales (Colombia)	Vol. 14 No. 2	266 p.	julio - diciembre de 2010	ISSN 0123-3068
------------------------	----------------------	---------------	--------	---------------------------	----------------



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

*ISSN 0123 – 3068
- Fundada en 1995 -
Periodicidad semestral
Tiraje 300 ejemplares
Vol. 14 No. 2, 266 p.
julio - diciembre, 2010
Manizales - Colombia*

Rector | *Ricardo Gómez Giraldo*
Vicerrector Académico | *Germán Gómez Londoño*
Vicerrector de Investigaciones y Postgrados | *Carlos Emilio García Duque*
Vicerrector Administrativo | *Fabio Hernando Arias Orozco*
Vicerrectora de Proyección | *Fanny Osorio Giraldo*
Centro de Museos | *María Cristina Moreno*

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

Cómite Editorial

Ricardo Walker
Investigador, Fundador Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas
Luis Carlos Pardo-Locarno
Ingeniero Agrónomo, PhD, 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 -
Jaime Vicente Estévez
Biólogo. Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales, Universidad de Caldas.
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. Vilorio
Biólogo-Zoólogo, Ph.D., Centro de Ecología, IVIC, Venezuela
Tomasz Pyrcz
Entomólogo, Ph.D., Museo de Zoología Universidad Jaguellónica, Polonia
Zsolt Bálint
Biologo PhD., Museo de Historia Natural de Budapest, Hungría
Carlos López Vaamonde
Ingeniero Agrónomo; Entomólogo, MSc.,Ph.D.,BSc. Colegio Imperial de Londres, UK
George Beccaloni
Zoologo, PhD., BSc.- Colegio Imperial de Londres, UK
Olaf Hermann H. Mielke
Zoólogo, PhD., Departamento de Zoología, Universidad Federal de Paraná, Brasil
Roger Roy
Entomólogo, Ph.D., Museo de Historia Natural de Paris, Francia

Comité Técnico de apoyo a la edición
Coordinador Comité Técnico
Diseño y Diagramación
Corrección de Estilo
Traducción de resúmenes al inglés
Implementación metodología SciELO
SopORTE Técnico

Juan David Giraldo Márquez
Carolina Gil Palacios
Gerardo Quintero Castro
Silvia L. Spaggiari
Carlos Fernando Nieto Betancur
Carlos Eduardo Tavera Pinzón

Ventas, Suscripciones y Canjes

Dirección:
Apartado Aéreo:
Teléfonos:
E-mail:

Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados
Universidad de Caldas
Sede Central
Calle 65 No 26 - 10
275
(+6) 8781500 ext. 11222 - 11442
julianadolfofoster@gmail.com
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



Escarabajo lucánido
Sphaenognathus bellicosus (Boileau)
fotografía
Francisco Arango
Nabusimake-César



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

Es una verdad conocida por nuestra sociedad que la inversión en ciencia, tecnología e innovación en Colombia todavía es una de las más bajas en el continente. Aquello que los investigadores y gestores del conocimiento han sufrido siempre como un mal endémico, por fin se hizo público recientemente en las negociaciones internacionales de tratados de libre comercio y en el Congreso de la República. Un atraso de décadas en un país lleno de desafíos y urgencias que no puede seguir pensando que todo se puede copiar de otros lados. En el caso de la divulgación científica, nada más lamentable que la falta de apoyo a los esfuerzos por publicar lo que con tanto esfuerzo los científicos y jóvenes investigadores hacen durante años de silente y a veces incomprendida labor.

Debe saber el lector que esta Revista es el fruto del trabajo y la dedicación de un científico, que durante la mayor parte de su vida ha estado vinculado a una Universidad cuya fortaleza en la formación superior y en la investigación ligada a la misma nunca ha sido la historia natural. Tan arraigada está la vida del editor a la existencia del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, que es difícil saber dónde termina la una y empieza la otra. Con gran amor y paciencia, Julián Salazar se ha dedicado a gestar esta publicación desde los tiempos en que era un pequeño boletín hasta lograr su estatus actual de Revista A2 reconocida por Colciencias. En los últimos años tanto la publicación misma como su editor han evolucionado en su soledad de autodidactas, con poco apoyo exterior y demostrando con tesón admirable que aún en las más desoladas condiciones la pasión por la ciencia es capaz de hacer florecer los desiertos de la mente.

Es fundamental destacar este trabajo personal y esta obsesión por comunicar los desarrollos científicos regionales. Para una publicación científica como ésta, el simple hecho de existir en Colombia ya es un hecho destacable. Sin embargo, todos los días nacen publicaciones que tienen una vida de unos pocos meses o quizás un par de años. El hecho de persistir y

crecer contribuyendo a la formación de los jóvenes científicos colombianos es un logro gigantesco, que debemos celebrar como una derrota al facilismo de quienes preferirían sólo copiar un modelo de desarrollo abandonando la primordial tarea de construir conocimiento.

Poco a poco el *Boletín* comienza a superar las barreras que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología impone para reconocer la simple existencia de una publicación científica nacional. Como resultado de esta labor minuciosa, la Revista va escalando posiciones hasta tener el reconocimiento de la comunidad científica. Este gran esfuerzo, ameritaría un reconocimiento mayor por parte de la Universidad, el departamento de Caldas y el Sistema de Ciencia y Tecnología, toda vez que la nueva Ley exigirá fortalecer lo poco o mucho que en cada región se está haciendo.

Espero, entonces, que los investigadores entiendan que su mundo depende de que tengamos vehículos adecuados y fuertes para hacer conocer sus logros, y que los lectores de todas las edades sepan reconocer y valorar el significado de esta Revista, a la que auguramos un futuro luminoso porque durante pacientes años ha sido farol encendido en la oscuridad.

Enrique Murgueitio Restrepo
Director Ejecutivo Fundación CIPAV
Cali, Colombia

El presente número del Boletín no hubiese sido posible publicar sin la generosa ayuda financiera gestionada por el Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Maestría de Biología Vegetal), Universidad de Caldas; Dr. José Humberto Gallego de la Fundación BIODIVERSA (Jardín Botánico, Universidad de Caldas); A la Corporación de Tecnologías Ambientales Sostenibles-CTAS; Al Sr. Gregory Nielsen; y al Grupo de Investigaciones en Ecosistemas Tropicales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Así mismo, el editor agradece gratamente el constante estímulo de amigos, evaluadores de los artículos y autores quienes, con su carisma científico por sacar adelante el Boletín, han permitido que siga vigente en pro de divulgar el conocimiento de la Historia Natural colombiana.

Julían A. Salazar E. (MVZ)

Editor

Noviembre 30 de 2010

VEGETACIÓN, ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN ÁREA BOSCOSEA EN EL JARDÍN BOTÁNICO “ÁLVARO JOSÉ NEGRET”, VEREDA LA REJOYA, POPAYÁN (CAUCA, COLOMBIA)

VEGETATION, STRUCTURE AND COMPOSITION OF A FORESTED AREA IN THE “ÁLVARO JOSÉ NEGRET” BOTANICAL GARDEN, LA REJOYA DISTRICT, POPAYÁN (CAUCA, COLOMBIA)

Gethisy Yohana Bolaños R., Carolina Feuillet H., Edith Chito C., Eduard L. Muñoz E. y Bernardo Ramiro Ramírez Padilla.

19

VARIACIÓN EN LA DISPONIBILIDAD DE FRUTOS CARNOSOS EN UN BOSQUE DEL MAGDALENA MEDIO COLOMBIANO

VARIATIONS IN THE AVAILABILITY OF FLESHY FRUITS IN A FOREST OF THE COLOMBIAN MAGDALENA MEDIO

Paola Giraldo Beltrán y Andrés Link

39

MACROMICETOS OBSERVADOS EN BOSQUES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS: SU INFLUENCIA EN EL EQUILIBRIO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

MACROMYCETES FOUND IN THE DEPARTMENT OF CALDAS FORESTS: THEIR INFLUENCE IN THE BALANCE AND CONSERVATION OF BIODIVERSITY

Sandra Montoya B., José Humberto Gallego A., Ángela Sucerquia G., Beatriz J. Peláez B., Oscar Betancourt G. y Diego Fernando Arias M.

57

BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO Y SU PAPEL EN LA RECUPERACIÓN DE LOS BOSQUES TROPICALES

SOIL SEEDS BANK AND ITS ROLE IN THE RECOVERY OF TROPICAL FORESTS

Juan G. Bedoya-Patiño, Jaime V. Estévez-Varón y Gabriel J. Castaño-Villa

77

**TENDENCIAS POBLACIONALES EN ALGUNAS ESPECIES DE
AVES ACUÁTICAS EN LA LAGUNA DEL OTÚN ENTRE 1998
Y 2007**

POPULATION TRENDS IN SOME AQUATIC BIRDS SPECIES IN EL OTÚN LAKE
BETWEEN 1998 AND 2007
*Raul Fernando Gil-Ospina, Felipe Alberto Bedoya-Zuluaga
y Gabriel Jaime Castaño-Villa*

92

ZOOLOGÍA VERTEBRADOS
Vertebrate Zoology

**EL MANATÍ CARIBEÑO *TRICHECHUS MANATUS* LINNAEUS,
1758, EN LOS RESTOS FAUNÍSTICOS DEL CONCHERO DE
PUERTO CHACHO (3300 a.C.), CARIBE COLOMBIANO**

THE CARIBBEAN MANATEE *TRICHECHUS MANATUS* LINNAEUS, 1758, IN THE
FAUNAL THE SHELL-RUBBISH OF PUERTO CHACHO (3300 b.C.), COLOMBIAN
CARIBBEAN

Ricardo Álvarez-León y Hernando Maldonado-Pachón

101

**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE LA MIRLA *MIMUS
GILVUS* (PASERIFORMES: MIMIDAE) EN CAUTIVERIO**

HEMATOLOGIC PARAMETERS OF THE *MIMUS GILVUS* (PASERIFORMES:
MIMIDAE) BLACKBIRD IN CAPTIVITY
Carlos Fernando Gálvez, Gimés Fernando Ramírez y José Henry Osorio

120

**PECES DEL RÍO SAN JUAN DE URABÁ, COSTA CARIBE,
COLOMBIA, SUR AMÉRICA**

SAN JUAN DE URABÁ RIVER FISH, CARIBBEAN COAST, COLOMBIA, SOUTH
AMERICA

Henry D. Agudelo-Zamora, Juan G. Ospina-Pabón y Luz F. Jiménez-Segura

129

COLEOPTERA (VII)
NOTICIAS SOBRE LOS LUCÁNIDOS COLOMBIANOS
SPHAENOGNATHUS PUBESCENS* (WARTERHOUSE), *S.
BORDONI* (BROCHIER & CHALUMEAU); *S. BELLICOSUS
(BOILEAU) y *S. NOBILIS COLOMBIENSIS* (MOXEY)
(*COLEOPTERA: LUCANIDAE*)

COLEOPTERA (VII)
 NEWS ABOUT COLOMBIAN *SPHAENOGNATHUS PUBESCENS* LUCANIDAE
 (WARTERHOUSE), *S. BORDONI* (BROCHIER & CHALUMEAU); *S. BELLICOSUS*
 (BOILEAU) AND *S. NOBILIS COLOMBIENSIS* (MOXEY) (*COLEOPTEROUS:*
LUCANIDAE)

Julían A. Salazar-E, Cristóbal Ríos-Málover y José Fernando Martínez Agudelo

141

COLÉMBOLOS (HEXAPODA) EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL
DE TRES EDADES DE ESTABLECIMIENTO Y UN ÁREA
ARROCERA DEL BOSQUE SECO TROPICAL, EN EL MUNICIPIO
DE PIEDRAS, TOLIMA

COLLEMBOLA (HEXAPODA) IN A THREE ESTABLISHMENT AGES SILVOPASTORAL
 SYSTEM AND IN A RICE-GROWING AREA OF THE TROPICAL DRY FOREST IN THE
 MUNICIPALITY OF PIEDRAS, TOLIMA

Claudia L. Guzmán, Omar A. Melo C., Maria Denis Lozano y Fredy A. Rivera P.

155

BUTTERFLIES AND VEGETATION IN RESTORED GULLIES OF
DIFFERENT AGES AT THE COLOMBIAN WESTERN ANDES

MARIPOSAS Y VEGETACIÓN EN CÁRCAVAS RESTAURADAS DE DIFERENTES
 EDADES EN LOS ANDES OCCIDENTALES DE COLOMBIA

Oscar Ascuntar-Osnas, Inge Armbrrecht & Zoraida Calle

169

COLEOPTERA (VIII)
COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE:
SCARABAEINAE) EN LA RESERVA NATURAL LAS DELICIAS
(RND), SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA (SNSM),
COLOMBIA

COLEOPTERA (VIII)
 COPROPHAGOUS COLEOPTERA (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) IN LAS
 DELICIAS NATURAL RESERVE (DNR), SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA,
 (SNSM) COLOMBIA

*Neis José Martínez-H., Lidis María Cañas-M., Jorge Luis Rangel-A., Orlando
 Blanco-R., Jesús David Mendoza-P. y Sandra Cohen-B.*

187

**HISTOLOGÍA DE *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758
(HYMENOPTERA) COMO APORTE ENTOMOLÓGICO
PARTE I: REGIONES CORPORALES, ORGANIZACIÓN
ANATÓMICA E INTEGUMENTO.**

HISTOLOGY OF *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA) AS AN
ENTOMOLOGICAL CONTRIBUTION.
PART I: BODY REGIONS, ANATOMICAL ORGANIZATION AND INTEGUMENT.
Alfonso Villalobos-M., Juan Carlos Agudelo M. y Dagoberto Manuel Arrieta P.

201

**DESCRIPTION OF NEW SPECIES AND NEW RECORDS OF
RIODINIDS (LEPIDOPTERA, RIODINIDAE) FROM COLOMBIA**

DESCRIPCIÓN DE NUEVAS ESPECIES Y NUEVOS REGISTROS DE RIODINIDOS
(LEPIDOPTERA: RIODINIDAE) PARA COLOMBIA
Gabriel Rodríguez, Julián A. Salazar E. y Luis M. Constantino

215

**OBITUARIO
ARTHUR H. BRUCE RYDON
(1919-2010)
*Julián A. Salazar E.***

238

**NOVEDADES EN HISTORIA NATURAL
NATURAL HISTORY NEWS**

240

**REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS
BIBLIOGRAPHICAL REVISIONS**

245

**INSTRUCCIONES A LOS AUTORES
AUTHOR GUIDELINES**

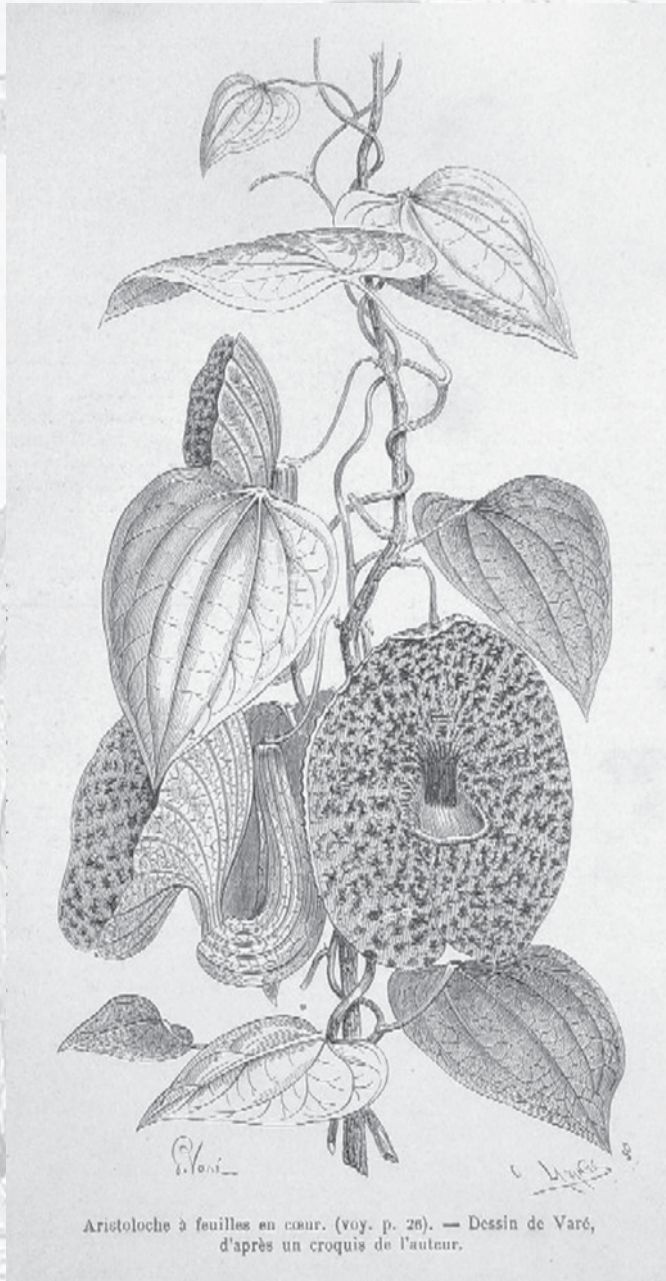
247

“Cuando alguien comparte algo de valor contigo,
y te beneficia de ello, tú tienes la obligación moral
de compartirlo con otros”

Proverbio chino

BOTÁNICA

Botany



Aristolochie à feuilles en cœur. (voy. p. 26). — Dessin de Varré,
d'après un croquis de l'auteur.

VEGETACIÓN, ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN ÁREA BOSCOSEA EN EL JARDÍN BOTÁNICO “ÁLVARO JOSÉ NEGRET”, VEREDA LA REJOYA, POPAYÁN (CAUCA, COLOMBIA)*

Gethsy Johana Bolaños R.¹, Carolina Feuillet H.², Edith Chito C.³, Eduard L. Muñoz E.⁴
y Bernardo Ramiro Ramírez Padilla.⁵

Resumen

Se presenta un inventario preliminar de plantas vasculares y la caracterización florístico estructural de un remanente boscoso de vegetación secundaria, con especies nativas y foráneas, ubicado en el Jardín Botánico “Álvaro José Negret”, vereda La Rejoya, municipio de Popayán (Cauca, Colombia). El inventario florístico se hizo mediante colecta libre realizada en el interior y la periferia del bosque. Se registró un total de 182 especies, 144 géneros y 74 familias. En Lycophyta y Monilophyta se presentaron 30 especies, 20 géneros y 15 familias; Polypodiaceae y Blechnaceae (4 especies) fueron las familias más ricas en cuanto al número de especies. En Magnoliophyta se hallaron 152 especies, 124 géneros y 59 familias, de las cuales Asteraceae (16 especies y 15 géneros) y Orchidaceae (13 especies y 11 géneros) fueron las familias más diversificadas. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP ³ 2,54 cm en 10 bandas de 50 x 10 m, hallándose 856 individuos de plantas vasculares pertenecientes a 29 especies, 26 géneros y 19 familias. El bosque presentó 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato arbustivo fue el dominante con un elevado número de especies; el estrato arbóreo estuvo constituido por unas pocas especies. *Alchornea latifolia* fue la especie con mayor índice de valor de importancia, hallándose en segundo lugar *Syzygium jambos*.

Palabras clave: diversidad vegetal andina, estructura de bosques andinos, plantas vasculares caucanas.

VEGETATION, STRUCTURE AND COMPOSITION OF A FORESTED AREA IN THE “ÁLVARO JOSÉ NEGRET” BOTANICAL GARDEN, LA REJOYA DISTRICT, POPAYÁN (CAUCA, COLOMBIA)

Abstract

A preliminary inventory of vascular plants and the floristic-structural characterization of a secondary vegetation wooded residual with native and foreign species located in the “Álvaro José Negret” Botanical Garden, La Rejoya District, Municipality of Popayan (Cauca, Colombia)

* FR: -VI-2010. FA: 23-VIII-2010

¹ Bióloga Universidad del Cauca. Maestría en Biología, Universidad del Valle. Popayán, Colombia. E-mail: gethsy26@hotmail.com

² Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad de Caldas. Calle 65 No. 26-10, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: carolina.feuillet@ucaldas.edu.co

³ Bióloga Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. E-mail: edith_chito@hotmail.com

⁴ Biólogo Universidad del Cauca. Fundación Allpamanta. Cra. 2 No. 8-80, Popayán, Colombia. E-mail: jackballena@hotmail.com

⁵ Departamento de Biología. Herbario Universidad del Cauca, Museo de Historia Natural. Cra. 2 No. 1A-25, Popayán, Colombia. E-mail: branly@unicauca.edu.co

is presented. The floristic inventory was made through free collection carried out inside and in the forest outskirts. A total of 182 species, 144 genera and 74 families were registered. 30 species, 20 genera and 15 families were present in Lycophyta and Monilophyta; Polypodiaceae and Blechnaceae (4 species) were the richest families as far as number of species. 152 species, 124 genera, and 59 families were found in Magnoliophyta from which Asteraceae (16 species and 15 genera) and Orchidaceae (13 species and 11 genera) were the most diversified families. All individuals with DAP ≥ 2.54 cm in 10 50 x 10 m bands were sampled to determine the structure and 856 individuals of vascular plants belonging to 29 species, 26 genera, and 19 families were found. The forest presented 3 stratum: herbaceous, shrubby, and arboreal. The shrubby stratum was dominant with a high number of species; the arboreal stratum was constituted by a few species. *Alchornea latifolia* was the species with the highest importance value index, being the second place for *Syzygium jambos*

Key words: Cauca vascular plants, Andean plants diversity, Andean forest structure.

INTRODUCCIÓN

La región subandina que en Colombia se halla entre los 1000 y 2400 msnm (CUATRECASAS, 1958), es una región donde la agricultura ha alcanzado su máximo desarrollo y por lo tanto la vegetación ha desaparecido con mayor velocidad, ocasionando fragmentación y siendo difícil encontrar sectores que no estén intervenidos (FRANCO-ROSSELLI *et al.*, 1997). Aún persisten pequeñas áreas boscosas que son un reflejo de la vegetación existente antaño y que contribuyen en cierta medida al mantenimiento de la biodiversidad; por esta razón, es perentoria la necesidad de realizar estudios de la flora de dichas áreas que permitan en un futuro diseñar estrategias para su conservación.

Existen algunos estudios básicos sobre estructura, composición y distribución de la flora regional, para la franja interandina comprendida entre 1700 y 2000 m, en el departamento del Cauca. En ellos se puede constatar la existencia de dos tipos de bosque: uno correspondiente a robledales, donde el roble (*Quercus humboldtii*) es la especie dominante (ALCÁZAR *et al.*, 2002; BOLAÑOS *et al.*, 2002), y un segundo tipo carente de roble, donde el predominio puede ser asumido por cualquier otra especie, dependiendo del grado de conservación o de intervención que el área haya sufrido (CAJAS, 1997; DACTO & DORADO, 1989; DIAGO, 2000).

En el presenta estudio, se presenta información sobre composición y estructura de la vegetación de un bosque secundario, en estado sucesional avanzado, carente de roble, situado en las proximidades de la ciudad de Popayán. Se puede apreciar cómo ciertas especies foráneas (*Syzygium jambos*) se han adaptado a las condiciones ambientales andinas, convirtiéndose en parte importante de la estructura de estas formaciones secundarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Corresponde a un remanente secundario, de aproximadamente 2,5 ha, localizado en el Jardín Botánico "Álvaro José Negret", en la vereda La Rejoja, municipio

de Popayán (Cauca), por la vía que conduce al Rosario, entre los 2°31'23" Norte y 76°35'73" Oeste, a una altura de 1800 msnm. Los valores medios anuales de temperatura, precipitación y humedad relativa son 19°C, 2142 mm y 67,7-75,2%, respectivamente. El bosque en consideración se halla dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo premontano (bh-PM.) según HOLDRIDGE (1978) y selva Subandina por CUATRECASAS (1958). La estructura geológica pertenece a la Formación Popayán, con estructuras propias del Mioceno superior y el Cuaternario, conformada principalmente por rocas y depósitos de origen volcánico-sedimentario cuyas fuentes están localizadas en la cima de la Cordillera Central colombiana (TORRES, 1997).

Inventario florístico

Se efectuaron colectas en el interior del área boscosa residual y en la periferia de la misma. El material fértil se procesó, numeró y depositó en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP). Aquellas especies que no se encontraron fértiles durante el tiempo que duró la fase de colección, fueron colectadas como referencia pero no se numeraron.

La determinación del material botánico herborizado, se hizo mediante comparación con exsiccados del Herbario de la Universidad del Cauca y con el empleo de información bibliográfica, especialmente las obras de CAMARGO (1979), GENTRY (1995), MORAN & RIBA (1995), MENDOZA & RAMÍREZ (2000) y con la utilización de las bases de datos del Missouri Botanical Garden (MO) y del New York Botanical Garden (NY).

El tratamiento taxonómico de Pteridophyta (Lycophyta y Monilophyta) sigue a MORAN & RIBA (1995) y parcialmente a SMITH *et al.* (2006), el de Magnoliophyta a CRONQUIST (1988).

Estructura del área boscosa

Se situaron al azar 10 bandas de 50 x 10 m, para un total de 0,5 ha, evitando su sobreposición. En cada banda se efectuó el registro de todos los individuos con DAP³ 2,54 cm. Se anotó la especie, el DAP, la altura del fuste y la altura total.

Con la información recopilada, se calcularon los siguientes parámetros e índices estructurales (RAMÍREZ, 1995): densidad (D), densidad relativa (DR), frecuencia (F), frecuencia relativa (FR), dominancia (Do), dominancia relativa (Do) e índice de valor de importancia (IVI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición

La flora vascular del área boscosa del Jardín Botánico en la vereda La Rejoya, está representada por 182 especies correspondientes a 144 géneros y 74 familias.

En los grupos Lycophyta y Monilophyta se presentaron 30 especies, 20 géneros y 15 familias. Las familias con más especies fueron Polypodiaceae y Blechnaceae (4 especies), seguidas por Aspleniaceae y Lycopodiaceae (3 especies). Las restantes familias tan sólo presentaron 1 ó 2 especies. Resultados similares se encontraron en un bosque en las riberas del río Palacé (Popayán-Totoró), situado a 1920 msnm, donde se hallaron 33 especies pertenecientes a 14 familias (BOLAÑOS *et al.*, 2002).

Los géneros con mayor número de especies fueron *Blechnum* (4 especies), *Serpocaulon* (3) y *Asplenium* (3).

En Magnoliophyta se encontraron 152 especies correspondientes a 124 géneros y 59 familias, distribuidas de la siguiente manera: para Liliopsida (monocotiledóneas) 39 especies, 30 géneros y 9 familias, para Magnoliopsida (angiospermas basales y dicotiledóneas verdaderas) se presentaron 113 especies, 94 géneros y 50 familias. Las familias con mayor riqueza fueron Asteraceae (16 géneros, 17 especies), Orchidaceae (11 géneros, 13 especies), Melastomataceae (4 géneros, 9 especies), Poaceae (8 géneros, 8 especies), Fabaceae (6 géneros, 8 especies), Rubiaceae (6 géneros, 7 especies), Araceae (3 géneros, 6 especies), Lamiaceae (3 géneros, 5 especies), Cyperaceae (3 géneros, 5 especies), Piperaceae (2 géneros, 5 especies), Clusiaceae (4 géneros, 4 especies). El resto de las familias, sólo presentaron uno o dos géneros y menos de 5 especies.

Los géneros con mayor número de especies fueron *Anthurium* (4 especies), *Desmodium*, *Hyptis*, *Tibouchina*, *Piper* y *Rhynchospora* con tres especies. Los otros géneros presentaron 1 ó 2 especies. El género *Miconia*, considerado como uno de los más ricos para elevaciones medias y además como indicador asociado con áreas de crecimiento secundario (GENTRY, 1992) se halló presente en La Rejoja, pero con sólo 3 especies.

La mayoría de especies de las familias Asteraceae y Fabaceae se hallaron preferentemente en áreas abiertas, en tanto que especies de las familias Piperaceae y Orchidaceae se encontraron restringidas a sitios húmedos y sombreados. Usualmente, los Pteridofitos se localizaron en sitios umbrosos, creciendo directamente sobre el suelo o como epífitos; una excepción fue *Pteridium arachnoideum* característico de zonas abiertas.

Sucesionalmente, los bosques secundarios se estabilizan en un período de existencia no mayor de 10 años, limitando el número de especies que va a soportar. Se ha establecido que bosques en diferentes estados sucesionales y que posean áreas equiparables muestran una gran similitud; en contraste, cuando se comparan bosques de diferente tamaño y con igual estado sucesional (Tabla 1) se encuentra una mayor riqueza en aquel que presenta una extensión mayor (GIRALDO-CAÑAS, 2000).

El bosque de la hacienda La Lomita, con una extensión de 15 ha, situado a unos 5 km de La Rejoja, a 1738 msnm, presentó 245 especies, 166 géneros y 90 familias de plantas vasculares; 38 especies, 23 géneros y 15 familias de Pteridofitos; 47 especies, 32 géneros y 9 familias de monocotiledóneas; 160 especies, 111 géneros y 65 familias de dicotiledóneas (ALCÁZAR *et al.*, 2002). Valores que comparativamente con La Rejoja son mayores y que ratifican los postulados de que la extensión es determinante en la presencia de un mayor número de taxa, y de que los ecosistemas

aislados tienden a perder diversidad y volverse ecológicamente menos estables (McARTHUR & WILSON, 1967).

Tabla 1. Comparación florística de Magnoliopsida entre La Rejoja, Palacé y La Lomita, remanentes de bosque cercanos a Popayán, situados por encima de 1700 msnm.

Familias (géneros/especies)		
La Rejoja	Palacé	La Lomita
Asteraceae (15/16)	Asteraceae (11/16)	Asteraceae (11/20)
Rubiaceae (6/7)	Melastomataceae (4/12)	Rubiaceae (10/12)
Fabaceae (6/8)	Piperaceae (2/10)	Piperaceae (2/11)
Melastomataceae (4/9)	Clusiaceae (4/6)	Lauraceae (3/9)

De acuerdo con el hábito de crecimiento se formaron grupos constituidos de la siguiente manera (Figura 1): las hierbas terrestres presentaron la mayoría de bioformas y comprendieron a 68 especies (37,36% del total), en seguida se hallaron las epifitas con 32 especies (17,58% del total), los arbustos con 48 especies (26,37%), los árboles con 18 especies (9,89%), las trepadoras 12 especies (6,59%), las hemiparásitas con 3 especies (1,64%) y las holoparásitas con 1 especie (0,54%).

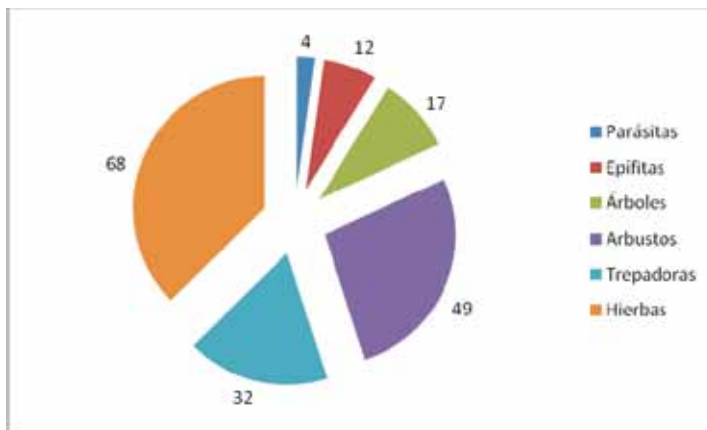


Figura 1. Distribución de las especies según el hábito de crecimiento de un remanente de bosque del Jardín Botánico “Álvaro José Negret”.

Los elementos florísticos encontrados en la flora vascular del Jardín Botánico “Álvaro José Negret” corresponden a grupos típicos de la vegetación de los alrededores de Popayán. Asteraceae y Orchidaceae son familias que poseen una estrategia de dispersión que puede explicar su mayor riqueza de especies dentro del área de estudio. Además, corresponden a taxones que en el ámbito de la flora mundial representan las familias con mayor éxito en el globo, como lo indica su alta

diversificación y amplia distribución altitudinal y latitudinal, donde Asteraceae es la familia más rica representada por 23.000 especies, seguida de Orchidaceae con aproximadamente 20.000 y Leguminosae con 18.000 especies (FUNK *et al.*, 1993; JUDD *et al.*, 2002; SOLTIS *et al.*, 2005).

ALCÁZAR *et al.* (2002), también mencionan a Asteraceae como la familia con mayor número de especies en La Lomita. El número de individuos y las familias registradas, incluyendo las más diversas, se ajustan a los datos aportados por GENTRY (1992) para bosques andinos, con altitudes entre 1700 m y 2500 m (ver Anexo 1).

En general, la flora encontrada corresponde a elementos colonizadores de áreas que han presentado algún tipo de intervención, lo cual se puede constatar por el predominio de las hierbas como hábito de crecimiento y de las familias Asteraceae y Melastomataceae, típicas de comunidades vegetales en regeneración (GENTRY, 1992).

Estructura

El bosque de La Rejoya corresponde a un remanente de bosque natural, sometido a la acción antrópica; presenta por tanto muchas de las especies originales y algunas foráneas que se han asilvestrado y convertido en dominantes, como es el caso de *Syzygium jambos*. Como tantos otros remanentes, contribuye efectivamente a la persistencia de especies nativas y se convierte en un banco de semillas que puede emplearse en futuras actividades de revegetalización (TURNER & CORLETT, 1996).

Estructuralmente, se distinguen 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato herbáceo se levanta hasta los 1,5 m y está conformado básicamente por *Anthurium microspadix*, *Anthurium pedatum*, *Burmeistera ceratocarpa*, *Lindsaea quadrangularis*, *Pseudechinolaena polystachya*, *Zeugites mexicana*, *Nertera granadensis*, *Diplazium diplazioides*, *Renealmia ligulata*, *Microchilus major*, *Malaxis andicola* y *Pteris haenkeana*.

El estrato arbustivo es el dominante en cuanto a número de especies, se levanta entre los 1,5 y los 5 m de altura. En él sobresalen las especies: *Saurauia scabra*, *Schefflera vasqueziana*, *Ilex laurina*, *Condylopodium cuatrecasatii*, *Elaphandra quinquenervis*, *Cordia resinosa*, *Viburnum lehmannii*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Chrysoclamys* sp., *Cnemidaria horrida*, *Bejaria mathewsii*, *Psammisia* sp., *Alloplectus weirii*, *Phyllonoma ruscifolia*, *Lacistema aggregatum*, *Meriania speciosa*, *Siparuna* sp., *Psidium quineense*, *Myrsine guianensis*, *Piper aduncum*, *Rhamnus sphaerosperma*, *Palicourea heterochroma* y *Palicourea thyrsoiflora*.

El estrato arbóreo se levanta entre los 5 y los 12 m, está conformado por pocas especies representadas igualmente por un número escaso de individuos; sobresalen: *Mauria heterophylla*, *Cecropia angustifolia*, *Clusia ellipticifolia*, *Alchornea latifolia*, *Cinnamomum triplinerve*, *Miconia caudata*, *Syzygium jambos*, *Roupala obovata*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Myrcia popayanensis*, y *Trema micrantha*.

El alto epifitismo existente, es un reflejo de las condiciones de alta humedad ambiental existentes en toda la planicie de Popayán; está representado por 32 especies, 22 géneros y 10 familias. Las especies presentes son: *Anthurium nigrescens*, *Anthurium* sp., *Philodendron multispadiceum*, *Asplenium theciferum*,

Asplenium aethiopicum, *Asplenium auritum*, *Catopsis nutans*, *Tillandsia fendleri*, *Lellingeria apiculata*, *Hymenophyllum* sp., *Trichomanes hymenoides*, *Huperzia linifolia*, *Huperzia rosenstockiana*, *Comporettia falcata*, *Cyclopogon cranichoides*, *Cyrtidiorchis rhomboglossa*, *Lepanthes* sp., *Dryadella* sp., *Masdevallia bicolor*, *Alloplectus weiri*, *Glossoloma* sp., *Myoxanthus reymondii*, *Pleurothallis* sp., *Psycmorchis pusilla*, *Peperomia dendrophila*, *Peperomia ewanii*, *Serpocaulon levigatum*, *Serpocaulon funckii*, *Pleopeltis remota*, *Serpocaulon* sp. y *Vittaria graminifolia*. De manera similar a como ocurre en otros lugares del neotrópico se presenta predominio de las monocotiledóneas, especialmente de las orquídeas sobre los otros grupos (GENTRY & DODSON, 1987).

Existen pocas trepadoras, las cuales prefieren áreas de borde: *Ditassa caucana*, *Oligactis volubilis*, *Cayaponia* sp., *Melothria pendula*, *Banisteriopsis padifolia*, *Hiraea* sp., *Passiflora edulis*, *Pasiflora alnifolia*, *Smilax* cf. *Domingensis* y *Valeriana* sp.

Se encontró una única especie de holoparásita que corresponde a *Langsdorffia hypogaea*, la cual se halló en el interior del bosque sobre raíces de arbustos y árboles. Adicionalmente, se presentaron tres especies de hemiparásitas: *Oryctanthus spicatus*, *Phthirusa pyrifolia* y *Phoradendron parietaroides* que corresponden a plantas leñosas parásitas de ramas de varias especies de árboles y arbustos (RAMÍREZ *et al.*, 2001).

En el área muestreada (0,5 ha), se registró un total de 856 individuos de plantas vasculares con un DAP ³ 2,5 cm pertenecientes a 29 especies, 26 géneros y 19 familias. El número de especies encontrado, ocupa un lugar intermedio al hallado en otros bosques intervenidos situados en localidades próximas (muestreos de 0,1 ha): 14 en el río Pescador, Caldon (CAJAS, 1997), 20 en el río Cabuyal, Caldon (DIAGO, 2000), 31 en los Robles, Timbío (GUTIÉRREZ & ROJAS, 1996), 42 en La Lomita (ALCÁZAR *et al.*, 2002).

Las especies con los valores de densidad relativa más altos, se muestran en la Figura 2 donde se observa que *Alchornea latifolia* con 52,14% ocupa el primer lugar, seguida de *Syzygium jambos* con 15,41%. Las familias mejor representadas en cuanto a número de individuos son: Myrtaceae con 233, Euphorbiaceae con 208, Lacistmataceae con 127 y Rubiaceae con 97, las cuales en conjunto acaparan el 77,69% del total de individuos.

Se presentan algunas especies comunes en todas las bandas, que muestran valores de frecuencia de 100, como es el caso de *Alchornea latifolia* y *Lacistema aggregatum*. Otras especies con altos valores son: *Hedyosmum bonplandianum* (90), *Syzygium jambos* (90), *Chrysoclamys* sp. (80), *Palicourea heterochroma* (80), *Cyathea caracasana* (70) e *Ilex laurina* (70).

La mayoría de árboles presentan un DAP menor de 10 centímetros, indicando que la vegetación se encuentra en un estadio muy temprano de desarrollo. Los árboles que presentan un DAP mayor a 20 centímetros corresponden a un porcentaje bastante reducido.

Los valores más altos de dominancia absoluta y relativa se presentan en *Alchornea latifolia* (16,32 y 35,96 respectivamente), especie con árboles grandes y notoriamente dominante en el bosque; en segundo lugar se halla *Syzygium jambos* (8,78, 19,36),

seguida por *Lacistema aggregatum* (5,44 y 12), *Hedyosmum bonplandianum* (2,63 y 5,11) y *Palicourea heterochroma* (2,32 y 5,8). Es interesante anotar que todas las especies dominantes poseen frutos carnosos que son diseminados por aves o pequeños mamíferos, quienes facilitan su dispersión, adquiriendo de esta manera, el remanente de bosque, gran importancia en el mantenimiento de la biodiversidad (KATTAN & ÁLVAREZ-LÓPEZ, 1996).

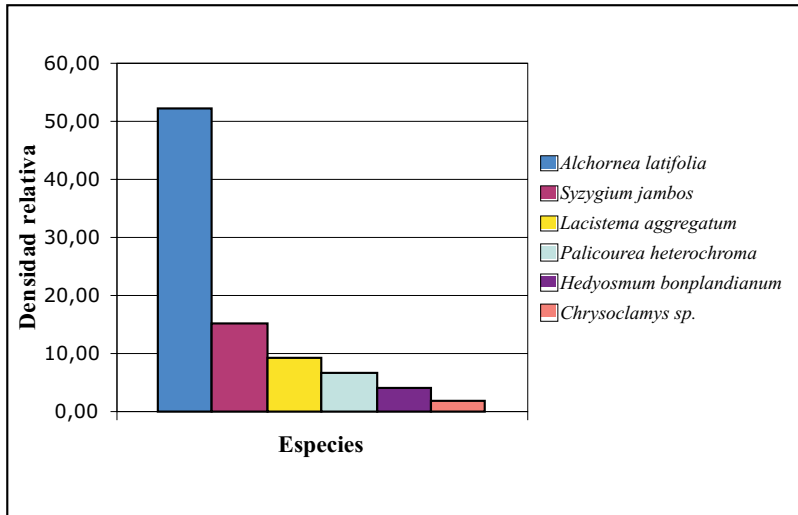


Figura 2. Especies con valores de densidad relativa más altos en un bosque residual en el Jardín Botánico “Álvaro José Negret”.

Las especies con mayor importancia ecológica corresponden a las de mayor dominancia relativa (Anexo 2). Sobresalen: *Alchornea latifolia* (96,37), *Syzygium jambos* (42,21), *Lacistema aggregatum* (29,64), *Palicourea heterochroma* (18,44) y *Hedyosmum bonplandianum* (17,67). Se presenta un orden diferente en los valores de las especies con mayor importancia ecológica, en áreas mejor conservadas, tal es el caso de La Lomita, donde las especies con mayor IVI son (ALCÁZAR *et al.*, 2002): *Nectandra acutifolia* (26,93), *Nectandra sp.* (25,47), *Lacistema aggregatum* (25,01), *Alchornea latifolia* (24,41) y *Cybianthus poeppigii* (23,89). Es notoria la presencia de *Syzygium jambos*, especie introducida y asilvestrada, que posee semillas poco apetecidas por los predadores (MYSTER, 2003) y que en muchos lugares se ha vuelto dominante.

CONCLUSIONES

En el inventario florístico efectuado en el área boscosa del Jardín Botánico “Álvaro José Negret” se encontraron 182 especies, 144 géneros y 74 familias que corresponden al 16% de la flora vascular estimada para el municipio de Popayán. El mayor número de especies lo aportan las familias Asteraceae, Melastomataceae y Fabaceae, taxones característicos de bosques perturbados.

Los muestreos de plantas con DAP \geq 2,54 cm, efectuados en un área de 0,5 ha, en el bosque muestran a *Syzygium jambos* como la especie con mayor abundancia, con 233 individuos, seguida de *Alchornea latifolia*, con 208 individuos; esta última especie, presenta además los mayores valores de frecuencia, dominancia, área basal e índice de valor de importancia. Los individuos encontrados tienen en su mayoría DAP < 10 cm (69%) y una minoría supera los 20 cm de DAP (9%).

Un alto número de especies corresponden a hierbas (38,85%), elementos característicos de áreas con vegetación abierta o en estados tempranos de recuperación. Las epifitas, elementos característicos de los bosques andinos húmedos y muy húmedos, se hallan en segundo lugar con un 18,28% de las especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Jardín Botánico “Álvaro José Negret” y al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, por brindarnos los espacios para la realización del presente trabajo. Igualmente, desean expresar agradecimiento a un revisor anónimo por sus sugerencias y comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁZAR, C.; S.L. DÍAZ; B. SALGADO & B.R. RAMÍREZ P., 2002. Estructura y composición de un remanente de bosque subandino, Popayán, Colombia: 163-180. (en) FREIRE F., A. & D.A. NEILL (eds.) *La Botánica en el Nuevo Milenio, Memorias del III Congreso Ecuatoriano de Botánica*. Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la Investigación y el Desarrollo de la Botánica FUNBOTÁNICA 4. Quito.
- BOLAÑOS, G.; E. CHITO & C. FEUILLET., 2002.- Inventario florístico de un remanente de bosque del municipio de Popayán, Cauca, Colombia: 476 (en) RANGEL CH., O.; J. AGUIRRE & G. ANDRADE (eds.) *Resúmenes del VIII Congreso Latinoamericano y II Colombiano de Botánica*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CAJAS, F.A., 1997.- *Biología de la reproducción de la especie arbórea nativa Ladenbergia oblongifolia (Mutis) L. Anderson*: Trabajo de Grado (Licenciatura en Biología), Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán.
- CAMARGO, L.A., 1979.- *Catálogo Ilustrado de plantas de Cundinamarca*. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural. Universidad Nacional. Vol. 6. 154p.
- CRONQUIST, A., 1988.- *The evolution and classification of flowering plants*. Second edition. New York Botanical Garden, Bronx, New York. 555p.
- CUATRECASAS, J., 1958.- Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Bogotá, 10 (40): 221-268.
- DACTO, L. & Y. DORADO., 1989.- *Caracterización y manejo de los sistemas agroforestales en la subcuenca del río Cabuyal, municipio de Caldono, departamento del Cauca*: Trabajo de grado (Licenciatura en Biología), Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán.
- DIAGO, N.M., 2000.- *Caracterización florística de la subcuenca del río Cabuyal, Caldono-Cauca*: Trabajo de Grado (Licenciatura en Biología), Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Popayán.
- ESPINAL, S., 1980.- *Apuntes sobre la flora de la región Central del departamento del Cauca*. Universidad del Valle. Cali. 262p.
- FRANCO-ROSSELLI, P.; J. BETANCUR & J.L. FERNÁNDEZ-ALONSO., 1997.- Diversidad Florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia*, 19 (1-2): 205-234.
- FUNK, V.A.; H. ROBINSON; G.S. MCKEE & J.F. PRUSKI., 1993.- Neotropical montane Compositae with an emphasis on the Andes: 451-471 (en) CHURCHILL, S.P.; H. BALSLEV; E. FORERO & J.L. LUTEYN (eds.) *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*.

- GENTRY, A.H., 1986.- Species richness and floristic composition of Chocó refuge: 112-134 (en) PRANCE, G.T. (ed.) *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press.
- , 1992.- Diversity and floristic composition of Andean forest of Peru and adjacent countries: Implications for their conservation. *Mem. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado"*, 21: 11-29.
- , 1995.- *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America*. Conservation International. Washington. 895p.
- GENTRY, A.H. & C.H. DODSON., 1987.- Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74 (2): 205-233.
- GIRALDO-CAÑAS, D., 2000. Variación de la diversidad vegetal en un mosaico sucesional en la Cordillera Central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 38: 33-42.
- GUTIÉRREZ, V.M. & A.A. ROJAS., 1996.- Comparación de dos remanentes de bosque de la finca Los Robles, municipio de Timbío, departamento del Cauca: Trabajo de Grado (Programa de Ecología), Facultad de Ciencias Naturales; Fundación Universitaria de Popayán. 91p.
- HOLDRIDGE, L.R., 1978.- *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica. Editorial IICA. Serie Libros y Materiales Educativos No. 34. 216p.
- JUDD, W.S.; C.S. CAMPBELL; EA. KELLOGG; P.F. STEVENS & M.J. DONOGHUT., 2002.- *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Second Edition. Sinauer Associates Inc., Sunderland. Massachusetts, USA.
- KATTAN, G.H. & H. ÁLVAREZ-LÓPEZ., 1996.- Preservation and management of Biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes: 3-18 (en) SCHELHAS, J. & R. GREENBERG (eds.) *Forest patches & tropical landscapes*. Island Press. Covelo, California.
- McARTHUR, R.H. & E.O. WILSON., 1967.- *The theory of Island Biogeography*. Princeton University Press. Princeton.
- MENDOZA C., H. & B.R. RAMÍREZ P., 2000.- *Flora de la Planada. Guía ilustrada de familias y géneros*. Instituto Alexander von Humbodtl, Fundación FES, WWF. Santa Fe de Bogotá. 244p.
- MORAN, R.C. & R. RIBA., 1995.- Psilotaceae a Salvinaceae (in) G. DAVIDSE; M. SOUSA S. & S. KNAPP (eds.) *Flora Mesoamericana*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Vol. 1. 470p.
- MYSTER, R.W., 2003.- Effects of species, density, patch-type, and season on post-dispersal seed predation in a Puerto Rican Pasture. *Biotropica*, 35 (4): 542-546.
- RAMÍREZ, B.R., 1995.- *Principios y métodos de Ecología Vegetal*. Editorial Universidad del Cauca, Popayán. 45p.
- RAMÍREZ, B.R.; L. ZAMBRANO & N. ROJAS M., 2001.- Aspectos florísticos y ecológicos de hemiparásitas del suroccidente colombiano. *Unicauca Ciencia*, 6: 11-19.
- SMITH, A.R.; K.M. PRYER; E. SCHUETTPELZ; P. KORALL; H. SCHNEIDER & P.G. WOLF., 2006.- A classification for extant ferns. *Taxonomy*, 55 (3): 705-731.
- SOLTIS, D.E.; P.S. SOLTIS; P.A. ENDRESS & M.W. CHASE., 2005.- *Phylogeny and evolution of Angiosperms*. Sinauer Associates Inc., Sunderland. Massachusetts. 370p.
- TORRES, M.P., 1997.- Aporte al conocimiento de la geología y la estratigrafía de la formación Popayán, departamento del Cauca. *Novedades Colombianas*, Nueva Época, 7: 4-28.
- TURNER, I.M. & R.T. CORLETT., 1996.- The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Tree*, 11 (8): 330-333.

Anexo 1. Lista de especies de plantas vasculares de un remanente de bosque del Jardín Botánico “Álvaro José Negret”.

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
ACTINIDIACEAE			
<i>Saurauia scabra</i> Kunth	a	b, br	s.n.
ANACARDIACEAE			
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	ar	b, br	EM 313 (CAUP)
ANNONACEAE			
<i>Gutteria goudotiana</i> Triana & Planch.	ar	b	s.n.
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex laurina</i> Kunth	a	b, br	s.n.
ARACEAE			
<i>Anthurium microspadix</i> Engl.	h	b	EM 204 (CAUP)
<i>Anthurium nigrescens</i> Engl.	he	b	EM 201 (CAUP)
<i>Anthurium pedatum</i> Endl. ex Kunth	h	b, br	EM 270 (CAUP)
<i>Anthurium</i> sp.	he	b	EM 271 (CAUP)
<i>Philodendron multispadiceum</i> Engl.	he	b	BR 14881 (CAUP)
<i>Xanthosoma bylaeae</i> K. Krause	h	b	EM 308 (CAUP)
ARALIACEAE			
<i>Schefflera vasqueziana</i> Harms	a	b	EM 479 (CAUP)
ASCLEPIADACEAE			
<i>Asclepias physocarpa</i> (Mey.) Schltr	a	br	EM 351 (CAUP)
<i>Ditassa caucana</i> Pittier	t	br	EM 298 (CAUP)
ASPLENIACEAE			
<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm.f.) Bech.	he	b, br	EM 294 (CAUP)
<i>Asplenium auritum</i> Sw.	he	b, br	EM 481 (CAUP)
<i>Asplenium theciferum</i> (Kunth) Mett.	he	b, br	EM 194 (CAUP)
ASTERACEAE			
<i>Ageratum</i> sp.	h	br	EM 301 (CAUP)
<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	a	b	EM 356 (CAUP)
<i>Bidens pilosa</i> L.	h	br	EM 302 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
<i>Calea colombiana</i> Gand	a	br	EM 263 (CAUP)
<i>Chromolaena leivensis</i> (Hieron.) King & H. Rob.	a	br	EM 303 (CAUP)
<i>Chromolaena subscandens</i> (Hieron.) R. M. King & H. Rob.	a	br	EM 265 (CAUP)
<i>Condylopodium cuatrecasii</i> R. M. King & H. Rob.	a	b	s.n.
<i>Conyza banariensis</i> (L.) Cronquist	h	br	EM 210 (CAUP)
<i>Elaphandra quinquenervis</i> (S.F. Blake) H. Rob.	a	br	EM 266 (CAUP)
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	h	b, br	EM 245 (CAUP)
<i>Lepidaploa</i> sp.	a	br	EM 243 (CAUP)
<i>Liabum</i> sp.	a	b, br	s.n.
<i>Mikania banisteriae</i> DC.	t	b, br	EM 380 (CAUP)
<i>Munnozia hastifolia</i> (Poepp. & Endl.) H. Rob.	h	br	s.n.
<i>Oligactis volubilis</i> (Kunth) Cass.	t	b, br	EM 209 (CAUP)
<i>Taraxacum officinale</i> L.	h	br	EM 246 (CAUP)
BALANOPHORACEAE			
<i>Langsdorffia hypogaea</i> Mart.	p	b	EM 323 (CAUP)
BLECHNACEAE			
<i>Blechnum asplenioides</i> Sw.	h	b	EM 359 (CAUP)
<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	h	b	EM 318 (CAUP)
<i>Blechnum occidentale</i> L.	h	b	EM 260 (CAUP)
<i>Blechnum</i> sp.	h	b	BR 17590 (CAUP)
BORAGINACEAE			
<i>Cordia resinosa</i> J. Estrada	a	b, br	EM 315 (CAUP)
BROMELIACEAE			
<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb.	he	b, br	EM 321 (CAUP)
<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb.	he	br	EM 398 (CAUP)
CAESALPINIACEAE			
<i>Senna</i> sp.	a	br	s.n.
CAMPANULACEAE			
<i>Burmeistera ceratocarpa</i> Zahlbr.	h	b	EM 347 (CAUP)
CAPRIFOLIACEAE			
<i>Viburnum lehmannii</i> Killip & Sm.	a	b, br	EM 357 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
CARYOPHYLLACEAE			
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michaux) Rohrb.	h	br	EM 252 (CAUP)
CECROPIACEAE			
<i>Cecropia angustifolia</i> Trecul.	ar	b, br	EM 281 (CAUP)
CHLORANTHACEAE			
<i>Hedyosmun bonplandianum</i> Kunth	a	b, br	EM 391 (CAUP)
CLETHRACEAE			
<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	ar	b, br	EM 313 (CAUP)
<i>Clethra</i> sp.	ar	B, br	s. n.
COMMELINACEAE			
<i>Commelina diffusa</i> Burm.	h	b, br	EM 228 (CAUP)
<i>Commelina erecta</i> L.	h	b	EM 345 (CAUP)
CLUSIACEAE			
<i>Chrysoclamys</i> sp.	a	b	s.n.
<i>Clusia ellipticifolia</i> Cuatrec.	ar	b, br	EM 268 (CAUP)
<i>Tovomita</i> sp.	ar	b	s.n.
<i>Vismia lauriformis</i> (Lam) Choisy.	a	b, br	EM 231 (CAUP)
CUCURBITACEAE			
<i>Cayaponia</i> sp.	t	br	BR 17588 (CAUP)
<i>Melothria pendula</i> L.	t	br	EM 324 (CAUP)
CUNONIACEAE			
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	ar	b, br	EM 393 (CAUP)
CYATHEACEAE			
<i>Cnemidaria horrida</i> (L.) C. Presl.	a	b, br	EM 199 (CAUP)
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	a	B, br	s.n.
CYPERACEAE			
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	h	br	EM 224 (CAUP)
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link.	h	br	EM 335 (CAUP)
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	h	br	EM 310 (CAUP)
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Back.	h	br	EM 223 (CAUP)
<i>Rhynchospora polyphylla</i> Vahl	h	br	EM 392 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
DENNSTAEDTIACEAE			
<i>Lindsaea quadrangularis</i> Raddi	h	b	EM 196 (CAUP)
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	h	br	EM 320 (CAUP)
DRYOPTERIDACEAE			
<i>Elaphoglossum longifolium</i> (Jacq.) J. Sm.	h	b	EM 195 (CAUP)
<i>Elaphoglossum engelii</i> (Karst.) H. Christ.	h	b	EM 500 (CAUP)
EQUISETACEAE			
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	h	br	EM 396 (CAUP)
ERICACEAE			
<i>Bejaria mathewsii</i> Fielding & Gardner	a	b, br	EM 312 (CAUP)
<i>Psammisia</i> sp.	a	b	EM 240 (CAUP)
EUPHORBIACEAE			
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	ar	b, br	EM 342 (CAUP)
<i>Hieronyma</i> sp.	ar	b	s.n.
FABACEAE			
<i>Aeschynomene falcata</i> (Poir.) DC.	h	br	EM 386 (CAUP)
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	t	br	EM 262 (CAUP)
<i>Crotalaria sagittalis</i> L.	h	br	EM 394 (CAUP)
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	h	br	EM 251 (CAUP)
<i>Desmodium campyloclados</i> Hemsl.	h	br	EM 218 (CAUP)
<i>Desmodium mollicullum</i> (Kunth) DC.	h	br	EM 250 (CAUP)
<i>Eriosema diffusum</i> (Kunth) G. Don	h	br	EM 304 (CAUP)
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	h	br	EM 384 (CAUP)
GESNERIACEAE			
<i>Alloplectus weirii</i> (Kuntze) Wiehler	he	b	EM 478 (CAUP)
<i>Glossoloma</i> sp.	he	b	EM 278 (CAUP)
GLEICHENIACEAE			
<i>Sticherus bifidus</i> (Wild.) Ching.	h	br	EM 316 (CAUP)
GRAMMITIDACEAE			
<i>Lellingeria apiculata</i> (Kuntze ex Klotzsch) A.R. Sm. & R.C. Moran	he	b	EM 291 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
GROSSULARIACEAE			
<i>Phyllonoma ruscifolia</i> Willd. ex Roem. & Schult.	a	b, br	EM 290 (CAUP)
HYMENOPHYLLACEAE			
<i>Hymenophyllum</i> sp.	he	b	EM 293 (CAUP)
<i>Trichomanes rigidum</i> Sw.	he	b	EM 292 (CAUP)
<i>Trichomanes hymenoides</i> Hedw.	he	b	EM 399 (CAUP)
LACISTEMATACEAE			
<i>Lacistema aggregatum</i> (Berg) Rusby	a	b, br	EM 214 (CAUP)
LAMIACEAE			
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	h	br	EM 225 (CAUP)
<i>Hyptis pectinata</i> (L.) Poit.	h	br	EM 326 (CAUP)
<i>Hyptis sidiifolia</i> Briq.	h	br	EM 247 (CAUP)
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	h	br	EM 343 (CAUP)
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	h	b	EM 254 (CAUP)
LAURACEAE			
<i>Cinnamomun triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kostermans	ar	b, br	EM 239 (CAUP)
<i>Nectandra</i> sp.	ar	b	s.n.
LYCOPODIACEAE			
<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	h	b	EM 197 (CAUP)
<i>Huperzia rosenstockiana</i> (Herter) Holub.	h	b	EM 197A (CAUP)
<i>Lycopodiella glaucescens</i> (L.) Pich. Serm.	h	b	EM 480 (CAUP)
LORANTHACEAE			
<i>Oryctanthus spicatus</i> (Jacq.) Eichler.	hp	br	EM 237 (CAUP)
<i>Phthirusa pyrifolia</i> (Kunth) Eichler.	hp	br	EM 314 (CAUP)
LYTHRACEAE			
<i>Cuphea strigulosa</i> Kunth	h	br	EM 248 (CAUP)
MALPIGHIACEAE			
<i>Banisteriopsis padifolia</i> (Nied.) B. Gates	t	br	BR 14595 (CAUP)
<i>Hiraea</i> sp.	t	br	s.n.
MALVACEAE			
<i>Peltaea</i> sp.	a	br	EM 211 (CAUP)
<i>Sida rhombifolia</i> L.	a	br	EM 238 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
MELASTOMATACEAE			
<i>Clidemia ciliata</i> Pav. ex D. Don	a	br	EM 272 (CAUP)
<i>Clidemia sericea</i> D. Don	a	br	EM 390 (CAUP)
<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.) Naudin	a	b, br	EM 233 (CAUP)
<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	a	br	EM 347 (CAUP)
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	ar	b, br	BR 17595 (CAUP)
<i>Miconia</i> cf. <i>theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	a	b	EM 273 (CAUP)
<i>Tibouchina ciliaris</i> (Benth.) Cogn.	a	br	EM 215 (CAUP)
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	a	br	EM 348 (CAUP)
<i>Tibouchina lindeniana</i> Cogn.	a	br	EM 346 (CAUP)
MIMOSACEAE			
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.	a	br	EM 504 (CAUP)
MONIMIACEAE			
<i>Siparuna</i> sp.	a	b	s.n.
MYRTACEAE			
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	ar	b, br	EM 229 (CAUP)
<i>Psidium guineense</i> Sw.	a	b, br	EM 226 (CAUP)
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	ar	b, br	EM 280 (CAUP)
MYRSINACEAE			
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	a	b, br	s.n.
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	a	b, br	EM 307 (CAUP)
ORCHIDACEAE			
<i>Comparettia falcata</i> Poepp. & Endl.	he	b, br	BR 14885 (CAUP)
<i>Cyrtidiorchis rhomboglossa</i> (Schum. & Kranzl.) Raunschert	he	b	EM 282 (CAUP)
<i>Dryadella</i> sp.	he	b	EM 249 (CAUP)
<i>Lepanthes</i> sp. 1	he	b	EM 285 (CAUP)
<i>Lepanthes</i> sp. 2	he	b	EM 286 (CAUP)
<i>Malaxis andicola</i> (Ridl.) Kuntze	h	b	BR 14883 (CAUP)
<i>Masdevallia bicolor</i> Poepp. & Endl.	he	b	EM 213 (CAUP)
<i>Microchilus major</i> Presl.	he	b	BR 14891 (CAUP)
<i>Myoxanthus reymondii</i> (H.Karst.) Luer	he	b	BR 14894 (CAUP)
<i>Pleurothallis</i> sp. 1	he	b	EM 344 (CAUP)
<i>Pleurothallis</i> sp. 2	he	b	EM 388 (CAUP)
<i>Ponthieva diptera</i> Linden & Reichb. f.	h	b	EM 355 (CAUP)
<i>Psygmorechis pusilla</i> (L.) Dodson & Dressler	he	br	EM 284 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora alnifolia</i> Kunth	t	b	s.n.
<i>Passiflora edulis</i> Sims	t	br	EM 289 (CAUP)
PIPERACEAE			
<i>Peperomia dendrophila</i> Cham. & Schltld.	he	b	EM 208 (CAUP)
<i>Peperomia ewanii</i> Trel. & Yunck.	he	b, br	EM 276 (CAUP)
<i>Piper aduncum</i> L.	a	br	EM 275 (CAUP)
<i>Piper capillipes</i> Trel. & Yunck.	a	b	EM 274 (CAUP)
<i>Piper catripense</i> Yunck.	a	b	BR 17592 (CAUP)
POACEAE			
<i>Andropogon bicornis</i> L.	h	br	EM 381 (CAUP)
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	h	br	EM 331 (CAUP)
<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitch.	h	b, br	EM 309 (CAUP)
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	h	br	EM 206 (CAUP)
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv.	h	b	EM 205 (CAUP)
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	h	br	EM 207 (CAUP)
<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Staff	h	b	EM 333 (CAUP)
<i>Zeugites mexicana</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	h	b	s.n.
PLANTAGINACEAE			
<i>Plantago</i> sp.	h	b, br	EM 322 (CAUP)
POLYGALACEAE			
<i>Polygala asperuloides</i> Kunth	h	b, br	EM 297 (CAUP)
POLYGONACEAE			
<i>Polygonum nepalense</i> Meissn.	h	br	EM 255 (CAUP)
POLYPODIACEAE			
<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A.R. Sm.	he	b, br	EM 319 (CAUP)
<i>Serpocaulon funkii</i> (Mett.) A.R. Sm.	he	b, br	EM 340 (CAUP)
<i>Pleopeltis remota</i> (Desv.) A.R. Sm.	he	b, br	EM 503 (CAUP)
<i>Serpocaulon</i> sp.	he	b, br	EM 501 (CAUP)
PROTEACEAE			
<i>Roupala obovata</i> Kunth	ar	br	BR 14597 (CAUP)
PTERIDACEAE			
<i>Pteris haenkeana</i> Presl.	h	b	EM 483 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
RHAMNACEAE			
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	a	b, br	EM 287(CAUP)
ROSACEAE			
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	a	b	BR 14888 (CAUP)
<i>Rubus urticifolius</i> Poit.	h	br	EM 253 (CAUP)
<i>Rubus rosifolius</i> J.E. Sm.	h	br	EM 217 (CAUP).
RUBIACEAE			
<i>Cococypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	h	b, br	EM 338 (CAUP)
<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum.	a	b, br	BR 14896 (CAUP)
<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a	b, br	EM 235 (CAUP)
<i>Richardia scabra</i> L.	h	br	EM 256 (CAUP)
<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Anderson	ar	b	s.n.
<i>Nertera granadensis</i> (L.f.) Drude	h	b	EM 339 (CAUP)
<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	h	br	EM 337 (CAUP)
SCROPHULARIACEAE			
<i>Castilleja arvensis</i> Schlttdl. & Cham.	h	br	EM 350 (CAUP)
SMILACACEAE			
<i>Smilax</i> cf. <i>domingensis</i> Willd.	t	b, br	EM 477 (CAUP)
THELYPTERIDACEAE			
<i>Thelypteris</i> sp.	h	b	EM 257 (CAUP)
TILIACEAE			
<i>Triumfetta bogotensis</i> Kunth	ar	br	EM 387 (CAUP)
ULMACEAE			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	a	br	EM 220 (CAUP)
VALERIANACEAE			
<i>Valeriana</i> sp.	t	b, br	EM 234 (CAUP)
VERBENACEAE			
<i>Lantana camara</i> (L.) Moldenke	a	b, br	EM 352 (CAUP)
VISCACEAE			
<i>Phoradendron parietaroides</i> Trel.	hp	br	EM 235 (CAUP)

Familia/Especies	Hábito	Hábitat	Registros
VITTARIACEAE			
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	he	b	EM 502 (CAUP)
WOODSIACEAE			
<i>Diplazium diplazioides</i> (Klotzsch. & H. Karst.) Alston.	h	b	EM 317 (CAUP)
ZINGIBERACEAE			
<i>Renealmia ligulata</i> Maas	h	b	BR 17587 (CAUP)

Los registros pertenecen a las colecciones de Eduard Muñoz (EM) y Bernardo Ramírez (BR). Ejemplares no numerados se representan con s.n. Para hábito y hábitat se emplean las siguientes abreviaturas: a: arbusto, ar: árbol, b: interior del bosque, br: borde de bosque, h: hierba, he: hierba epífita, hp: hemiparásita, t: trepadora.

Anexo 2. Variables fitosociológicas para plantas vasculares de un remanente de bosque del Jardín Botánico "Álvaro José Negret". D=densidad, DR=densidad relativa, F=Frecuencia, FR=Frecuencia Relativa, Do=Dominancia, DoR=Dominancia Relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

	D	DR	F	FR	Do	DoR	IVI
<i>Alchornea latifolia</i>	0,1414	52,14	100	8,26	16,3210	35,96	96,37
<i>Syzygium jambos</i>	0,0418	15,41	90	7,44	8,7865	19,36	42,21
<i>Lacistema aggregatum</i>	0,0254	9,37	100	8,26	5,4479	12,00	29,64
<i>Palicourea heterochroma</i>	0,0182	6,71	80	6,61	2,3225	5,11	18,44
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	0,0120	4,42	90	7,44	2,6342	5,80	17,67
<i>Chrysoclamys</i> sp.	0,0056	2,06	80	6,61	1,7932	3,95	12,63
<i>Myrcia popayanensis</i>	0,0048	1,77	60	4,96	1,7122	3,77	10,50
<i>Ilex laurina</i>	0,0026	0,96	70	5,79	1,0682	2,35	9,10
<i>Cyathea caracasana</i>	0,0018	0,66	70	5,79	0,5602	1,23	7,68
<i>Nectandra</i> sp.	0,0014	0,52	50	4,13	1,0402	2,29	6,94
<i>Miconia</i> cf. <i>theaezans</i>	0,0018	0,66	60	4,96	0,3645	0,80	6,43
<i>Myrsine guianensis</i>	0,0022	0,81	50	4,13	0,6338	1,39	6,34
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	0,0018	0,66	40	3,31	0,5395	1,18	5,16
<i>Mauria heterophylla</i>	0,0014	0,52	40	3,31	0,2531	0,55	4,38
<i>Miconia caudata</i>	0,0020	0,74	30	2,48	0,2120	0,46	3,68
<i>Guatteria goudotiana</i>	0,0016	0,59	30	2,48	0,1600	0,35	3,42
<i>Clethra</i> sp.	0,0004	0,15	20	1,65	0,4058	0,89	2,69
<i>Palicourea thyriflora</i>	0,0012	0,44	20	1,65	0,1981	0,43	2,53
<i>Psammisia</i> sp.	0,0010	0,37	20	1,65	0,1133	0,24	2,27
<i>Meriania speciosa</i>	0,0004	0,15	20	1,65	0,0622	0,13	1,94

	D	DR	F	FR	Do	DoR	IVI
<i>Cecropia angustifolia</i>	0,0006	0,22	10	0,83	0,1329	0,29	1,34
<i>Hieronyma</i> sp.	0,0002	0,07	10	0,83	0,1687	0,37	1,27
<i>Clethra fagifolia</i>	0,0002	0,07	10	0,83	0,1631	0,35	1,26
<i>Schefflera vasqueziana</i>	0,0004	0,15	10	0,83	0,0400	0,08	1,06
<i>Tovomita</i> sp.	0,0002	0,07	10	0,83	0,0702	0,15	1,05
<i>Prunus opaca</i>	0,0002	0,07	10	0,83	0,0700	0,15	1,05
<i>Vismia lauriformis</i>	0,0002	0,07	10	0,83	0,0597	0,13	1,03
<i>Condylopodium cuatrecasatii</i>	0,0002	0,07	10	0,83	0,0223	0,05	0,95
<i>Lepidaploa</i> sp.	0,0002	0,07	10	0,83	0,0215	0,05	0,95

VARIACIÓN EN LA DISPONIBILIDAD DE FRUTOS CARNOSOS EN UN BOSQUE DEL MAGDALENA MEDIO COLOMBIANO*

Paola Giraldo Beltrán¹ y Andrés Link²

Resumen

Entre enero de 2006 y julio de 2008, estudiamos la variación temporal en el número de plantas con frutos carnosos maduros en un remanente de bosque húmedo tropical (Bh-T) en la Serranía de las Quinchas, Magdalena Medio colombiano. Hicimos recorridos a través del bosque, durante 61 quincenas, empleando un transecto de 8294 m de longitud. Registramos la presencia de frutos sobre el transecto, identificamos la planta parental, su distancia perpendicular al centro del transecto y la dirección; paralelamente, registramos la precipitación diaria. Calculamos el número de plantas fructificando cada quincena, en términos de densidad y realizamos una regresión entre ésta y la precipitación. En este estudio registramos 773 individuos pertenecientes a 145 especies y 37 familias, lo que corresponde a una representatividad entre 85% y 89%. Los meses con mayor número de plantas en fructificación fueron marzo, abril y diciembre mientras que enero, junio y octubre presentaron un menor número; variación que estuvo determinada en un 6% por el régimen de lluvias. Este estudio nos permitió resaltar 15 especies clave para el sostenimiento del gremio de frugívoros de la zona, las cuales muestran picos de fructificación que se distribuyen en el tiempo y conjuntamente producen frutos durante todo el año. Estos resultados pueden ser empleados para diseñar planes de conservación y restauración del Bh-T.

Palabras clave: bosque húmedo tropical, climadiagrama, frugivoría, frutos carnosos maduros, precipitación.

VARIATIONS IN THE AVAILABILITY OF FLESHY FRUITS IN A FOREST OF THE COLOMBIAN MAGDALENA MEDIO

Abstract

Between January, 2006 and July, 2008, we studied the temporal variation in the number of plants with ripe fleshy fruit in a remnant tropical humid forest (Bh-T) in the mountainous region Serranía de las Quinchas, in the Colombian Magdalena Medio. We traveled across the forest during 122 weeks crossing a 8,294 m. length transect. We registered the presence of fruit on this transect, we identified the parental plants, their perpendicular distance from the center of the transect and their direction; at the same time we recorded the daily rainfall. We calculated the number of fruiting plants in terms of density every other week and we carried out a regression between density and rainfall. In this study we registered 773 individuals belonging to 145 species and 37 families which correspond to 85% and 89% representativeness. The months with higher quantities of fruiting plants were March, April and December while January, June and October presented lower quantities; this variation was determined in a

* FR: 4-VI-2010. FA: 19-VII-2010

¹ Ingeniera Agrónoma, Universidad de Caldas. Proyecto Primates Colombia. E-mail: paogirbe@gmail.com

² Center for the Study of Human Origins, Department of Anthropology, New York University. Proyecto Primates Colombia. E-mail: al898@nyu.edu

6% because of the rainfall periods. This study allowed us to highlight 15 key species for the sustainability of the frugivorous community in the area, since such species show productivity peaks distributed in time and together produce fruits all year long. These results can be used to design Bh-T conservation and restoration plans.

Key words: tropical humid forest, climate diagram, frugivory, rainfall, ripe fleshy fruits.

INTRODUCCIÓN

El bosque húmedo tropical (Bh-T) se caracteriza por ser uno de los ecosistemas de mayor complejidad estructural, estratificación y diversidad de especies en el mundo (ETTER, 1998). Muchas de estas características están relacionadas con complejas redes de interacciones que se forman entre animales frugívoros y plantas (BASCOMPTE & JORDANO, 2008; CASTAÑO, 2009).

Un alto porcentaje de las plantas leñosas en el Bh-T (entre 79% y 94%) dependen de los animales frugívoros para dispersar sus semillas (CHAPMAN & WRANHAM, 1994; JORDANO, 2000). A su vez, muchos vertebrados silvestres principalmente mamíferos y aves, pero también algunos reptiles, son frugívoros en mayor o menor grado y dependen de las frutas para su supervivencia, al menos durante una parte del año (FLEMING *et al.*, 1987; JORDANO, 2000; WALLACE & PAINTER, 2002). Por esta razón, la frugivoría es un proceso esencial en poblaciones de plantas del Bh-T, donde la regeneración natural es fuertemente dependiente de la dispersión de semillas por animales (JORDANO, 2000).

Diferentes estudios enfocados en la ecología de fructificación de árboles tropicales y sus consumidores, han tenido como objetivo cuantificar la disponibilidad de frutos carnosos (CHAPMAN *et al.*, 1992), ya que importantes aspectos cíclicos de los frugívoros, tales como reproducción, cría, movimientos migratorios, abundancia y comportamiento, son el reflejo de los patrones de abundancia de los recursos alimenticios y están asociados con los picos estacionales de fructificación (JORDANO, 2000; ROLDÁN & LARREA, 2003; STEVENSON, 2004).

Los factores climáticos y bióticos que podrían explicar la estacionalidad de la fructificación son aún materia de discusión (MOLINARI, 1993; STEVENSON, 2004). En términos generales, se ha sugerido que la maduración de los frutos de muchas especies de plantas tropicales ocurre durante la época de lluvias (WILLIAMS-LINERA & MEAVE, 2002), y varios estudios han registrado que existen uno o dos picos de fructificación durante la época más húmeda y un período relativamente corto de baja disponibilidad durante la estación seca, en este momento se ha detectado la presencia de especies vegetales clave que mantienen al gremio comunidad de frugívoros (ROLDÁN & LARREA, 2003). Por esta razón, los estudios fenológicos son fundamentales para comprender la dinámica de los recursos en los ecosistemas (VÍLCHEZ *et al.*, 2004) y entender su influencia sobre la ecología y comportamiento social de los frugívoros que dependen de éstos.

En ambientes complejos tales como el Bh-T, comúnmente se han realizado estimaciones de producción de frutos empleando transectos fenológicos, que evalúan la disponibilidad de recursos para especies de alta movilidad que se alimentan de una gran variedad de frutos carnosos (STEVENSON, 2004). Este

método, permite cubrir una amplia área de muestreo e incrementa la probabilidad de encontrar especies que no son registradas con facilidad por otros métodos (CHAPMAN *et al.*, 1992; HEMINGWAY & OVERDORFF, 1999; WALLACE & PAINTER, 2002; STEVENSON, 2004).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la disponibilidad de plantas con frutos carnosos maduros, evaluar la variación quincenal a lo largo de un año, estimar la relación entre esta variación y la precipitación. Por último, detectar la presencia de especies vegetales clave para el sostenimiento de los frugívoros presentes en uno de los últimos relictos de Bh-T inter-andino ubicado en la Serranía de las Quinchas, importante centro de endemismos del país (HERNÁNDEZ-CAMACHO *et al.*, 1992; LAVERDE *et al.*, 2005).

ÁREA DE ESTUDIO

Hicimos este trabajo en un remanente de bosque, de ahora en adelante llamado “La Reserva”, ubicado a 6° 3´ N y 74° 3´ O en el departamento de Boyacá y hace parte de la Reserva Natural de las Aves El Paujil de PROAVES (Figura 1). La zona de estudio tiene un área de 81,3 hectáreas, una elevación de 260 ± 30 msnm y una temperatura media anual de 28,4 °C (T. min 24,4 °C y T. max 32,4 °C), datos registrados durante el tiempo de muestreo (2006-2008). Este lugar tiene una historia de deforestación y tala selectiva de aproximadamente 10-12 años, donde fueron extraídos árboles madereros de gran porte y tamaño (GUERRERO, 2007). Sin embargo, después del año 2003 la extracción de madera ha cesado y “La Reserva” ha sido empleada para realizar estudios de ecología y conservación del mono araña café (*Ateles hybridus*), con este fin, se ha construido un sistema de trochas debidamente georeferenciadas y marcadas cada 25 m, las cuales fueron empleadas en el desarrollo del presente estudio.

MÉTODOS

Datos climáticos

Entre el 17 de enero de 2006 y el 15 de julio de 2008 registramos diariamente a las 6:00 y a las 18:00 horas los datos de precipitación y temperatura. Para esto empleamos un pluviómetro manual y un termo-higrómetro digital de máximas y mínimas. Con los datos construimos un climadiagrama de Gausson de “La Reserva”.

Transectos fenológicos

Para cuantificar la variación en el número de plantas con frutos carnosos maduros empleamos un transecto de 8294 m, formado por el sistema de trochas ya mencionado. A través del cual hicimos recorridos durante 61 quincenas, en busca de frutos carnosos que se encontraran sobre el transecto. Posteriormente, identificamos la planta de la cual provenían los frutos (planta parental), medimos la distancia perpendicular (DP) de cada planta al centro del transecto y la dirección (Izquierda-Derecha). De esta forma, registramos la presencia de plantas con frutos carnosos maduros en cada quincena.

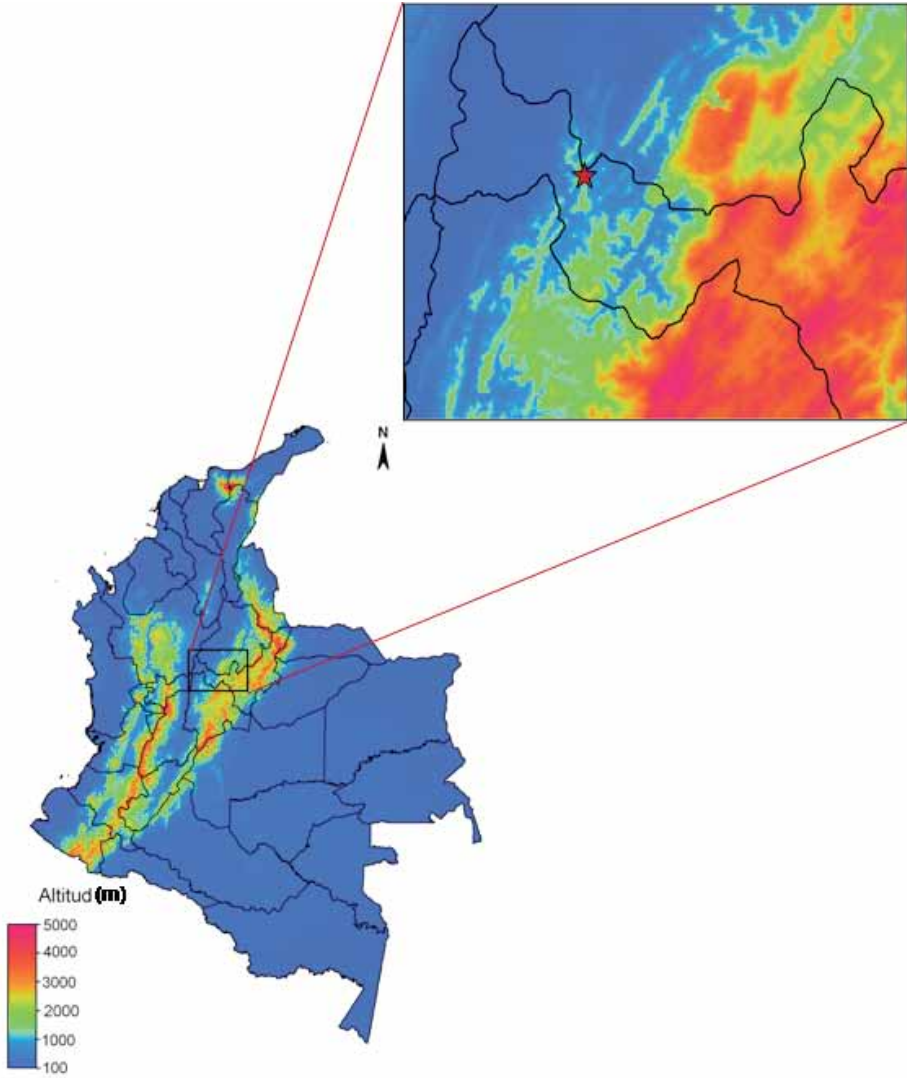


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia.

Construimos curvas de acumulación de especies con ayuda del programa EstimateS (COLWELL, 2005), para conocer la representatividad del muestreo, en función de las especies con frutos carnosos maduros registradas en cada quincena. Estas curvas y sus estimadores no paramétricos (ACE y Chao 1) nos permitieron conocer la representatividad de especies con frutos carnosos maduros con respecto al total de especies estimadas (COLWELL & CODDINGTON, 1994).

Para hallar la densidad de árboles por quincena, empelamos las DP de las plantas al centro del transecto y calculamos un área efectiva de muestreo ($AEM = longitud\ del\ transecto * 2\ ancho\ efectivo\ de\ detección$), con el programa Distance 5.0 (THOMAS *et al.*, 2006). El ancho efectivo de detección (AED) es la distancia perpendicular al transecto en que la especie puede ser registrada con alta confiabilidad, dependiendo de la distribución que muestren los registros de la DP (THOMAS *et al.*, 2002). Para cada quincena promediamos el número de plantas en fructificación y la precipitación, de esta forma cada quincena representa el promedio de los años evaluados. Realizamos un ANDEVA de una vía para evaluar el efecto del tiempo (quincenas) en la variación de plantas con frutos carnosos maduros. Finalmente, hicimos una regresión exponencial entre la precipitación y las plantas con frutos carnosos maduros.

Colectamos muestras de las plantas con frutos carnosos, registradas durante el muestreo, las cuales fueron determinadas por especialistas de la Universidad de los Andes y depositadas en el herbario de la misma universidad (ANDES).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos climáticos

El régimen de lluvias fue bimodal-tetraestacional, con una precipitación media anual de 3364 mm y una media mensual de 280,3 mm. El primer periodo de lluvias fue entre abril y mayo, y el segundo estuvo repartido entre agosto y noviembre. Durante estos seis meses registramos el 66,2% del total de lluvias, siendo octubre el mes más lluvioso con 467 mm y febrero el más seco con 93,3 mm. Al construir el climadiagrama de Gaussen (Figura 2) encontramos que, en promedio para los tres años, no se presentaron meses secos o con deficiencia de agua. Según DI CASTRI & HAJEK (1976), un mes seco es aquel en que el total mensual de las precipitaciones, expresado en milímetros, es igual o inferior al doble de la temperatura media mensual, expresada en grados centígrados ($P < ó = 2T$). Sin embargo, en febrero de 2007, hubo deficiencia de agua para las plantas debido a una baja precipitación (11 mm). En general, el área de estudio presentó una precipitación ligeramente superior a la reportada por BALCÁZAR-VARGAS *et al.* (2000) para las estaciones climatológicas de Puerto Boyacá (Boyacá) y Otanche (Boyacá), lo cual puede estar asociado con la presencia de elevaciones montañosas cercanas al área de estudio, que actúan como barreras de choque de las nubes, y de esta forma incrementan la precipitación (JARAMILLO, 2005).

Transectos fenológicos

Durante los 30,5 meses de toma de datos, en un AEM de 7,3 ha, registramos un total de 773 individuos pertenecientes a 145 especies y 37 familias (Anexo 1). La Figura 3 muestra las curvas de acumulación de plantas con frutos carnosos maduros, registradas durante las 61 quincenas, con sus intervalos de confianza y los estimadores (ACE y Chao 1). La pendiente de la curva de acumulación de especies aún tiene una tendencia creciente (sin llegar a un valor asintótico), lo que indica que el muestreo de plantas no fue completo. Además, el número estimado de especies aún está por encima de los intervalos de confianza de las especies observadas. En

este estudio, registramos 145 especies de plantas con frutos carnosos maduros y los estimadores ACE y Chao 1 calculan que, durante el tiempo de muestreo, en el área de estudio debería haber entre 162 y 170 especies de plantas respectivamente, lo cual quiere decir que alcanzamos una representatividad entre el 89,4% y el 85,2% de las especies que presentaron producción de frutos carnosos durante el periodo de estudio.

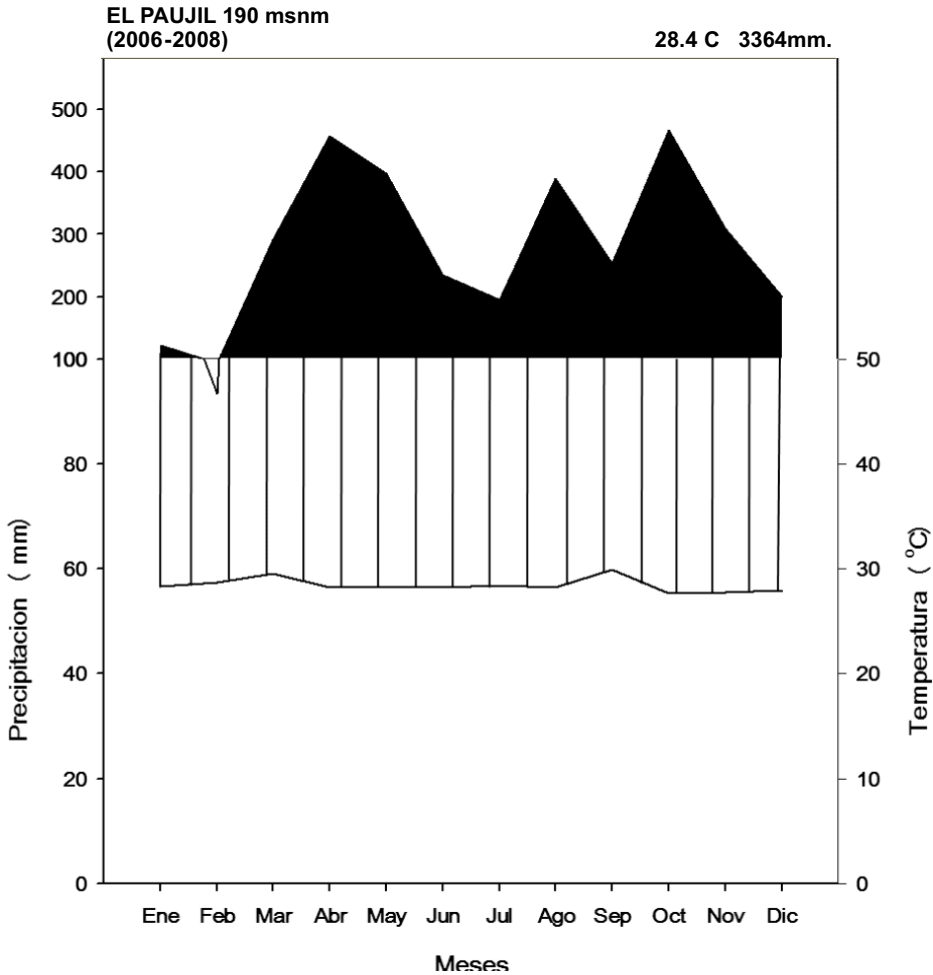


Figura 2. Climadiagrama de Gausson de “La Reserva”, construido a partir de datos de precipitación y temperatura registrados entre 2006-2008. La zona negra bajo la curva, por encima de 100 mm de precipitación, indica exceso de agua. La zona barrada entre 100 mm y la línea de temperatura mensual, indica disponibilidad de agua. Nótese que casi todo el año hubo exceso de agua, excepto para el mes de febrero.

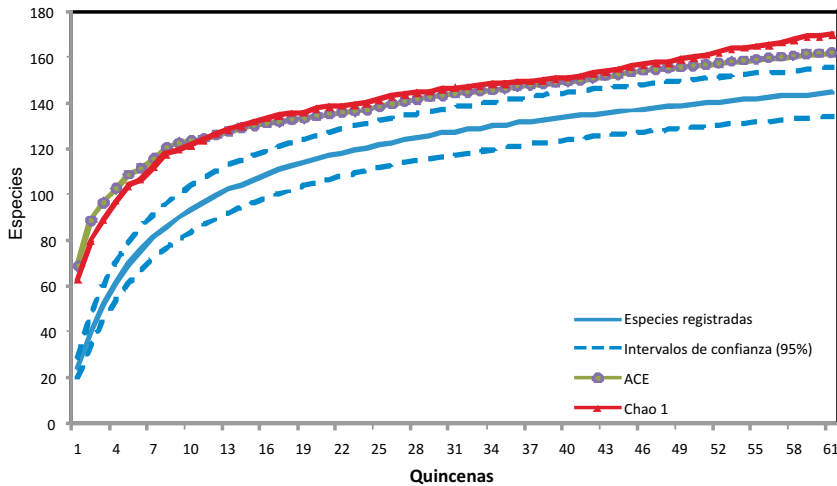


Figura 3. Curvas de acumulación de especies con frutos carnosos maduros, con base en las plantas registradas cada periodo de muestreo en “La Reserva”, bosque húmedo tropical, Serranía de las Quinchas, Colombia.

Algunas de las razones que pudieron influir, para que no hayamos alcanzado la saturación de especies de plantas con frutos carnosos maduros, son: la existencia de plantas con producciones de fruta discretas, y/o frutos poco llamativos, que no caen con frecuencia al suelo (ej. frutos de *Cecropia* spp.) y de plantas con frutos caulinares que sólo serían registrados si la planta parental estaba muy cerca del transecto (ej. frutos de la Fam. Sterculiaceae), lo cual disminuye la detectabilidad de la planta y afecta negativamente la saturación de la curva. Además de esto, en algunos grupos taxonómicos de gran diversidad como las plantas del Bh-T, resulta casi imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada, ya que en estos ambientes hay especies que se encuentran en densidades extremadamente bajas (ej. uno o dos individuos cada 50 hectáreas), que posiblemente requieran de un esfuerzo de muestreo mayor al realizado en este estudio (JIMÉNEZ-VALVERDE & HORTAL, 2003; VILLARREAL *et al.*, 2006). Por lo tanto consideramos que, pese a todas las dificultades inherentes en la obtención de la asíntota de la curva de acumulación de especies de plantas, nuestro muestreo representa razonablemente bien a las especies de plantas con frutos carnosos maduros en el área de estudio, durante el periodo de muestreo.

La producción de frutos carnosos mostró variación entre quincenas ($F_{23,37} = 2,12$; $P = 0,02$), donde los meses con mayor número de plantas en fruto fueron marzo y abril, seguido por diciembre. A su vez, los meses con menor número de plantas en fruto fueron enero, junio y octubre (Figura 4) y en ninguno de los meses reportamos ausencia de plantas con frutos. Con respecto a la contribución mensual, 15 especies de plantas fueron las más representativas, dado que éstas, tuvieron una participación de casi el 50% en el total de plantas con frutos carnosos para cada quincena (Figura 4), en orden de importancia fueron: *Pourouma* cf.

melinonii (Pou mel), *Apeiba tibourbou* (Ape tib), *Oenocarpus bataua* (Oen bat), *Oxandra venezuelana* (Oxa ven), *Pourouma* sp.2 (Pou sp.2), *Passiflora vitifolia* (Pas vit), *Passiflora* cf. *ambigua* (Pas amb), *Pouteria* cf. *lucuma* (Pou luc), *Cecropia* cf. *peltata* (Cec pel), *Solanum* sp. (Sol sp.), *Spondias mombin* (Spo mom), *Grias* cf. *phoetidisima* (Gri pho), *Virola* cf. *flexuosa* (Vir fle), *Dialium guianense* (Dia gui) y *Xylopia* sp. (Xyl sp.). Cabe resaltar su importancia principalmente durante los meses de baja disponibilidad de fruta, ya que éstas podrían estar sosteniendo el gremio de frugívoros residentes en el área de estudio, convirtiéndose en especies vegetales clave.

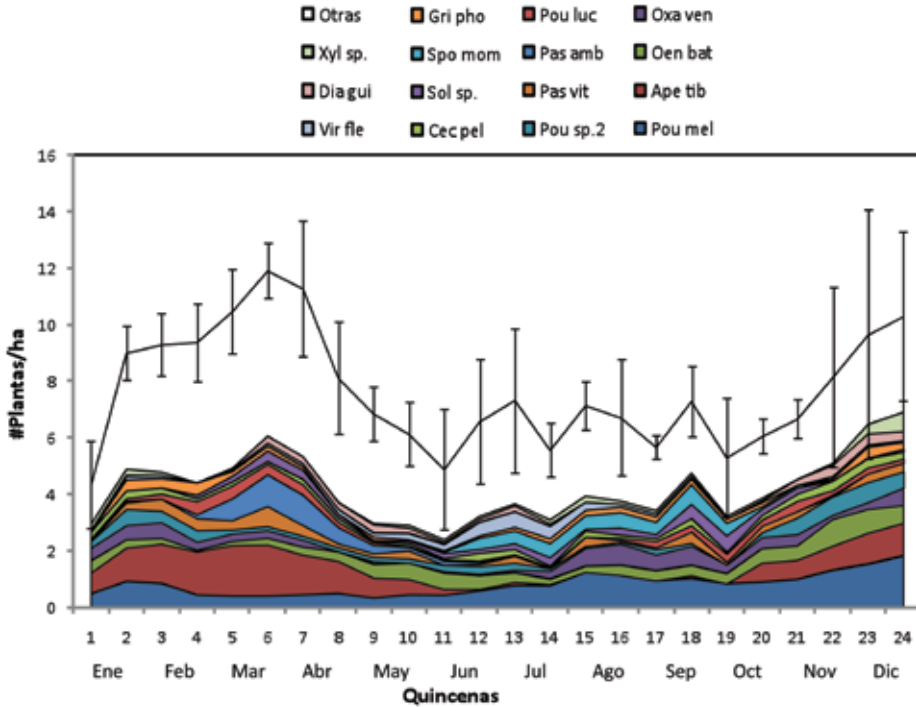


Figura 4. Variación temporal de número de plantas con frutos carnosos maduros en “La Reserva”, Serranía de las Quinchas, Colombia. La línea superior indica la producción total. Las barras verticales representan el error estándar para cada quincena. Las áreas coloreadas representan la participación de las 15 especies más importantes.

El número de plantas con frutos carnosos maduros por hectárea, presentó una débil relación con la precipitación registrada a lo largo del periodo de estudio ($r^2 = 0,06$; $F = 3,6$; $P = 0,06$), lo que indica que la estacionalidad en la disponibilidad de frutos carnosos en el Bh-T de “La Reserva” está influenciada por otras variables adicionales a la precipitación.

Otros autores han planteado que la fenología de frutos en las selvas tropicales es el producto de múltiples presiones selectivas, entre las que se agrupan interacciones con los frugívoros, con otros factores bióticos y climáticos (MOLINARI, 1993; WILLIAMS-LINERA & MEAVE, 2002). La conjunción de todos estos factores no evaluados en el presente estudio, podrían ser la causa del bajo efecto que tuvo la precipitación (6%) sobre la variación de plantas con frutos carnosos maduros. Además, el patrón fenológico presentado en este trabajo, es el resultado de la respuesta de múltiples especies y en algunos casos estas descripciones generales de los ritmos biológicos de las comunidades tienden a ocultar las respuestas propias de cada especie, ya que en algunos casos una sola especie puede representar toda la relación existente entre la fructificación y la precipitación (WILLIAMS-LINERA & MEAVE, 2002; MORALES, 2007).

Pese a lo anterior, algunos estudios en ambientes tropicales han encontrado una relación alta entre la producción de fruta y la precipitación, sin embargo, estos estudios se han llevado a cabo en ambientes donde el agua es un factor limitante (ej. sub-xerofíticos), y la formación de frutos depende del agua absorbida por la planta en la época de lluvias (SORIANO *et al.*, 1991; CASADO-BERNABELA, 2009). Sin embargo, en “La Reserva”, como lo muestra el climadiagrama, el agua no parece ser un factor limitante y ésta puede ser otra razón por la cual la relación encontrada entre la producción de frutos maduros y la precipitación fue baja.

Al observar la dinámica de la producción individualmente para las 15 especies más importantes (Figura 5), encontramos que éstas muestran picos de fructificación distribuidos en el tiempo, de manera que, conjuntamente producen frutos durante todo el año, de esta forma se podría favorecer la permanencia de las poblaciones actuales de frugívoros en la zona de estudio, tales como primates, otros mamíferos voladores y no voladores, aves, etc., ya que estos frugívoros encontrarían recursos alimenticios durante todo el año, incluso en las épocas de baja producción de fruta. Esta disponibilidad de frutos durante todo el año, ha sido resaltada por MOLINARI (1993) como uno de los factores que ha posibilitado el gran desarrollo de la frugivoría en los trópicos.

Así mismo, el patrón de fenologías distribuidas en el tiempo ha sido registrado para otros ensamblajes de plantas, y se ha planteado que, de esta manera se favorecería la convivencia de un alto número de especies, reduciendo la competencia interespecífica por el servicio de dispersión de semillas; esta interpretación supone una organización de la comunidad por medio de co-adaptaciones mutualistas entre plantas y sus dispersores (MOLINARI, 1993). A pesar de las fuertes críticas que han recibido estas suposiciones, estudios recientes han demostrado que las comunidades de plantas y animales mutualistas (como las plantas y sus dispersores o polinizadores) se organizan de manera co-evolutiva, permitiendo la convivencia de un alto número de especies (BASCOMPTE & JORDANO, 2008; CASTAÑO, 2009).

Finalmente, podemos concluir que la producción de frutos carnosos en “La Reserva” muestra una variación temporal que estuvo afectada sólo en un 6% por la precipitación, lo que indica que probablemente esté influenciada por factores adicionales como longitud del día u horas luz, diferencias de temperatura entre la planta y el ambiente, estado hídrico de la planta, o factores bióticos como patrones de actividad de sus dispersores y variación en los sistemas de polinización de las plantas. Por lo tanto, es necesario continuar en la búsqueda de las causas de

los patrones de fructificación observados en este estudio, además de desarrollar estudios que nos permitan identificar la variación existente entre especies con respecto a sus patrones de fructificación.

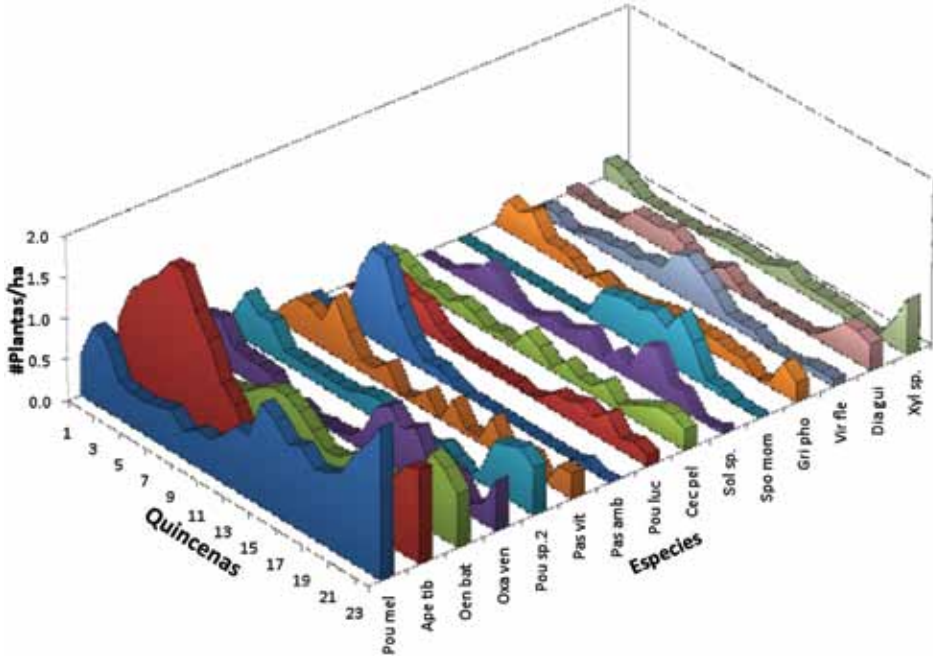


Figura 5. Variación temporal de número de plantas con frutos carnosos maduros de las 15 especies más importantes en “La Reserva”, Serranía de las Quinchas, Colombia.

Por otro lado, durante los meses de baja producción, observamos la presencia de plantas con frutos, lo que indica que las poblaciones de frugívoros pueden encontrar recursos alimentarios durante todo el año, lo cual favorece su permanencia en “La Reserva”. Sin embargo, aún desconocemos en qué medida esta disponibilidad de frutos observada puede mantener o permitir un incremento en las poblaciones de frugívoros actuales. Por esta razón, sería de gran importancia poder complementar la información presentada en este trabajo con estudios comportamentales y poblacionales de los frugívoros en la zona.

En el desarrollo de este estudio pudimos evidenciar la importancia de 15 especies de plantas, ya que tuvieron una alta contribución en la producción total para cada quincena, por lo cual consideramos que estas especies podrían ser resaltadas como especies clave para la comunidad de frugívoros en “La Reserva”, las cuales podrían ser implementadas en procesos de restauración del Bh-T en el Magdalena Medio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por *Primate Conservation Inc.*, *Conservation International Primate Action Fund* y *The Rufford Small Grants Foundation*. Agradecemos especialmente a los diferentes integrantes del Proyecto Primates Colombia por su apoyo en la toma de datos. A la Fundación PROAVES por permitirnos realizar este trabajo en sus predios, en especial a Eliana Machado y a la familia Montero por su importante labor logística. A John Harold Castaño por sus valiosos aportes en la elaboración de este trabajo y al Dr. Pablo Stevenson por su ayuda en la identificación del material vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

- BALCÁZAR-VARGAS, M.P.; RANGEL, J.O. & LINARES E.L., 2000.- Diversidad florística de la Serranía de las Quinchas, Magdalena Medio (Colombia). *Caldasia*, 22 (2): 191-224.
- BASCOMPTE, J. & JORDANO, P., 2008.- Redes mutualistas de especies. *Investigación y ciencia*, 384: 50-59.
- CASADO-BERNABELA, R., 2009.- *Consumidores de frutos y su relevancia en la dispersión y germinación de semillas del cactus globoso Melocactus schatzlii*. Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela.
- CASTAÑO, J.H., 2009.- *Murciélagos frugívoros y plantas quiropterocoras: descubriendo la estructura de sus interacciones mutualistas en una selva semicaducifolia*. Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela.
- CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J.; WRANGHAM, R.; HUNT, K.; GEBO, D. & GARDNER, L., 1992.- Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*, 24 (4): 527-531.
- CHAPMAN, C.A. & WRANGHAM, R., 1994.- Indices of habitat-wide fruit abundance in tropical forests. *Biotropica*, 26 (2): 160-171.
- COLWELL, R.K., 2005.- *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared from samples*. University of Connecticut, USA.
- COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A., 1994.- Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 345 (1311): 101-118.
- DI CASTRI, F. & HAJEK, E.R., 1976.- *Bioclimatología de Chile*. Universidad Católica de Chile.
- ETTER, A., 1998.- Bosque húmedo tropical: 106-133 (en) CHAVES, M.E. & ARANGO, N. (eds.) *Informe nacional sobre el estado de la diversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- FLEMING, T.H.; BREITWISH, R. & WHITESIDES G.H., 1987.- Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 91-109.
- GUERRERO, J., 2007.- *Descripción de algunos aspectos de la ecología y composición social de un grupo de Ateles hybridus (i. Geoffroyi-St. Hilaire, 1829) en la Serranía de las Quinchas, Colombia*. Tesis, Pontificia universidad javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Bogotá, Colombia.
- HEMINGWAY, C.A. & OVERDORFF, D.J., 1999.- Sampling effects on food availability estimates: Pheological method, simple size and species composition. *Biotropica*, 31 (2): 354-364.
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.; ORTIZ, R.; WALSHBURGER, T. & HURTADO, A., 1992.- Estado de la biodiversidad en Colombia: 41-225 (en) HALFFTER, G. (ed.) *Diversidad biológica de Iberoamérica I*. Instituto de Ecología, A.C. México.
- JARAMILLO, R.A., 2005.- *El clima andino y café en Colombia*. Cenicafé.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & HORTAL, J., 2003.- Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- JORDANO, P., 2000.- Fruits and frugivory: 125-166 (en) FENNER, M. (ed.) *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publ., Wallingford, UK.
- LAVERDE, O.R.; STILES, F.G. & MÚNERA, C., 2005.- Nuevos registros e inventario de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, un área importante para la conservación de las aves (aica) en Colombia. *Caldasia*, 27 (2): 247-265.

- MOLINARI, J., 1993.- El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: Aspectos paleobiológicos, autoecológicos, papel comunitario. *Acta Biológica, Venezuela*, 14 (4): 1-44.
- MORALES, J.A., 2007.- *Ecología alimentaria de tres especies de saltarines (Aves: Pipridae) en una plantación forestal mixta de los Andes centrales colombianos*. Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales.
- ROLDÁN, A. & LARREA, D., 2003.- Fenología de 14 especies arbóreas y zoócoras de un bosque yungueño en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 38 (2) :125-140.
- SORIANO, P.; SOSA, M. & RUSELL, O., 1991.- Hábitos alimentarios de *Glossophaga longirostris* Miller (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona árida de los Andes Venezolanos. *Rev. Biol. Trop.*, 39 (2): 263-268.
- STEVENSON, P., 2004.- Phenological patterns of woody vegetation at Tinigua park, Colombia: Methodological comparisons with emphasis on fruit production. *Caldasia*, 26 (1): 125-150.
- THOMAS, L.; BUCKLAND, S.T.; BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R.; LAAKE, J.L.; BORCHERS, D.L. & STRINDBERG, S., 2002.- Distance sampling: 544-552 (en) EL-SHAARAWI, A.H. & PIEGORSCH, W.W. *Encyclopedia of Environmetrics*. Vol 1. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- THOMAS, L.; LAAKE, J.L.; STRINDBERG, S.; MARQUES, F.F.C.; BUCKLAND, S.T.; BORCHERS, D.L.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; HEDLEY, S.L.; POLLARD, J.H.; BISHOP, J.R.B. & MARQUES, T.A., 2006.- Distance 5.0. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. En: <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>
- VÍLCHEZ, B., CHAZDON, R. & REDONDO, A., 2004.- Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)*, 1 (2): 1-10.
- VILLARREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. & UMAÑA, A.M., 2006.- Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 (en) *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.
- WALLACE, R.B. & PAINTER, R.L.E., 2002.- Phenological patterns in southern Amazonian tropical forest: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management*, 160: 19-33.
- WILLIAMS-LINERA, G. & MEAVE, J., 2002.- Patrones fenológicos: 407-431(en) GUARIGUATA, M. & KATTAN, G. (eds.) *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR, Costa Rica.

Anexo 1. Lista total de especies con fruto carnoso registradas durante el periodo de muestreo (2006-2008) en la Reserva Natural de las Aves el Paujíl. Datos provenientes del Proyecto Primates Colombia.

Taxón
Acanthaceae
<i>Mendoncia</i> sp.
Anacardiaceae
<i>Spondias mombin</i>
<i>Spondias</i> sp.
cf. <i>Tapirira</i>
<i>Tapirira guianensis</i>
Annonaceae
Annonaceae indet.
<i>Ephedranthus</i> cf. <i>colombianus</i>
cf. <i>Guatteria</i>
<i>Guatteria</i> cf. <i>chrysopetala</i>
<i>Guatteria</i> sp.
<i>Oxandra</i> cf. <i>panamensis</i>
<i>Oxandra venezuelana</i>
<i>Rollinia</i> cf. <i>rufinervis</i>
<i>Ruizodendron ovale</i>
cf. <i>Unonopsis</i>
<i>Xylopia</i> sp.
Areaceae
<i>Astrocharyum</i> cf. <i>malybo</i>
<i>Attalea</i> sp.
<i>Oenocarpus bataua</i>
<i>Oenocarpus mapora</i>
<i>Socratea exorhyza</i>

Taxón**Boraginaceae**

Cordia sp.

Burseraceae

Burseraceae indet.

Protium sp.

Protium sp. 2

Tetragastris panamensis

Clusiaceae

Clusia cf. *nigrolineata*

Garcinia madruno

Connaraceae

Connarus sp.

Convolvulaceae

Dycranostyles sp.

Maripa cf. *peruviana*

Cucurbitaceae

Calycophyllum pedunculatum

Cayaponia cf. *granatensis*

Cayaponia cf. *ophthalmica*

Cayaponia sp.

Cyclanthaceae

Asplundia sp.

Dilleniaceae

Doliodendron sp.

Elaeocarpaceae

Sloanea sp.

Euphorbiaceae

Hieronima alchorneoides

Fabaceae

Dialium guianense

Inga cf. *acrocephala*

Inga cf. *oerstediana*

Taxón

Inga cf. *peziziphera*

Inga sp.

Inga sp. 2

Inga cf. *umbellifera*

Swartzia sp.

Swartzia sp. 1

Swartzia sp. 2

Swartzia sp. 3

Uribea tamarindoides

Flacourtiaceae

Laetia procera

Laetia sp.

Lauraceae

Lauraceae indet.

Nectandra sp.

Ocotea cf.

Rhodostemonodaphne cf. *preclara*

Lecythidaceae

Eschweilera andina

Eschweilera sp.

Grias cf. *phoetidisima*

Malpighiaceae

Byrsonima cf. *spicata*

Marcgraviaceae

Marcgravia sp.

Melastomataceae

Bellucia pentamera

Miconia sp.

Meliaceae

Guarea sp.

Trichilia cf. *poepiggi*

Trichillia sp. 2

Taxón**Menispermaceae**

cf. *Abuta*

Anomospermum cf. *grandifolium*

Menispermaceae indet.

Monimiaceae

Siparuna sp.

Moraceae

Batocarpus cf. *costaricense*

Brosimum cf. *lactescens*

Clarisia *racemosa*

Ficus sp.

Ficus sp. 1

Ficus sp. 2

Ficus sp. 3

Ficus sp. 4

Ficus sp. 5

Ficus sp. 6

Ficus sp. 7

Helycostilis *tomentosa*

Naucleopsis cf. *glabra*

Perebea *xanthochyma*

cf. *Pseudolmedia*

Myristicaceae

Iryanthera *ulei*

Virola cf. *flexuosa*

Virola cf. *sebifera*

Virola sp.

Myrtaceae

cf. *Eugenia*

Myrtaceae indet.

Caliptranthes *speciosa*

Nyctaginaceae

Taxón

Nyctaginaceae indet.

Passifloraceae

Passiflora cf. *ambigua*

Passiflora *vitifolia*

Rubiaceae

cf. *Palicourea*

Posoqueria sp.

Psychotria sp.

Rubiaceae indet.

Rutaceae

Zanthoxylum sp.

Sapindaceae

Cupania cf. *cinerea*

Cupania sp.

Dilodendron cf. *costaricense*

Talisia cf. *ceracina*

Talisia cf. *melicoca*

Talisia sp.

Sapotaceae

Chrysophyllum cf. *lucentifolium*

Manilkara cf. *bidentata*

Micropholis cf. *venulosa*

cf. *Pouteria*

Pouteria cf. *glomerata*

Pouteria cf. *lucuma*

Pouteria cf. *trilocularis*

Sapotaceae indet. 1

Sapotaceae indet. 2

Sapotaceae indet. 3

Sapotaceae indet. 4

Sarcaulus sp.

Lycianthes sp.

Taxón**Solanaceae**

Marchea sp.

Solanum sp.

Sterculiaceae

cf. *Herrania*

Sterculia sp.

Tiliaceae

Apeiba aspera

Apeiba tibourbou

Guazuma ulmifolia

Urticaceae

Cecropia cf. *insignis*

Cecropia cf. *obtusifolia*

Cecropia cf. *peltata*

Cecropia sp.

Cecropia sp. 2

Coussapoa sp.

Pourouma bicolor

Pourouma cf. *melinonii*

Pourouma sp.

Pourouma sp. 2

Indeterminada

Indeterminada 1

Indeterminada 2

Indeterminada 3

Indeterminada 4

Indeterminada 5

Indeterminada 7

Indeterminada 8

Indeterminada 9

MACROMICETOS OBSERVADOS EN BOSQUES DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS: SU INFLUENCIA EN EL EQUILIBRIO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Sandra Montoya B.¹, José Humberto Gallego A.¹, Ángela Sucerquía G.², Beatriz J. Peláez B.³, Óscar Betancourt G.² y Diego Fernando Arias M.⁴

Resumen

En el presente estudio se analizaron algunos patrones de diversidad y distribución de macrohongos en relación con el paisaje antropogénico en varios tramos de bosques del departamento de Caldas. Se propuso evaluar todos los géneros encontrados en las salidas realizadas. Se hace la relación de los géneros encontrados, como indicadores para el monitoreo biológico de la Eco-región. Los géneros encontrados corresponden al orden *Agaricales* con 12 familias y 35 géneros; seguido del orden *Polyporales* con cinco familias y 11 géneros. Mientras que las accesiones que se encontraron en menor proporción fueron las correspondientes a los órdenes *Auriculariales*, *Geastrales*, *Gleophyllales*, *Gomphales*, *Hymenochaetales*, *Leotiales*, *Rusulales*, *Schizophyllales* y *Xylariales*. Los materiales en los que se encontraron todos los géneros de macromicetos fueron definidos en siete sustratos como tronco en descomposición (TD), hojarasca (HJ), materia orgánica (MO), tronco vivo (TV), suelo (SU), estiércol de equino (EE) y restos de vegetales (RV). A su vez, se pretende que este trabajo forme parte de los estudios de investigación y monitoreo de la Eco-región del departamento de Caldas para comprender los procesos biológicos que se generan en el área, y a partir de éstos plantear formas alternativas de manejo y conservación de los recursos que componen la biodiversidad. Se plantea la importancia de los hongos en el equilibrio de los ecosistemas y el mantenimiento de la biodiversidad en los bosques tropicales.

Palabras clave: géneros de macromicetos, bosques del departamento de Caldas, sustratos de la Eco-región, conservación de la biodiversidad.

MACROMYCETES FOUND IN THE DEPARTMENT OF CALDAS FORESTS: THEIR INFLUENCE IN THE BALANCE AND CONSERVATION OF BIODIVERSITY

Abstract

Some diversity and distribution patterns of macromycetes, related to the anthropogenic landscape in several forest stretches in the Department of Caldas, were analyzed in this study. It was proposed to evaluate all the types found in the different field trips which were carried out. A relation of all types found is made as indicators for the biological monitoring of the Eco-region. The types found mainly correspond to the *Agaricales* order with 12

* FR: 14-X-2010. FA: 24-XI-2010

¹ Profesores Universidad de Caldas, Instituto de Biotecnología Agropecuaria, Jardín Botánico, Grupo de Alimentos y Agroindustria, Línea Macromicetos. Calle 65 No. 26-10, PBX: (6)8781500 ext. 15661, Manizales, Caldas, Colombia. E-mails: sandra.montoya@ucaldas.edu.co, josegallego@ucaldas.edu.co

² Estudiantes de Biología, Universidad de Caldas. angelito66619@hotmail.com, oscarbg_8807@hotmail.com

³ Bióloga Universidad de Caldas, integrante del Semillero Macromicetos Universidad de Caldas. E-mail: beatrizpelaezb@hotmail.com

⁴ Estudiante de Agronomía, Universidad de Caldas. E-mail: diegoarias.hongos@gmail.com

families and 35 types, followed by the *Polypores* order with 5 families and 11 types, while the accessions found in less quantity were those corresponding to the orders *Auricular*, *Geastrales*, *Gleophyllales*, *Gomphales*, *Hymenochaetales*, *Leotiales*, *Russulales*, *Schizophyllales* and *Xylariales*. The materials in which all these macromycetes types were found, were defined in seven substrata including rotten trunks (RT), fallen leaves (FL), organic matter (OM), live trunks (LT), soil (S), equine manure (EM) and vegetables remains (VR). Also, this work pretends to make a part of the research and monitoring studies of the Department of Caldas Eco-region in order to understand the biological processes generated in this region and, from these, propose alternative ways for the management and conservation of the resources that compose biodiversity. The importance of fungus in the ecosystems balance and in the maintenance of biodiversity in the tropical forests in also presented.

Key words: Types of macromycetes, Department of Caldas forestry, substrates of the Eco-region, conservation of biodiversity.

INTRODUCCIÓN

El manejo, conservación y utilización de la biodiversidad debe ser una de las grandes preocupaciones del hombre en la actualidad. Los estudios sobre biodiversidad a nivel mundial, generalmente se basan en especies superiores (plantas y animales), y poco o nada tienen en cuenta a los hongos. A pesar de que se calcula que hay miles de especies de hongos y que éstos ocupan el segundo lugar en cantidad, después de los insectos. La importancia que tienen los hongos para el medio ambiente, radica en su condición desintegradora de materia orgánica y a las asociaciones parasitarias o simbióticas que establecen con muchos organismos (GUZMÁN, 1995).

Los hongos son un grupo muy diverso de individuos con un papel ecológico importante como descomponedores de materia orgánica y simbioses de plantas vasculares. Ellos contribuyen a la formación de suelo y al reciclaje de elementos en los ecosistemas. Por su tipo de nutrición, que consiste en absorción a través de la membrana, dependen íntimamente del sustrato donde viven y desdoblan materiales orgánicos tan complejos como lignina, celulosa y hemicelulosa (CARLILE, WATKINSON & GOODAY, 2001).

Los árboles viejos y la madera muerta son elementos indispensables para que se desarrollen ciertos hongos. Unos lo hacen a través de una simbiosis llamada "micorriza" por la que las raicillas del árbol se asocian con las hifas del hongo, beneficiándose ambos organismos. Los hongos saprófitos que se alimentan de los restos de árboles muertos y de los restos orgánicos que producen, hojas, ramas, etc. También, existen otros hongos que son parásitos y que aprovechan árboles senescentes o mal adaptados para infectarlos. El conocer estos tres tipos de estrategias nutricionales en los hongos, es fundamental para saber que existe un equilibrio de estos tres tipos de hongos en un bosque. Se considera como bioindicador de bosques saludables mantener el 47% de hongos micorrízicos, 51% de hongos saprófitos y 2% de hongos parásitos, asegurando la supervivencia del bosque en el futuro (MORENO *et al.*, 1995; PÉREZ-MORENO & READ, 2004). El cortejo micológico en especies micorrízicas que tiene un árbol va aumentando con la edad, es más, hay algunos hongos que sólo aparecen cuando los árboles han alcanzado ciertas edades de madurez. Por ejemplo, especies del género *Boletus* aparecen a partir de una edad determinada (MARTINEZ-PEÑA, 2003).

Los hongos tanto por su capacidad hidrolítica como por su distribución, son los organismos lignocelulolíticos por excelencia. Entre ellos existen algunos con mayor capacidad degradativa de lignina: los que producen la llamada “pudrición blanca” que podrían utilizarse en el proceso de bioconversión. Esta categoría definida por el tipo de pudrición que causan en la madera contiene cientos de especies de *Basidiomycetes*. Todos son capaces de degradar la lignina, la celulosa y la hemicelulosa de la madera, pero la velocidad y extensión de la degradación de cada componente de la pared celular varía considerablemente (JOSELAU & RUEL, 1994; CARLILE, WATKINSON & GOODAY, 2001). Los hongos de pudrición blanca, además de ser los principales causantes de la degradación de la madera, son más numerosos que los hongos de pudrición café; están representados en basidiomicetos y ascomicetos. Como características especiales presentan la degradación de lignina hasta su mineralización, el color blanco en las zonas de ataque y residuos fibrosos completamente diferentes a los obtenidos por los hongos de pudrición café. Estos hongos producen grandes cantidades de óxido-reductasas, las cuales son las responsables de la mineralización de la lignina, además de tener la capacidad de producir y transformar sustancias no fenólicas en fenólicas para su fácil degradación y la obtención de sustancias aromáticas de menor tamaño que la lignina y de menor toxicidad (HUDSON, 1986; CARLILE, WATKINSON & GOODAY, 2001).

Los hongos de pudrición café atacan los árboles vivos y muertos, corresponden especialmente a basidiomicetos de la familia Coniophoracea del orden *Boletales*, en general son menos que los de pudrición blanca. La mayoría de estos hongos sólo pueden degradar la celulosa cuando ésta se encuentra químicamente asociada a la lignina; pero hay otros hongos de pudrición café que pueden degradar materiales no maderables que contienen sólo celulosa como algodón y papel. La necesidad de algunos de estos hongos de la asociación de la lignina y la celulosa con su capacidad de degradación aún no ha sido bien explicada. La naturaleza del ataque de estos hongos sobre el material es lenta al inicio de la colonización, debido probablemente al tiempo de adaptación necesario para la solubilización de la celulosa en el medio; posteriormente se presume que la hifa excreta peróxido de hidrógeno a fin de generar con las trazas de hierro presentes en la madera radicales libres que causen oxidación en algunos anillos glucopiranosídicos y acceder a la celulosa; ya que esta reacción desestabiliza la estructura cristalina de la celulosa y la hifa puede iniciar el ataque de la misma. Tal mecanismo también se reporta que ocurre en otros hongos ascomicetos, mitosporicos y citridiomicetos, tales como *Trichoderma*, *Myrothecium*, *Chaetonium* y *Neocallimastix* (CARLILE, WATKINSON & GOODAY, 2001). El desperdicio de las enzimas extracelulares es probablemente minimizado por la existencia de una cubierta o funda adhesiva o pegajosa que se desarrolla alrededor de la hifa durante la colonización del hongo sobre la madera, producida por ambos tipos de hongos de pudrición café y blanca. Las moléculas de enzimas son retenidas en estas fundas y no dispersadas muy lejos de la zona del sustrato que será degradada, donde la enzima se solubiliza para la degradación del material que el hongo requiere absorber. Es sorprendente cómo esta acción permite que el hongo pueda digerir enzimáticamente el micelio viejo como fuente de nitrógeno orgánico y reutilizar su misma biomasa para desarrollar nuevas hifas (HUDSON, 1986; GOW, 1995; CARLILE, WATKINSON & GOODAY, 2001).

Los bosques andinos han sido señalados como uno de los ecosistemas de mayor biodiversidad del planeta. Sin embargo, el planeta pierde entre el 1 y el 2% de bosque tropical al año; de seguir esta tendencia, en 30 ó 40 años ya no quedarán

bosques tropicales sobre la faz de la tierra. Una de las herramientas, que ayudan a disminuir y revertir los procesos de degradación y a que logremos un mejor aprovechamiento de nuestro entorno, es el conocimiento de la biodiversidad que poseemos, que no sólo es un derecho de todos sino una invitación para valorarla y construir las estrategias necesarias para el accionar en favor de su conservación.

Aunque la flora micológica es un componente importante de la biodiversidad global, poco se conoce acerca de los patrones que la rigen, ya que de acuerdo con las estimaciones de HAWKSWORTH (1991) se ha descrito el 5% de las 1,5 millones de especies que deben existir en el planeta. Muchas de estas especies se localizan en la región Neotropical templada-fría, donde forman parte esencial de la productividad heterotrófica de sus bosques (HAWKSWORTH, 2002).

El departamento de Caldas cuenta con un área de 7.507 km². Según los estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, el 14,1% (110.321 Ha) del área son tierras aptas para el uso agrícola; 16,3% (122.609 Ha) son aptas para la ganadería; 65,4% (490.958 Ha) son tierras de vocación forestal; 2,9% (22.204 Ha) son suelos dedicados a áreas urbanas y vivienda rural; y el restante 2,3% (17.266 Ha) son áreas rocosas, eriales y nieves perpetuas, etc.

Según datos de la Gobernación de Caldas, en el año 1996, 64.900 Ha están dedicadas a los cultivos de caña panelera, plátano, frutales, cacao, papa, yuca, maíz y frijol; a pasto natural 240.000 Ha, a pasto artificial 160.000 Ha y a bosques 127.000 Ha. Dichas cifras nos indican que hay una utilización inadecuada de los suelos. Muchos de los que deberían estar dedicados a los bosques y plantaciones forestales están dedicados a la ganadería extensiva. La biodiversidad es una riqueza que trasciende el potencial económico, ya que además de representar para la humanidad una alternativa para mejorar su calidad de vida, es un patrimonio para las nuevas generaciones. El valor de la biodiversidad oscila entre lo inútil y lo incommensurable, según de quien se trate, poseedor o empresario (HALFFTER, 1994).

El equipo de trabajo de la línea de investigación de macromicetos del Grupo de Investigación Alimentos y Agroindustria de la Universidad de Caldas, determinó seis clases de sustratos definidas por el uso del suelo. Estos siete sustratos se definieron como: tronco en descomposición (TD), hojarasca (HJ), materia orgánica (MO), tronco vivo (TV), suelo (SU), estiércol de equino (EE) y restos de vegetales (RV).

Los sustratos asociados a los hongos macromicetos encontrados en las zonas boscosas del departamento de Caldas definidos más arriba se describen en la Tabla 1, en la que se aprecian las diferencias generales entre los diferentes materiales encontrados en los bosques del departamento de Caldas que fueron seleccionados para iniciar el inventario de hongos macromicetos. Los sitios de evaluación fueron la granja Tesorito, las reservas Río Blanco, La Fe y La Marina, la finca La Cruz y la hacienda Hamburgo en Victoria (Caldas), cuya ubicación se presenta más adelante con sus correspondientes clasificaciones climáticas.

Tabla 1. Descripción de sustratos en los que crecen macromicetos de las zonas boscosas del departamento de Caldas.

Sustrato	Descripción
Tronco en descomposición (TD)	Están constituidos por materiales que tiene origen en las maderas duras o leñosas, que deben diferenciarse de las maderas blandas o coníferas. Las maderas leñosas pertenecen a los trocos y ramas provenientes de angiospermas como el álamo, eucalipto, aspen, roble, arce, abedul, la haya, palo de rosa, caoba, etc. Las maderas blandas corresponden a las coníferas, de las cuales hacen parte los pinos, el abeto, la píceca, el alerce y el cedro.
Hojarasca (HJ)	Materiales que provienen de las plantas herbáceas, aquellas que no generan madera; las hierbas son plantas que no generan ni tallos ni raíces leñosas; generalmente sus tallos son verdes. Su composición es variable, pero en general están compuestas de material lignocelulósico.
Materia orgánica (MO)	Corresponde fundamentalmente a los excrementos de animales, que en el caso de las zonas boscosas, esta materia orgánica proviene de animales silvestres y son residuos ricos en nitrógeno orgánico. En zonas con mayor influencia del hombre pueden contener otros materiales, como basuras urbanas.
Tronco vivo (TV)	Poseen una composición similar a la de los troncos en descomposición, la diferencia radica en la savia, que es el líquido que circula por los elementos conductores de las plantas vasculares. La cual se divide en dos: la ascendente o bruta que circula por los vasos leñosos y está compuesta de agua y sales minerales disueltas, absorbida por las raíces; y la descendente o elaborada que corresponde a la que viaja por los tubos cribosos (floema), lleva sustancias orgánicas producidas por el metabolismo vegetal. Es lo que hace la diferencia entre las plantas vivas y las muertas.
Suelo (SU)	Contiene sales minerales y una relación carbono/nitrógeno acorde con las características de la zona, esto es de forma general, el suelo tiene características físicas especiales, en cuanto a capacidad de retención de agua y permeabilidad al oxígeno específicas que lo hacen apto para el desarrollo de las vegetaciones silvestres. Asimismo, los suelos tienen características químicas individuales según las zonas de contribución, y se encuentra influenciada por el clima, la pluviosidad, la inclusión de cultivos, las zonas aledañas, entre otras.
Restos de vegetales (RV)	Corresponde a una mezcla de materiales que en su mayoría son lignocelulósicos, con un contenido de excrementos de animales (aves, mamíferos silvestres, etc.) que forman una mezcla rica en carbono y nitrógeno, donde posteriormente algunas especies de hongos silvestres encuentran las condiciones adecuadas para desarrollarse con el clima apropiado.

Modificado de: SÁNCHEZ & CARDONA (2007).

El propósito de este trabajo fue iniciar el reconocimiento de los patrones de diversidad y distribución de los macrohongos encontrados en la zona boscosa del departamento de Caldas y su posible relación con el entorno próximo. Se tomó como base las seis clases vegetales definidas con relación al uso del suelo en la zona de influencia a los bosques visitados, a fin de determinar los factores que explican los patrones de diversidad y distribución de macrohongos en la región boscosa del departamento de Caldas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio y características de los sitios de muestreo

El área de estudio correspondió a ocho zonas boscosas ubicadas en cinco municipios del departamento de Caldas. Del municipio de Manizales cuatro áreas fueron seleccionadas. Río Blanco una reserva forestal, con una extensión de 3.000 Ha, un gradiente altitudinal entre 2.200 y 3.800 m, desde bosque montano bajo hasta páramo en la parte alta, sus coordenadas son 5°4'20,1" LN y 75°25'10,6" LO. El uso de suelos en el año 2006, constituía cerca de 2.200 Ha en bosque secundario y de regeneración natural, y 800 Ha en plantaciones de Aliso (*Alnus acuminata*). En cuanto a diversidad florística, las familias más representativas son Asteraceae, Melastomataceae, Araceae, Solanaceae y Piperaceae. La reserva forestal La Fe, con una extensión aproximada de 3.000 Ha, cuyo gradiente altitudinal es de 2.300 a 3.600 m que comprende bosque montano bajo, bosque montano y sectores de subpáramo, ubicada a 5°0'35" LN y 75°23'33" LO. Desde 1996 se han plantado árboles protectores entre los que se destacan el Aliso, Arboloco (*Montanoa quadrangularis*) y Acacia (*Acacia melanoxylon*). Las familias con mayor diversidad florística son Araceae, Asteraceae, Gesneriaceae, Melastomataceae y Rubiaceae. La granja Tesorito y el CIBA, se encuentran en la vereda Maltearías del municipio de Manizales, a 5°1'54" LN y 75°26'12,9" LO, con un promedio altitudinal de 2.373 m, la región se caracteriza por la presencia de domos volcánicos fuertemente escarpados con una vegetación en la cual las familias más diversas son Asteraceae, Piperaceae, Solanaceae, Polypodiaceae y Dioscoreaceae (ÁLVAREZ *et al.*, 2007). El Jardín Botánico de la Universidad de Caldas, con un área aproximada de 7 Ha, se encuentra a 2.153 m de altitud, con una temperatura media de 17,5°C, con una precipitación media anual de 1.800 mm, sus coordenadas son 5°03'25,1" LN y 75°29'42,3" LO y corresponde a la zona de vida bosque húmedo montano bajo. Entre la flora más representativa están las familias Myrtaceae, Pinaceae, Heliconiaceae, Asteraceae y Araceae (ÁLVAREZ *et al.*, 2007).

El municipio de Anserma acoge la zona boscosa perteneciente a la granja La Cruz, situada a 5°07'42,09" LN y 75°43'08,84" LO, el área corresponde a bosque húmedo pre-montano-transición cálido seco. Con una temperatura media de 22°C, con un promedio de precipitación de lluvias de 1.500 a 2.800 mm anuales. La geología de la zona corresponde a depósitos cuaternarios aluviales, depósitos de lodo y además acompañado de un cuerpo ígneo.

El municipio de Río Sucio abarca varios relictos de bosque ubicados entre los 1.400 y 1.800 m de altitud, ubicados a 5°24'35,01" LN y 75°39'44,81" LO, con una temperatura media de 18,5°C. Corresponde a la zona de vida bosque húmedo pre-montano a montano bajo.

En el municipio de Victoria se recolectó en un relicto boscoso ubicado en la hacienda Hamburgo, sus coordenadas son 5°19'21,56" LN y 74°55'31,31" LO, con un intervalo altitudinal entre los 680 y 950 m, la vida de la zona se relaciona con la condición de bosque tropical muy seco. Los relictos están limitados a las laderas de las fuentes hídricas y a pendientes mayores a 45°.

El relicto boscoso La Marina está ubicado en el municipio de Villamaría, a 4°59'20,9" LN y 75°27'12,9" LO, con una altitud comprendida entre 2.330 a 2.890

m, una extensión de 2.330 Ha aproximadamente, con una temperatura media de 13°C, una precipitación anual promedio de 3.500 mm. La topografía de la zona se caracteriza por pendientes moderadas y suelos profundos moderadamente erosionados derivados de cenizas volcánicas (CORPOCALDAS, 2004), entre la flora predominante están las familias Melastomataceae, Cunoniaceae, Dicksoniaceae y Poaceae (VARGAS, 2002).

MUESTREOS

Se realizaron 18 muestreos aleatorios durante el periodo del año 2009. En cada zona se llevaron a cabo entre 2 y 5 repeticiones en épocas diferentes. La recolección de carpóforos se desarrolló en transeptos de manera oportunística, cuya unidad muestral se estableció como cuerpos fructíferos mayores a 3 cm e individuos en buen estado. Posteriormente, las descripciones macroscópicas se basaron en la guía de campo *Setas de Colombia* (FRANCO, ALDANA & HALLING, 2000). Luego se procedió a deshidratar las muestras para su conservación y colección en el Herbario FAUC de la Universidad de Caldas. La descripción microscópica de los especímenes se basó en LARGENT *et al.*, (1980); en el laboratorio de macromicetos del Instituto de Biotecnología Agropecuaria de la Universidad de Caldas, las determinaciones se hicieron con base en las claves taxonómicas de LOWI (1970), PEGLER (1983a), PULIDO (1983) y RYVARDEN (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presencia de los géneros en los sitios de muestreo

Como se observa en las tablas 2, 3 y 4 se presenta el listado de hongos colectados en tramos de los bosques del departamento de Caldas seleccionados para el inicio de la realización del inventario de los hongos macromicetos del mismo departamento. En estas Tablas se hace referencia general sobre las principales características del hábitat de cada uno de los géneros encontrados. El mayor número de accesiones colectadas corresponden al orden *Agaricales* con 12 familias y 35 géneros; seguido del orden *Polyporales* con cinco familias y 11 géneros. Mientras que las accesiones que se encontraron en menor proporción fueron las correspondientes a los órdenes *Auriculariales*, *Geastrales*, *Gleophyllales*, *Gomphales*, *Hymenochaetales*, *Leotiales*, *Rusulales*, *Schizophyllales* y *Xylariales* con una sola familia y un solo género encontrados en los tramos de bosques visitados.

Los géneros comprendidos en el orden *Agaricales* se encontraron en vegetaciones muy diversas, 22 géneros en tronco en descomposición (TD), 28 en suelo (SU), 13 en hojarasca (HJ) y 2 en heces (uno en heces de vacuno y el otro sobre heces de bovino). Los géneros del orden *Polyporales* se encontraron 21 en TD y 3 en tronco vivo (TV). Las accesiones de los órdenes *Auriculariales*, *Xylariales*, *Gleophyllales*, *Hymenochaetales* y *Rusulales* se encontraron todas sobre TD. Las accesiones correspondientes a *Leotiales*, *Gomphales* y *Phallales* fueron encontradas todas sobre suelo (SU). De las accesiones restantes se encontraron 6 individuos sobre TD y 2 sobre SU del orden *Pezizales*, dos sobre HJ, una sobre TD y dos sobre SU del orden *Geastrales*, y del orden *Boletales* se encontraron dos sobre TD y cinco sobre SU.

Tabla 2. Géneros de las accesiones de macromicetos del orden Agaricales encontradas en los recorridos a los tramos de los bosques del Departamento de Caldas con sus principales características del hábitat reportadas.

Familia	Género	Características importantes del hábitat	Referencias
	<i>Bovista</i> Pers. (1794)	Saprófito, sobre prados y pastos montañosos	PACIONI (1982)
	<i>Coprinus</i> Pers. (1821)	Saprófitos, terrestres, húmícolos, lignícolas o coprófilos, puede crecer aislado o gregario en suelo fino estercolado (especialmente de caballo), al pie de árboles aislados, en prados y jardines, siempre relacionado con madera enterrada o con las raíces. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Cyathus</i> Haller (1768)	Saprófito, sobre terrenos secos, raíces o ramitas en descomposición. También puede vivir aislado o formando grupos sobre madera muerta.	PACIONI (1982)
Agaricaceae	<i>Lepiota</i> Pers. (1821)	Saprófito, terrestres, sobre prados, debajo de los árboles, a veces formando grupos, o sobre plantas vivas o desechos. Género cosmopolita particularmente abundante en las áreas tropicales.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Lycoperdon</i> Fr., (1908)	Saprófito, crece en prados de tipo arenoso, pastos, jardines, campos de cultivos, suelos calcáreos.	PACIONI (1982)
	<i>Vascellum</i> F. Smarda 1958	Suelo.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
	<i>Calvatia</i> Fr. (1849)	Organismos comunes en pasturas con altas humedades relativas	ALEXOPOULUS, MIMS & BLACKWELL(1996)
Amanitaceae	<i>Amanita</i> Dill. ex Boehm. 1760	terrestres, frecuentemente formando asociaciones ectomicorrízicas comunes en bosques de coníferas, abedules y eucaliptos.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a), GARCÍA (2006)
Cortinariaceae	<i>Inocybe</i> Fr. 1863	Micorriza, comunes en bosques con abundante humus o en los prados al borde de los bosques, en terrenos calcáreos, no en bosques de coníferas. Género cosmopolita, poco comunes en el trópico.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Phaeocollybia</i> R. Heim 1931	Terrestres, debajo de bosques de <i>Quercus humboldtii</i> alrededor de los 2500 m de altitud. Los rangos ecológicos no son restringidos a las montañas de bosques lluviosos en los andes neotropicales.	HORAK & HALLING (1991)
	<i>Camarophyllus</i> Singer (1952)	Terrestres, más comunes en áreas templadas. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i> (Fr.) P. Kumm. (1871)	Saprófito, sobre prados húmedos con musgo, al pie de los planifolios. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Hygrotrama</i> Singer (1958)	Terrestres. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)



Lyophyllaceae	<i>Blastosporella</i> T.J. Baroni & Franco-Mol. 2007	Crece sobre hojarasca, pequeños palos o suelo en los meses de enero, abril y noviembre. Este género es tropical, sólo es conocido para Colombia y República Dominicana, restringido a montañas o ambientes de bosque nublado.	BARONI <i>et al.</i> (2007)
	<i>Campanella</i> P. Henn. (1895)	Lignícola o sobre residuos vegetales. Género tropical y subtropical.	PEGLER (1983a)
	<i>Leninula</i> Earle 1909	Lignícola.	PEGLER (1983a)
Marasmiaceae	<i>Marasmiellus</i> Murr. (1915)	Lignícola, sobre troncos vivos o muertos o también sobre material vegetal. Género cosmopolita, más abundante en los trópicos.	PEGLER (1983a)
	<i>Marasmius</i> Fr. (1836)	Saprófito, sobre ramitas, en prados o pastos (leños enterrados), troncos en descomposición, formando grupos, en bosques de coníferas y planifolios. Género cosmopolita, más abundante en los trópicos.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Trogia</i> Fr. (1836)	Lignícolas o humícolas. Género pantropical.	PEGLER (1983a)
	<i>Hemimycena</i> Singer (1938)	Saprophyto o sobre residuos vegetales. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
Mycenaceae	<i>Mycena</i> (Pers. Ex Fr.) (1821)	Saprófito, sobre troncos de coníferas y planifolios, gregarios, pueden encontrarse entre hojas y musgo. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i> (Fr.) P. Kumm. (1871)	Saprófito y parásito de diversas especies de planifolios, especialmente robles, arces y nogales, crece en grupos. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
Pluteaceae	<i>Pluteus</i> Fr. (1836)	Saprófito, crece sobre coníferas y planifolios en pequeños grupos o aislado, también frecuentemente sobre troncos caídos. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
Psathyrellaceae	<i>Psathyrella</i> (Fr.) Qué. 1872	Saprófitas, terrestres, lignícolas o coprófilas, gregarias, generalmente sobre prados. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
	<i>Agrocybe</i> Fayod (1889)	Saprófito sobre planifolios o en árboles vivos como parásita especialmente sobre chopos, coprófilas o lignícolas. Puede formar grupos o ejemplares aislados. Género cosmopolita.	PACIONI (1982), PEGLER (1983a)
Strophariaceae	<i>Stropharia</i> (Fr.) Qué. 1872	Saprófitos sobre abetos, pajas en descomposición, escasa sobre planifolios, sobre cúmulos de hojas en descomposición. Terrestre, coprófilas. Solitario o gregario en suelo de jardines, en campos entre hierbas o basura, sobre estiércol de caballo, en pastizales, o en bosques caducifolios. Se encuentra en Sur América, Norte América, Europa, África.	PACIONI (1982), CORTEZ & COELBO (2004)

	<i>Collybia</i> Fr. (1857)	Terrestre, húmica o lignícola. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
	<i>Fayodia</i> Kuhner(1930)	Terrestre o lignícola. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
	<i>Laccaria</i> Berk. & Broome 1883	Terrestre. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
Tricholomataceae	<i>Neoclitocybe</i> Singer 1962	Terrestre o lignícola. Género pantropical.	PEGLER (1983a)
	<i>Oudemansiella</i> Speg. (1881)	Lignícola o a veces sobre madera enterrada. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
	<i>Physocystidium</i> Singer 1962	Lignícolas. Género neotropical	PEGLER (1983a)
	<i>Tricholoma</i> (Fr.) Staude 1857	Terrestres, algunas veces formando asociaciones ectomicorrízicas. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)

Tabla 3. Géneros de las accesiones de macromicetos encontradas en los recorridos a los tramos de los bosques del Departamento de Caldas con sus principales características del hábitat reportadas.

Orden	Familia	Género	Características importantes del hábitat	Referencias
<i>Auriculariales</i>	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i> Bull. ex Juss. 1789	Saprofito, solitario o gregario. Género principalmente tropical o subtropical, algunas veces en regiones templadas.	LOWY (1952)
	Paxillaceae	<i>Gyrodon</i> Opat. 1836	Terrestre o lignícola, frecuentemente micorrízico. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
<i>Boletales</i>	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma</i> Pers. 1801	Frecuentemente bajo eucaliptos, hipogeo cuando joven, solitario o gregario a veces cespitoso, prefiere suelos arenosos.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
	Suillaceae	<i>Suillus</i> Gray 1821	Muy difundida en todas las plantaciones de pino, forma ectomicorrizas.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
<i>Geastrales</i>	Geastraceae	<i>Geastrum</i> Pers. 1794	Esporádico sobre el suelo en hojarasca y gramíneas.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)



<i>Gloeophyllales</i>	Gloeophyllaceae	<i>Gloeophyllum</i> P. Karst. 1882	Frecuente sobre madera en descomposición. Provoca una pudrición castaña. Género cosmopolita en regiones templadas, principalmente de coníferas.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
<i>Gomphales</i>	Gomphaceae	<i>Ramaria</i> Fr. ex Bonord. 1851	Suelo o lignícola.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
<i>Hymenochaetales</i>	Hymenochaetaceae	<i>Phellinus</i> Qué. 1886	En árboles gimnospermas y angiospermas, vivos o muertos, presenta descomposición blanca. Género cosmopolita.	RYVARDEN (2004)
<i>Leotiales</i>	Leotiaceae	<i>Leotia</i> Pers. 1794	Gregario. En mantillo de bosque de <i>Quercus humboldtii</i> .	TOBÓN (1991)
	Sarcoscyphaceae	<i>Cookeina</i> Kuntze 1891	Lignícola sobre ramas y troncos. Género Tropical, en bosques naturales muy intervenidos.	TOBÓN (1991)
<i>Pezizales</i>	Morchellaceae	<i>Morchella</i> Dill. ex Pers. 1794	Hábito muy raro sobre pared de ladrillos expuesta.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
	Pyronemataceae	<i>Scutellinia</i> (Cooke) Lambotte 1887	En bosque de <i>Quercus humboldtii</i> , degradado, sobre ramitas cerca y dentro de corrientes de agua, suelo húmedo o madera semipodrida.	TOBÓN (1991), WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
<i>Phallales</i>	Phallaceae	<i>Aseroe</i> Labill. 1800	Gregario o solitario sobre montículos, paja o estiércol.	KASUYA (2007)
		<i>Laternea</i> Turpin 1822	Sobre suelo húmido.	WRIGHT & ALBERTÓ (2006)
<i>Russulales</i>	Albatrellaceae	<i>Albatrellus</i> Gray 1821	Terrestre o sobre madera enterrada, teniendo conexiones micorrízicas.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), NÚÑES & RIVARDEN (2001)
<i>Schizophyllales</i>	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum</i> Fr. 1815	Saprófitos, de pudrición blanca, degradadores de lignina, prefieren los troncos. Género cosmopolita.	PEGLER (1983a)
<i>Xylariales</i>	Xylariaceae	<i>Xylaria</i> Hill ex Schrank 1789	Parásitos, saprofitos especializados de angiosperma. Parásitos de angiosperma, gregarios sobre hojas caídas en bosque, sobre madera de dicotiledóneas en huertos de cítricos con plantaciones de café, en madera de <i>Quercus</i> , en bosque mesófilo de montaña, bosque de encino, bosque tropical perennifolio.	SAN MARTÍN, ROGERS & JU (1998); MEDEL, CASTILLO & GUZMÁN (2008)

Tabla 4. Géneros de las accesiones de macromicetos del Orden Polyporales encontradas en los recorridos a los tramos de los bosques del Departamento de Caldas con sus principales características del hábitat reportadas.

Familia	Género	Características importantes del hábitat	Referencias
Polyporaceae	<i>Favolus</i> Fr. 1828	Sobre angiospermas. Género pantropical.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980)
	<i>Hexagonia</i> Fr. 1838	Causa descomposición blanca sobre maderas. Principalmente género tropical, sólo una especie de zonas templadas	NÚÑES & RIBARDEN (2001)
	<i>Lentinus</i> Fr. 1825	Saprófito, crecen en grupos sobre troncos en descomposición, degradadores de lignina, muchas especies crecen sobre madera muerta o sobre arboles parasitados. El género es esencialmente tropical, y algunas especies raramente de regiones polares.	PACIONI (1982), PEGLER (1983b)
	<i>Polyporus</i> (Pers.) Gray 1821	Puede estar como micorriza al pie de coníferas o planifolios sobre suelos ácidos. Puede ser saprófito y parásitos, crecer sobre cualquier madera o sobre prados, viven sobre troncos muertos. Descomposición blanca. Género cosmopolita.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), PACIONI (1982), NÚÑES & RIBARDEN (2001)
	<i>Pycnoporus</i> P. Karst. 1881	Común en toda la región septentrional sobre <i>ulmus</i> , <i>copernicia</i> , <i>salix</i> , <i>prunus</i> . Pudrición blanca.	WRIGTH & ALBERTÓ (2006)
	<i>Trametes</i> Fr. 1836	Saprófitos, de pudrición blanca, degradadores de lignina, prefieren los troncos muertos de maderas duras como planifolios, abetos, robles, también raramente crece sobre coníferas, a menudo en localidades abiertas y secas. Género cosmopolita y paleotropical, especies tropicales raras en África más dispersas en Asia desde Pakistán a las Filipinas y el sur hasta África.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), PACIONI (1982)
	<i>Tyromyces</i> P. Karst. 1881	Saprófito, crece solitario o imbricada sobre madera muerta de coníferas o planifolios, especialmente sobre <i>betuna</i> . Género cosmopolita.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), PACIONI (1982), NÚÑES & RIBARDEN (2001)
Meruliaceae	<i>Cymatoderma</i> Jungh. 1840	Lignícolas, saprofitos.	BETANCUR (2009)
Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i> P. Karst. 1881	Saprófitos o parásitos, de pudrición blanca, degradadores de lignina, parasita robles y otros planifolios, ocasionalmente coníferas, sobrevive como saprófita después de la muerte de la planta (puede aparecer sobre troncos muertos). Género cosmopolita con muchas especies en la zona tropical.	PACIONI (1982), RYVARDEN (2004)
Fomitopsidaceae	<i>Laetiporus</i> Murrill 1904	Causa descomposición café y blanca sobre maderas duras viviente y coníferas, sobre maderas duras en el área tropical. Género cosmopolita y monotípico.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), NÚÑES & RIBARDEN (2001)
Meripilaceae	<i>Meripilus</i> P. Karst. 1882	Saprófito, crece sobre madera en descomposición de planifolios y coníferas, puede ser parásita de las raíces de robles y castaños. Disperso en zonas templadas y boreales, además cosmopolitas.	RYVARDEN & JOHANSEN (1980), PACIONI (1982), NÚÑES & RIBARDEN (2001)

De las accesiones recolectadas, aproximadamente la mitad se encontró sobre TD, lo que indica la importancia de la madera muerta para el equilibrio de los bosques. El valor de la madera muerta o troncos en descomposición, representada en árboles muertos en pie, ramas desprendidas, troncos y tocones es vital para la sobrevivencia de los bosques, las selvas y la biodiversidad. Durante todo el siglo pasado se realizaron trabajos por ecólogos y químicos que relacionan la madera muerta con la biodiversidad, tales como: GRAHAM (1922), HAWLEY & WISE (1926), MANSOUR & MANSOUR-BEK (1934). Estos trabajos han continuado desarrollándose con énfasis en el papel de los residuos en los ciclos biogeoquímicos (ARTHUR & FAHEY, 1990), la fauna presente en bosques naturales y bosques manejados y las especies xilófilas que presentan algún grado de amenaza (SIITONEN *et al.*, 1996; FRANC, 1997; MARTIKAINEN *et al.*, 1999). Así como, la presencia de hongos Polyporaceae que se presentan con mayor frecuencia en los bosques europeos (DAJOZ, 2000; DELGADO & PEDRAZA-PÉREZ, 2002). En los tramos de bosque del departamento de Caldas recorridos, se encontraron cantidades equivalentes de los géneros Polyporaceae y *Agaricales* sobre TD, los cuales ya han sido descritos como hongos de pudrición blanca y pudrición café y son conocidos como los principales degradadores de madera. Los géneros encontrados sobre los demás sustratos, como SU, HJ y TV, correspondientes aproximadamente a la mitad de las accesiones colectadas corresponden principalmente a hongos micorrízicos y parásitos.

La tendencia a asociarse con determinados árboles hospederos también ha sido estudiada en grupos de hongos macromicetos. GILBERT & SOUSA (2002) recolectaron cuerpos fructíferos de basidiomicetos Polyporales presentes en manglares de la costa Caribe de Panamá, encontrando que, a diferencia de otros bosques tropicales, la comunidad de hongos *Poliporales* en el manglar estudiado se encontraba dominada por pocas especies altamente específicas, ya que tres especies de hongos, cada una con una preferencia particular por un hospedero diferente, representaron el 88% del total de hongos colectados, a diferencia de los bosques secos tropicales, en donde se ha encontrado poca evidencia de preferencias de hospedero entre hongos Polyporales degradadores de madera.

Desde otro punto de vista, es interesante resaltar que, aunque las metodologías utilizadas para cuantificar la abundancia de los hongos en estos ecosistemas han sido consideradas una piedra angular para su estudio, también han sido uno de los cuellos de botella para el avance del conocimiento en este campo. Teniendo en cuenta que la mayoría de trabajos realizados hasta el momento sólo han considerado la diversidad de hongos cultivables, los resultados obtenidos han dependido en gran medida del sustrato que se desea explorar. Entre los sustratos que se han tenido en cuenta se encuentran troncos y raíces de árboles vivos y muertos, material vegetal como hojas de plantas herbáceas y heces de animales. Las técnicas de evaluación del sustrato tienen un papel significativo en la ocurrencia de los hongos, ya que esto en interacción con el medio ambiente seco, húmedo y su temperatura ambiente dan como resultado la mayor o menor incidencia de cuerpos fructíferos de diferentes géneros en estos relictos de bosques tropicales.

Interacción ecosistémica y sus implicaciones

Los hongos son organismos que afectan directamente el ecosistema donde se encuentran, generando una protección importante a la biodiversidad nativa en forma directa o indirecta (HEILMANN-CLAUSEN & CHRISTENSEN, 2003). En este trabajo se visitaron tramos de bosques desde los 680 hasta los 3800 msnm,

los cuales presentan características diferentes de tiempos de conservación e intervención del hombre, obteniendo como consecuencia cambios en la vegetación asociada y en los géneros de hongos encontrados.

Los hongos crecen en cualquier dirección; invaden el sustrato con filamentos absorbentes. En los ecosistemas su función equivale a las aves de rapiña o los animales carroñeros (HUDSON, 1986). Junto con las bacterias, su función principal es reciclar el carbono, el nitrógeno y los minerales esenciales para la nutrición. Como parásitos, usan la materia orgánica de organismos vivos, causando daño a plantas, animales y humanos (por las toxinas que producen). En simbiosis, pueden beneficiar a otros organismos, como las micorrizas en las raíces de las plantas y los líquenes (asociación de un hongo y un alga). Son organismos muy útiles por su versatilidad genética y fisiológica, producen enormes cantidades de esporas que permanecen viables hasta que las condiciones climatológicas favorecen su multiplicación (WHITTAKER, 1969; MOORE, 1998; CARLILE WATKINSON & GOODAY, 2001). Las características moleculares (recién descubiertas) indican que los hongos están más relacionados con los animales que con las plantas (HUDSON, 1986; NAEEM, 2002). Los hongos encontrados en los tramos de bosques visitados del departamento de Caldas, son indicadores de la gran diversidad que se encuentra en los bosques de la zona central de Colombia y que aún no ha sido explorada ni estudiada. La gran variedad de vegetación y fauna presente en estos sitios y la interacción silenciosa de los hongos al servicio de los demás organismos vivos, es un indicador del valor de la presencia de los hongos para la conservación del equilibrio de los ecosistemas tropicales.

Una dimensión para el posible sostenimiento de la conservación de la biodiversidad asociada debe estar asociada a la conservación del equilibrio de los ecosistemas. En la actualidad se hacen especulaciones sobre el desarrollo de la bioprospección como una actividad económicamente viable para el manejo sostenido de varios ecosistemas, con el posible desarrollo de mercados locales para los productos de la bioprospección. Así por ejemplo, la bioprospección puede apoyar el uso de plantas y hongos con atributos medicinales y los medicamentos para enfermedades más comunes en países no industrializados. La actividad económica promovida por estas actividades puede ser muy grande, aún cuando los capitales involucrados sean relativamente reducidos, pero requiere de un sistema de promoción que articule los esfuerzos independientes en esta dirección (RAUSSER & SMALL, 2000). La observación sistemática de relaciones ecológicas entre los seres vivos y su ambiente puede también producir información valiosa para la bioprospección. Algunos ejemplos incluyen el descubrimiento de un nematocida de una semilla a partir de la observación de que los roedores evitan comer esta semilla de las selvas tropicales, y el descubrimiento de varios antibióticos como resultado de la observación de las interacciones entre microorganismos (hongos y bacterias) (MELGAREJO *et al.*, 2002; DEDEURWAERDERE, 2005).

CONCLUSIONES

La necesidad de conservar la biodiversidad es responsabilidad de todos, especialmente cuando se empieza a apreciar la magnitud del servicio espiritual, social y económico que provee. Sin embargo, hace falta la promoción en temas como el conocimiento de los hongos y su importancia en la cadena de valor y su influencia en la conservación de la biodiversidad y equilibrio de los bosques.

Los géneros de macromicetos encontrados en los tramos de bosque del departamento de Caldas pertenecen mayoritariamente a *Polyporaceas* y *Agaricales* sobre TD, lo que refleja probablemente la incidencia de estos géneros sobre los bosques, su importancia y refleja la composición química de los residuos generados por estos bosques que poseen diferentes características de reserva y diversos momentos de intervención del hombre.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas por el apoyo económico, al Instituto de Biotecnología Agropecuaria y al Jardín Botánico por el tiempo de sus investigadores. Al MVZ Julián Salazar por el ajuste bibliográfico.

BIBLIOGRAFÍA

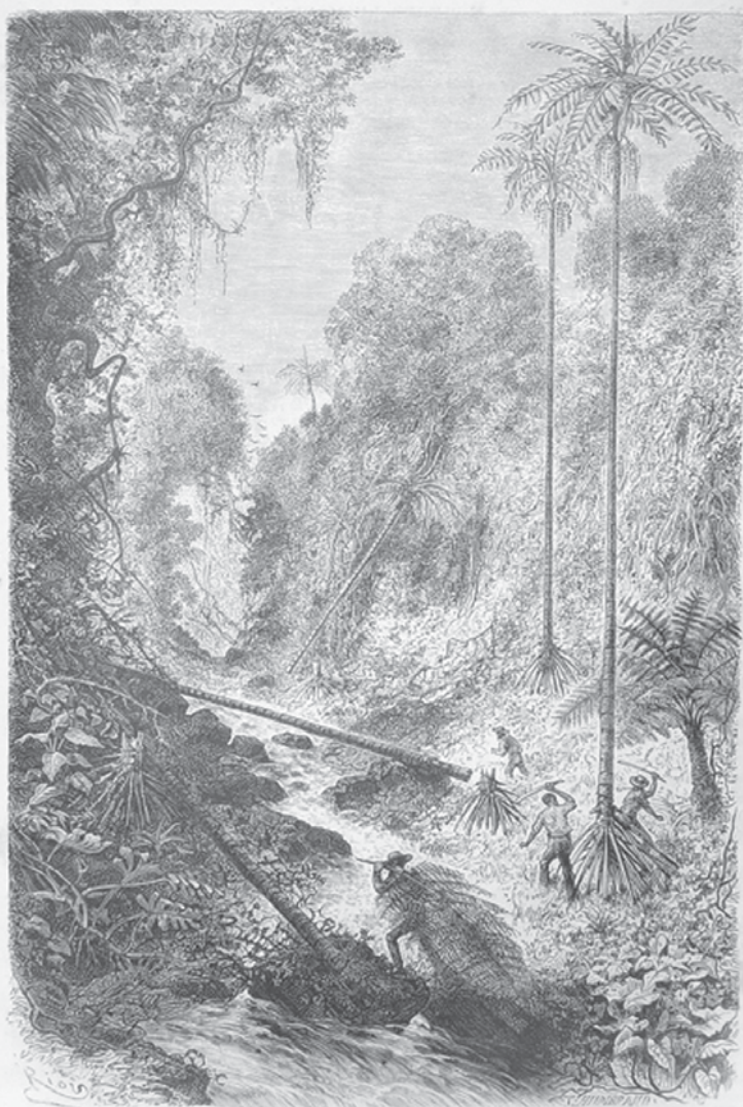
- ALEXOPOLUS C.J.; MIMS C.W. & BLACKWELL M., 1996.- *Int. Mycology*. 4 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. 869p.
- ÁLVAREZ L.M. SANÍN D.; ALZATE N.F. CASTAÑO-R. N.; MANCERA J.C. & GONZÁLEZ G., 2007.- *Plantas de la región Centro - Sur de Caldas - Colombia*. Manizales: Universidad de Caldas. 528p.
- ARTHUR M.A. & FAHEY T.J., 1990.- Mass and nutrient content of decaying boles in Engelmann spruce-subalpine fir forest. *Can J. resour.*, 20: 730-737.
- BARONI T.J.; FRANCO-MOLANO A.E.; LONGE D.J.; LINDNER D.L.; HORAK E. & HOFSTETTER V., 2007.- *Arthromyces* and *Blastosporella*, two new genera of conidia-producing *Lyophylloid agarics* (Agaricales, Basidiomycota) from the neotropics. *Mycol. Res.*, III: 572-580.
- BETANCUR A.M., 2009.- *Macrohongos en bosques montanos del Departamento de Caldas*. Manizales: Universidad de Caldas. 98p.
- CARLILE M.; WATKINSON S. & GOODAY G., 2001.- *The fungi*. Second ed. London: Academic Press. 588p.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS (CORPOCALDAS), 2004.- *La Cuenca del Río Chinchiná-Manizales: Gestión Ambiental*, 3: 20-25.
- CORTEZ V.G. & COELHO G., 2004.- The *Stropharioideae* (*Strophariaceae*, *Agaricales*) from Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. *Mycotaxon*, 89(2): 355-378.
- DAJOZ R., 2000.- Insect and forest. *The role and diversity of insect in the forest environment*. Londres: Intercept Ltd. 668p.
- DEDEURWAERDERE T., 2005.- From bioprospecting to reflexive governance. *Ecol. Econ.*, 53: 473-491.
- DELGADO L. & PEDRAZA-PÉREZ R.A., 2002.- La madera muerta de los ecosistemas forestales. *For. Ver.*, 4(2): 59-66.
- FRANC V., 1997.- Old trees in urban environments-refugia for rare and endangered beetles (Coleoptera). *Acta Universitaria Carol Biology*, 41: 273-281.
- FRANCO A.E.; ALDANA R. & HALLING R.E., 2000.- *Setas de Colombia (Agaricales, Boletales y otros hongos)*. Medellín: Universidad de Antioquia. 156p.
- GARCÍA R.M., 2006.- *Manual para buscar Setas*. Sexta ed. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 454p.
- GILBERT G. & SOUSA W., 2002.- Host specialization among wood-decay polypore fungi in a Caribbean mangrove forest. *Biotropica*, 34(3): 396-404.
- GOW N.A.R., 1995.- *The Growing Fungus*. London: N.A.R Gow & G. M. Gadd. 402p.
- GRAHAM S.A., 1922.- *Effect of physical factors in the ecology of certain insect in logs*. Minn. State Ent. Report 19: 22-40.
- GUZMÁN G., 1995.- La diversidad de los hongos en México. *Ciencia*, 39: 52-57.
- HALFFTER G.S., 1994.- Conservación de la biodiversidad: un reto del fin de siglo. *Butlleti de la Institució Catalana d'Història Natural*, 62: 146-167.

- HAWKSWORTH D.L., 1991.- The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycol. Res.*, 95(6): 641-655.
- , 2002.- The magnitude of fungal diversity: the 1±5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.*, 105(12): 1422-1432.
- HAWLEY L.F. & WISE L.E., 1926.- *The chemistry of wood*. New York. 334p.
- HEILMANN-CLAUSEN J. & CHRISTENSEN M., 2003.- Fungal diversity on decaying beech logs -implications for sustainable forestry. *Biod. Conse.*, 12: 953-973.
- HORAK E. & HALLING R.E., 1991.- New records of *Phaeocollybia* from Colombia. *Mycologia*, 83(4): 464-472.
- HUDSON H., 1986.- *Fungal Biology*. Maryland USA: Edward Arnolds Eds. 298p.
- JOSELAU J.P. & RUEL K., 1994.- Wood polysaccharides and their degradation by fungi: 334-387 (en) OUELLETTE (ed.) *Host Wall Alterations by Parasitic Fungi*. APS Press: Minnesota.
- KASUYA T., 2007.- Validation of *Aseroë coccinea* (*Phallales, Phallaceae*). *Mycoscience*, 48: 309-311.
- LARGENT D.L., 1980.- How to identify mushrooms to Genus 111: microscopic features. *Mad River Press Eureka*.
- LOWY B., 1952.- The genus *Auricularia*. *Mycologia*, 44: 656-692.
- , 1970.- *Keys to neotropical Tremellales*. Berlín: Zeitschrift für Kryptogamenkunde.
- MANSOUR K. & MANSOUR-BEK J.J., 1934.- On the digestion of wood by insect. *Brit. J. exp. Biol.*, 11: 243-256.
- MARTIKAINEN P.; SIITONEN J.; KAILA L.; PUNTTILA P. & RAUH J., 1999.- Bark beetles (*Coleoptera, Scolytidae*) and associated beetle species in mature managed and old-growth boreal forest in southern inland. *Ecol. Man.*, 116: 233-245.
- MEDEL R.; CASTILLO R. & GUZMÁN G., 2008.- Las especies de *Xylaria* (*Ascomycota, Xylariaceae*) conocidas de Veracruz, México y discusión de nuevos registros. *Rev. Mex. Micol.*, 28: 101-118.
- MELGAREJO L.M.; SÁNCHEZ J.; CHAPARRO A.; NEWMARK F.; SANTOS-ACEVEDO M.; BURBANO C. & REYES C., 2002.- Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia. Bogotá. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.10: Cargraphics. 334p.
- MOORE D., 1998.- *Fungal Morphogenesis*. 1a. ed. New York: Cambridge University Press. 469p.
- MORENO G.; ALTÉS A.; OCHOA C. & WRIGHT J.E., 1995.- Contribution to the study of the Tulostomataceae in Baja California. *Mycologia*, 87: 96-120.
- NAEEM S., 2002.- Autotrophic-Heterotrophic Interactions and their Impacts on Biodiversity and Ecosystem Functioning: 96-119 (en) NAEEM (ed.) *Functional Consequences of Biodiversity*. New Jersey: Princeton University Press.
- NÚÑES M. & RIVARDEN L., 2001.- East Asian *Polypores: Polyporaceae* s. lato. *Synopsis Fungorum* 14. Vol. 2. Fungiflora. 552p.
- PACIONI G., 1982.- *Guía de Hongos*. Barcelona: Ediciones Grijalbo, S.A. 507p.
- PEGLER D., 1983a.- *Agaric flora of the lesser Antilles*. Royal Botanic Gardens, Kew. London: M.J.E. 669p.
- , 1983b.- *The genus Lentinus: A world monograph*. Kew bulletin additional series X. London: M.J.E. 281p.
- PÉREZ-MORENO J. & READ D.J., 2004.- Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conecta y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29(5): 1-23.
- PULIDO M., 1983.- *Estudio en agaricales colombianos*. Bogotá: Presencia Ltda. 143p.
- RAUSSER G.C. & SMALL A.A., 2000.- Valuing Research Leads: Bioprospecting and the conservation of Genetic Resources. *J. Pol. Econ.*, 108(1): 173-206.
- RYVARDEN L., 2004.- *Neotropical polypores: fungiflora and norway*. 225p.
- , 2004.- Neotropical *Polypores*: Part 1: Introduction, *Ganodermataceae* and *Hymenochaetaceae*. Vol. 19. London: Sinopsis Fungorum. 225p.
- RYVARDEN L. & JOHANSEN I., 1980.- Preliminary polypore flora of East Africa. Noruega: Fungiflora. 636p.
- SAN MARTÍN F.; ROGERS J.D. & JU Y.-M., 1998.- Clave dicotómica provisional para los géneros de la familia *Xylariaceae* (*Pyrenomycetes, Sphaeriales*) de México. *Acta bot. Mex.* 42: 35-41.
- SÁNCHEZ O.J. & CARDONA C.A., 2007.- *Producción de Alcohol Carburante: Una Alternativa para el Desarrollo Agroindustrial*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 386p.
- SIITONEN J.; MARTIKAINEN P.; KAILA L.; MANNERKOSKI I.; RASSI P. & RUTANEN I., 1996.- New faunistic records of threatened saproxylic Coleoptera, Diptera, Heteroptera, Homoptera and Lepidoptera from the Republic of Karelia, Russia. *Entom. Fenn.*, 7: 69-76.

- TOBÓN L.E., 1991.- Ascomicetos de Colombia: Discomicetos del Departamento de Antioquia. *Caldasia*, 16(78): 327-336.
- VARGAS W.G., 2002.- *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Manizales: Universidad de Caldas. 814p.
- WHITTAKER R.H., 1969.- New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science*, 163: 150-160.
- WRIGHT J.E. & ALBERTÓ E., 2006.- *Guía de los hongos de la región Pampeana II. Hongos sin laminillas*. Buenos Aires: Literature of Latin America. 412p.

CONSERVACIÓN

Conservation



L'ottage des curistes (enq. p. 133). — Dessin de Hiss, d'après les croquis de M. André.

BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO Y SU PAPEL EN LA RECUPERACIÓN DE LOS BOSQUES TROPICALES*

Juan G. Bedoya-Patiño¹, Jaime V. Estévez-Varón² y Gabriel J. Castaño-Villa³

Resumen

Dada las altas tasas de deforestación de los bosques tropicales y sus efectos sobre la diversidad biológica, entre otros, la recuperación de la cobertura vegetal es una labor que debe afrontarse en el tiempo presente. Por tanto, conocer los factores que determinan el surgimiento en forma natural de la vegetación, permite planear y dirigir mejor los esfuerzos de restauración. En este sentido, estudiar el banco de semillas del suelo brinda información acerca del estado de la sucesión vegetal, de las especies potencialmente capaces de reemplazar a las existentes y del tipo de especies que componen la vegetación presente y circundante, así como su relación con la fauna silvestre. En el presente artículo, se presenta una descripción sobre el significado y la importancia del banco de semillas en el trópico, de sus características, de los factores determinantes para su existencia y de su aporte en la restauración y conservación. También, se enuncian algunos aspectos relacionados con el banco de semillas para investigaciones futuras tales como: fisiología de semillas tropicales y el papel de los animales que actúan como dispersores de semillas.

Palabras clave: banco de semillas, bosque tropical, fisiología de semillas, dispersión, conservación.

SOIL SEEDS BANK AND ITS ROLE IN THE RECOVERY OF TROPICAL FORESTS

Abstract

Given the high rates of deforestation of tropical forests and their effects on biological diversity among others, the recovery of the vegetable coverage is a task that must be undertaken immediately. Therefore, knowing the factors which determine the natural growth of vegetation allows the planning and better direction of restoration efforts. In this sense, the study of the soil seeds bank provides information about the vegetal succession state, the species potentially capable to substitute the existing ones, and the types of species which compose the present and surrounding vegetation, as well as its relation with the wild fauna. This article presents a description of the meaning and importance of the seeds bank in the tropics, of the determinant factors for its existence, and of its contribution to restoration and conservation. Also, some aspects related to the seeds bank for future research such as tropical seeds physiology and the role of animals which contribute to seed dispersal are stated.

Key words: seeds bank, tropical forest, seed physiology, dispersion, conservation.

*FR: 10-X-2010. FA: 18-XI-2010

¹ Ing. Agrónomo, estudiante tercera cohorte Maestría en Biología Vegetal. Convenio U. del Quindío - U. Tecnológica de Pereira - U. de Caldas. jguillermobedoya@gmail.com

² Profesor Asistente, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. jvestezv@hotmail.com

³ Profesor Asistente, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. gabocavil@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La conversión del bosque tropical en terrenos dedicados a la agricultura y/o ganadería extensiva, ha transformado drásticamente el paisaje en las últimas décadas. Muchas de estas áreas, al ser abandonadas, desarrollan procesos de sucesión vegetal que propician el establecimiento de una nueva comunidad vegetal que, en la mayoría de las ocasiones, es diferente a la que existía con anterioridad a la perturbación. Independiente de la causa que origina la pérdida de la vegetación en los bosques tropicales, el proceso de regeneración natural suele encontrarse con una serie de barreras que alteran su dinámica. La celeridad de dicho proceso, se asocia con factores ecológicos y ambientales como carencia de nutrientes y de micorrizas en el suelo, compactación del suelo, competencia con plantas invasoras (en especial con pastos), presencia de estaciones secas prolongadas, bajos niveles de dispersión y colonización de la vegetación natural, así como una alta tasa de depredación de semillas y plántulas presentes en el suelo (UHL *et al.*, 1988; AIDE & CAVELIER, 1994; HOLL, 1999; CUBIÑA & AIDE, 2001).

Para el restablecimiento de la vegetación se requiere, en primer lugar, de la presencia de semillas o propágulos en el medio. En este sentido, las especies vegetales del bosque tropical exhiben en general uno o más mecanismos para regenerar. Entre ellos están: la dispersión continua o estacional de semillas (**lluvia de semillas**), la acumulación de semillas en el suelo (**banco de semillas**), la acumulación de plántulas (**banco de plántulas**), así como la producción de renuevos, el rebrote de estructuras dañadas y el crecimiento lateral o secundario de los árboles del dosel.

El banco de semillas y la lluvia de semillas, son los procesos ecológicos de mayor relevancia en la reaparición de la vegetación en un terreno determinado. El primero, constituye el mecanismo más importante para la regeneración de la vegetación con especies pioneras, en terrenos donde el uso del suelo no ha sido muy intenso (GARWOOD, 1989; DALLING, 2002; GUARIGUATA & OSTERTAG, 2002; ÁLVAREZ *et al.*, 2005). Sin embargo, en áreas degradadas, la sola presencia del banco de semillas no es suficiente para la recuperación de la vegetación, en especial aquella de hábito arborescente (TEKLE & BEKELE, 2000). La lluvia de semillas, por su parte, es la responsable del establecimiento de las especies pioneras en terrenos con pasturas abandonadas o en aquellos con un uso previo intenso (DALLING, 2002; GUARIGUATA & OSTERTAG, 2002) como el de la agricultura de tipo industrial o de pastoreo intenso.

Otros factores, que intervienen en la consolidación de la vegetación en un sitio, se relacionan con la germinación y posterior reclutamiento de las plántulas que emergen a partir del banco de semillas, procesos considerados críticos en la determinación de la estructura final de la comunidad vegetal (PARKER *et al.*, 1989; CARDONA & VARGAS, 2004).

En el presente artículo, se hace una revisión sobre el significado del banco de semillas del suelo, sus características, los factores intrínsecos y extrínsecos que

permiten su existencia y, finalmente, se discute sobre el papel que cumple en la recuperación y conservación de la vegetación natural.

¿QUÉ ES EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO?

El banco de semillas del suelo, se ha definido como el grupo de semillas viables presentes en y sobre el suelo o asociadas a la hojarasca en un tiempo determinado (SIMPSON *et al.*, 1989; VAN DER VALK, 1992), potencialmente capaces de reemplazar las plantas anuales, las que mueren por causas naturales o no, las susceptibles a muerte por enfermedad, perturbación o consumo de animales incluidos los humanos (BAKER, 1989). Se considera un conjunto dinámico, ya que existe un flujo continuo de aportes y pérdidas de semillas, que le confieren una dimensión espacial (PIUDO & CAVERO, 2005), y tiene la particularidad de producir plántulas de manera continua por varios años, debido a los diferentes periodos de dormancia de las semillas que lo conforman (KHURANA & SINGH, 2001). Esta población de semillas, se encuentra por lo general dominada por las semillas de unas pocas especies de árboles y arbustos pioneros, en espera de las condiciones ambientales propicias para germinar (DALLING, 2002). A diferencia del rebrote, el banco de semillas permite la conservación de la variabilidad genética (BAKER, 1989).

El banco de semillas, presenta una serie de alternativas para permanecer en el tiempo, condición determinada por las estrategias de regeneración que las especies exhiben. En este sentido, los bancos de semillas en el trópico según GARWOOD (1989) pueden ser: **Transitorios**: compuestos por semillas de corta viabilidad y no dormantes. **Persistentes**: los que presentan semillas con dormancia facultativa. **Pseudo-persistentes**: compuestos por semillas no dormantes que se dispersan continuamente durante el año. **Transitorios estacionales**: en esta categoría se incluyen los compuestos por semillas que tienen dormancia estacional. Y los **transitorios retardados**: compuestos por semillas con germinación retardada no asociada con condiciones adversas estacionales. No obstante, las semillas sobre la superficie del suelo no persisten por largos periodos, y su entierro claramente favorece la persistencia (THOMPSON *et al.*, 1993).

El grado y tipo de perturbación del suelo, el patrón de uso de suelo en áreas adyacentes, el estado del desarrollo de la comunidad vegetal, la presencia de agentes dispersores y las estaciones del año, son los principales factores que determinan los atributos del banco de semillas en un terreno en particular (GARWOOD, 1989; DALLING, 2002). Entre los atributos que identifican el banco de semillas, están la densidad (número de semillas por metro cuadrado), la composición (a nivel taxonómico, longevidad, formas de vida) y la riqueza de especies (CHANDRASHEKARA & RAMAKRISHNAN, 1993; DUPUY & CHAZDON, 1998; THOMPSON, 2000).

Los bosques maduros o en estado de sucesión avanzada, tienen bancos de semillas pequeños (en densidad y composición) debido a que las semillas de especies

tolerantes a la sombra (primarias, pioneras tardías) ingresan en una proporción menor y producen un banco de semillas transitorio (GARWOOD, 1989). En tal sentido, los bancos de semillas de los bosques primarios no son herramientas útiles para la conservación de las especies que los componen (CHANDRASHEKARA & RAMAKRISHNAN, 1993). Por su parte, los terrenos con diferentes grados de perturbación pueden presentar bancos de semillas persistentes. ÁLVAREZ *et al.* (2005), encontraron que en fragmentos de bosques de niebla con diferentes grados de perturbación (camino, pastoreo, corte selectivo de árboles), el banco de semillas de los fragmentos con grados de perturbación intermedia y alta, fueron de mayor tamaño y estaban dominados por especies de árboles heliófilos, correspondientes a especies que en general poseen semillas dormantes.

En pasturas delimitadas por bosques, sólo un pequeño grupo de las especies presentes en el bosque alcanzan a llegar al interior de la pastura, y las dispersadas por el viento suelen ser abundantes (AIDE & CAVELIER, 1994; HOLL, 1999). Esto fue lo que encontraron CUBIÑA & AIDE (2001), al estudiar en Puerto Rico una pastura activa rodeada de un bosque secundario, e identificar 35 especies del bosque que fructificaron en un lapso de un año, y de las cuales sólo cinco se detectaron a más de 4 metros del borde del bosque hacia la pastura. Como consecuencia de la baja disponibilidad de semillas en el interior de las pasturas, la recuperación de la vegetación arbórea es lenta y con baja diversidad en los estadios tempranos de la sucesión (AIDE & CAVELIER, 1994; HOLL, 1999; WIJDEVEN & KUZEE, 2000; CUBIÑA & AIDE, 2001).

Con relación a la densidad, el banco de semillas de los bosques secundarios y terrenos agrícolas abandonados posee una mayor densidad, con relación al de un bosque primario. Se ha encontrado que, al comparar las densidades de bancos de semillas mediante un test de U Mann-Whitney ($p < 0,001$), la densidad de semillas de un bosque maduro (rango 25-3350 semillas/m², media 384, N = 41) es significativamente más bajo que en un terreno agrícola recién abandonado (rango 48-18900 semillas/m², media 1650, N = 41) (GARWOOD, 1989). Esto se debe a que los bosques secundarios se caracterizan por poseer un mayor número de especies pioneras, recibir un mayor número de semillas aportadas por las arvenses presentes en los campos abiertos que los suelen rodear y, adicionalmente, por el uso dado a la tierra con anterioridad (QUINTANA-ASCENCIO *et al.*, 1996).

Del mismo modo, el número de especies tiende a ser mayor en los bosques secundarios y terrenos agrícolas abandonados, en comparación con los bosques primarios a nivel de área muestreada (GARWOOD, 1989), debido a las múltiples fuentes de propágulos que generalmente rodean los primeros. No obstante, según el tipo de comunidad vegetal, tanto el número de especies como la densidad de semillas pueden tener un pico en estadios intermedios de la sucesión vegetal, esto fue lo que encontraron QUINTANA-ASCENCIO *et al.* (1996) en el sur de México, al comparar los bancos de semillas de terrenos dedicados a agricultura de "tumba y quema" y de un bosque primario de la región.

Con relación a la composición, según la longevidad de las especies, las semillas de especies primarias están representadas en una proporción muy baja en el suelo de todos los tipos de cobertura vegetal, en especial en los bosques primarios (SAULEI & SWAINE, 1988; QUINTANA-ASCENCIO *et al.*, 1996), y las semillas de especies pioneras y de arvenses están presentes en mayor proporción en dichos bosques. Por su parte, el banco de semillas de los bosques secundarios y áreas cultivadas refleja la vegetación en pie (GARWOOD, 1989). Al avanzar la sucesión vegetal, la similitud entre banco de semillas y vegetación es cada vez menor (THOMPSON, 2000; LUZURIAGA *et al.*, 2005). En bosques montanos en México, sometidos a diferentes grados de perturbación, ÁLVAREZ *et al.* (2005) encontraron que la composición de especies de árboles en el banco de semillas, estaba compuesta por sólo el 60% de las especies de árboles de la vegetación en pie.

A nivel taxonómico, puede presentarse predominancia de algunas familias de especies pioneras en el banco de semillas, en ciertos terrenos con una cobertura vegetal determinada. PÉREZ & SANTIAGO (2001), encontraron que las gramíneas superaron en especies y en número de semillas a las demás familias que componían el banco de semillas en una pradera en Venezuela, seguida del grupo de las leguminosas y de especies de la familia Cyperaceae.

Según la forma de vida, el banco de semillas de un bosque primario tiende a estar dominado por árboles, el de un terreno agrícola abandonado por hierbas, y el de un bosque secundario (entre 30-75 años) tiene más árboles y arbustos que el anterior. En cuatro bosques de baja montaña (entre 1000 y 2000 msnm), WILLIAMS-LINERA (1993) encontró que las hierbas eran la forma de vida predominante en los respectivos bancos de semillas de tres de ellos y en el último, con vegetación en su mayoría tropical, dominaban árboles y arbustos. No obstante, dicha dominancia puede variar en el tiempo, tanto en la forma de vida como en la especie dominante (GARWOOD, 1989). En los bosques que están rodeados de pasturas, su banco de semillas tiende a estar dominado por semillas de pastos (DALLING & DENSLOW, 1998; DUPUY & CHAZDON, 1998).

A escala de unos pocos metros cuadrados, los bancos de semillas son muy heterogéneos no sólo en cuanto a la densidad, sino en la composición de especies (BIGWOOD & INOUE, 1988; DALLING, 2002). La densidad y la diversidad del banco de semillas, también disminuyen de forma notoria en función de la profundidad, aunque en la capa de hojarasca la densidad de semillas es extremadamente variable (GARWOOD, 1989). Sin embargo, estas características varían aún más con los cambios estacionales a una misma profundidad: a nivel de árbol individual puede aumentar hasta diez veces de una estación a otra (DALLING *et al.*, 1998), debido a la germinación, movimientos horizontales por efectos del viento, actividad animal o escorrentía, migración a las capas internas del suelo, muerte de semillas a causa de hongos y por predación como en la granivoría (DALLING *et al.*, 1998; PÉREZ & SANTIAGO, 2001).

En general, las diferencias en el banco de semillas que se presentan en un sitio o entre sitios de un terreno, tienden a estar atribuidas a las diferencias en la textura del suelo, historia en el uso del suelo y cambios temporales en la lluvia de semillas. Particularmente, las diferencias en el interior de un sitio se presentan por la variación entre especies en la lluvia de semillas, las tasas de incorporación y/o la longevidad de las semillas (GARWOOD, 1989).

FACTORES QUE DETERMINAN LA EXISTENCIA DEL BANCO DE SEMILLAS EN EL SUELO DE LOS BOSQUES TROPICALES

El banco de semillas, es el resultado de un proceso dinámico donde confluyen tanto factores internos de las semillas como externos a ellas. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de ellos.

A. Factores intrínsecos y dispersión de semillas

Fisiología de las semillas

En general, en los bosques tropicales (húmedos y lluviosos) las semillas pueden presentar una germinación tardía o dormancia, una latencia condicional, una combinación de ambas o no presentar ninguna de ellas (GARWOOD, 1989; DALLING, 2002). La dormancia es un estado de reposo de las semillas, lo cual garantiza que la germinación ocurra principalmente cuando las oportunidades de sobrevivencia de las plántulas sean altas (VAN DER VALK, 1992), usualmente se presenta en todas las especies. La germinación es retardada por causas intrínsecas como: baja capacidad de absorción de agua, inmadurez fisiológica del embrión o la presencia de factores químicos (DALLING, 2002). En las semillas dormantes, la germinación ocurre después de un tiempo y de manera habitual en forma asincrónica (GARWOOD, 1989).

La dormancia se interrumpe cuando las semillas detectan señales externas, como cambios en la intensidad y longitud de onda de la luz, variación en la temperatura y al ataque de microorganismos del suelo (BASKIN & BASKIN, 1989). Estos cambios fisiológicos en la semilla, pueden ocurrir durante la dispersión por el efecto del dispersor, o después de ella por la condiciones micro ambientales del suelo (GARWOOD, 1989). Algunos animales y microorganismos actúan en este sentido, como lo que sucede con las semillas de *Acacia senegal* y *Ceratonia silicua* después de pasar por el tracto digestivo de cabras (KHURANA & SINGH, 2001).

La latencia condicional o dormancia facultativa, por su parte, está relacionada con los cambios ambientales como el tipo de luz y variantes en la temperatura originados por exposición solar o quemadas. Este fenómeno, es observado con mayor frecuencia en semillas de especies pioneras y plantas de distribución amplia o cosmopolitas (GARWOOD, 1989; DALLING, 2002). Por su parte, la ausencia de dormancia se encuentra en el 63% de las especies en los bosques lluviosos, y en el 24% de ellas en bosques secos (KHURANA & SINGH, 2001).

La presencia de dormancia o no en las semillas, es uno de los factores que determina su persistencia en el suelo y, por tanto, el tipo de banco que pueda formarse. Las semillas dormantes permanecen viables por más tiempo en el suelo, y como consecuencia son más longevas. No obstante, el contenido de humedad del ambiente modifica tal condición y, en los bosques tropicales, las semillas con mayor longevidad predominan en los bosques secos con relación a los húmedos y, en estos últimos, la germinación ocurre más rápidamente (KHURANA & SINGH, 2001).

Tamaño y forma de las semillas

Las semillas grandes, mayores a 1,0 gramo de masa (HOWE & SMALLWOOD, 1982) son frecuentes en plantas que, en sus primeros estadios (germinación, plántulas y brinzal), requieren sombra para establecerse y se denominan umbrófilas. Estas semillas se caracterizan por tener mayores tejidos de reserva, lo cual les permite tolerar la sombra y los daños físicos. Por su parte, las semillas de tamaño reducido son propias de especies pioneras que se encuentran en claros, zonas de derrumbes y campos agrícolas abandonados. Por su tamaño, pueden ser dispersadas a grandes distancias (generalmente por el viento), y carecen de tejido de reserva que les permita subsistir por mucho tiempo después de su dispersión (DALLING, 2002).

THOMPSON *et al.* (1993), al evaluar el tamaño y la forma de semillas y frutos de hierbas (en su mayoría cosmopolitas) en relación a la persistencia en el suelo, encontraron que las semillas con menos de 3 mg y casi redondas, tienen la tendencia a ser enterradas y, por lo tanto, ser persistentes. No obstante, el tamaño y la forma no parece ser los únicos factores que determinan la persistencia. MOLES *et al.* (2000), encontraron en el banco de semillas de vegetación de tierras bajas en Nueva Zelanda, que el tamaño y la forma de las semillas eran independientes de la persistencia de las semillas en el suelo.

La limitada cantidad de reservas que poseen las semillas pequeñas, las inhibiría de producir una plántula capaz de atravesar una capa de hojarasca muy gruesa (MOLOSKY & AUGSPURGER, 1992), ya que la hojarasca tiene un impacto en el reclutamiento de plántulas (DALLING & HUBBELL, 2002), y el máximo de profundidad para que éste ocurra es directamente proporcional a su masa (VAN DER VALK, 1992). Por lo anterior, poca inherencia podría tener en la regeneración natural en un claro, si previamente estas semillas no son removidas hacia la superficie (DALLING, 2002), como sucede al presentarse derrumbes o por el levantamiento de las raíces de un árbol al caer.

Dispersión de semillas

La dispersión permite el ingreso de frutos y semillas al suelo, y de esta manera enriquece el banco de semillas. Las especies con el tiempo, han efectuado cambios morfológicos y químicos en sus frutos y semillas, para permitir que puedan ser desplazados o transportados por diversos mecanismos, en búsqueda de lugares apropiados para la germinación de semillas y posterior establecimiento de las

plántulas. A una mayor dispersión, mayor posibilidad de contar con diferentes micrositos que puedan reunir condiciones adecuadas para la germinación, y mayor probabilidad de supervivencia de plántulas lejos de los árboles parentales (WENNY, 2000; TANG *et al.*, 2006).

Cuando las semillas de diferentes especies poseen adaptaciones especializadas para ser dispersadas, se reconocen los **síndromes de dispersión**. Entre los más comunes están: anemocoria (dispersión por el viento), hidrocoria (dispersión por el agua), epizocoria (dispersión por contacto con animales), endozocoria (dispersión al ser ingeridas por animales), barocoria (dispersión por gravedad) y autocoria (dispersión por mecanismos propios de la planta como la explosión de frutos). Algunas especies según el hábitat son policorias, es decir, presentan más de un síndrome de dispersión (VAN DER VALK, 1992). La epizocoria y la endozocoria, se conocen conjuntamente como dispersión de tipo zoocoria.

Los síndromes de dispersión, no son exclusivos de una familia taxonómica. Es más frecuente, que esta tendencia sea determinada por la forma de vida de las especies. En los bosques tropicales, más del 50% y frecuentemente el 75% o más de las especies arbóreas, producen frutos carnosos adaptados para el consumo de aves y mamíferos. La dispersión por animales, es común en estos bosques y en particular en los montanos (GENTRY, 1982; HOWE & SMALLWOOD, 1982). En un estudio sobre sucesión en pasturas abandonadas en la Amazonia brasileña, se encontró que cerca del 90% de las especies de árboles presentes en la zona poseen frutos para ser dispersados por animales (UHL *et al.*, 1988). Del mismo modo, WENNY (2000) encontró en bosques montanos de Costa Rica, que los frutos de *Ocotea endresiana* (Lauraceae), un árbol del dosel, son dispersados por 5 especies de aves. Lo anterior, apoya la observación sobre el papel de la zoocoria como método frecuente de dispersión de semillas en el trópico, siendo más común en las especies primarias y de sotobosque.

De otro lado, los árboles emergentes y del dosel superior al igual que las lianas, suelen tener dispersión de tipo anemócora (GENTRY, 1982; HOWE & SMALLWOOD, 1982), como por ejemplo especies arbóreas de los géneros *Jacaranda*, *Albizia*, *Ochroma*, *Cespedezia*, entre otros, en los bosques húmedos colombianos. Por su parte, las hierbas presentan generalmente dispersión de tipo autocoria, en especial las de distribución cosmopolita. ARBELÁEZ & PARRADO-R (2005), al evaluar el tipo de dispersión de la vegetación de mesetas de arenisca en la Amazonia colombiana, encontraron como principal síndrome de dispersión la zoocoria seguida de la autocoria y, esta última, fue la más importante en la vegetación herbácea abierta y en el estrato inferior de la vegetación arbustiva.

Las plantas, tienen diferentes formas de dispersar sus semillas y, de acuerdo a la forma de llegar estas al suelo, tendrán la posibilidad o no de persistir. Los dispersores, alteran el porcentaje o velocidad de germinación de las semillas y este efecto es diferente según sea el dispersor, lo cual sumado a la presencia

de dormancia, establece la potencial persistencia de las semillas en el suelo (GARWOOD, 1989).

De otro lado, la distribución horizontal de las semillas puede no ser homogénea, debido a diversos factores como la presencia de estaciones y el éxito en el mecanismo de dispersión, entre otros. TANG *et al.* (2006) encontraron en un bosque tropical lluvioso, que especies como *Saurauia macrotricha* (Saurauiaceae) presentan una escasa distribución horizontal aún con un alto número de semillas en el suelo. Concluyeron, que algunas especies (como la en mención) pueden presentar poca habilidad para dispersarse, o carecen de un efectivo agente dispersor.

Es frecuente que algunas semillas, después de ser dispersadas y aún viables, sean removidas de su ubicación inicial en dirección tanto horizontal como vertical por acción de vectores como agua, viento y animales, lo cual influye en su distribución espacial. Este fenómeno, se denomina dispersión secundaria (COLE, 2009). Algunos de estos propágulos, pueden ser enterrados hasta una profundidad de 12 cm (DALLING, 2002), con lo cual se reduce o elimina su depredación por invertebrados y facilita el anclaje de las plántulas (THOMPSON, 1987).

La dispersión secundaria realizada por roedores, hormigas y escarabajos coprófagos, es importante para el establecimiento de algunas especies arbóreas en el trópico como por ejemplo las semillas de *Hymenaea courbaril*, las cuales son enterradas por roedores. Este proceso ecológico, se considera un mecanismo importante para el mantenimiento de la diversidad arbórea en los bosques tropicales (ASQUITH, 2002; COLE, 2009). En muchos casos, el movimiento post-dispersión de semillas por parte de animales, corresponde a una relación de mutualismo entre la planta y el animal, aun a costa de la muerte de muchas semillas a cargo del dispersor. A esta conclusión llegaron LEVEY & BYRNE (1993), al evaluar en Costa Rica el efecto post-dispersión de hormigas de la hojarasca sobre semillas de dos especies de *Miconia*, dispersadas inicialmente por aves.

La dispersión secundaria, influye también en la distribución espacial de las semillas. PONCE-SANTIZO *et al.* (2006), al evaluar en un bosque de Guatemala los efectos del tipo de heces y el patrón de defecación de dos especies de monos, así como la remoción de semillas por parte de escarabajos coprófagos, identificaron semillas de *Ficus* sp. *Pouteria campechiana*, *Dendropanax arboreus*, *Phoradendron* sp., *Hamelia patens*, *Desmoncus ferox* y *Guarea excelsa* en las heces, las cuales fueron desplazadas tanto en sentido horizontal como vertical, modificando el patrón espacial generado por cada especie de mono en el momento de la defecación.

De otro lado, el tamaño y la forma de las semillas también influyen en la dispersión secundaria. Las semillas pequeñas o redondas, tienden a ser transportadas más lejos y acumularse en grupos con respecto a las semillas de mayor tamaño y de forma alargada (VAN DER VALK, 1992).

A. Condiciones ambientales y del entorno

Luz

La luz, estimula la germinación de un gran grupo de semillas del suelo en el bosque e inhibe a unas pocas. Las semillas que requieren de luminosidad para su germinación, son llamadas semillas fotoblásticas positivas. La fotoblasticidad, está dada por la presencia de fitocromos con un diferencial de sensibilidad a la luz roja (R, longitudes de onda 655-665 nm) y roja lejana (RL, longitudes de onda 725-735 nm) (KHURANA & SINGH, 2001; DALLING, 2002). Cuando la relación R/RL es alta, los fitocromos que hasta el momento se encontraban inactivos desde el punto de vista bioquímico, se activan e inducen la germinación (DALLING, 2002).

La inhibición de la germinación bajo del bosque, es un mecanismo usado por especies que persisten en el banco de semillas, como las pioneras y hierbas de amplia distribución (GARWOOD, 1989), en la espera de detectar la formación de un claro (KHURANA & SINGH, 2001), y por tanto no poseen un banco de plántulas en el sotobosque (DALLING & HUBBELL, 2002). En este sentido, DALLING & HUBBELL (2002) encontraron que en claros formados de manera artificial, donde a algunos se les retiró y a otros se les adicionó hojarasca, las semillas de especies pioneras presentes en el banco de semillas germinaron y las plántulas sobrevivieron en mayor proporción en el primer tratamiento (retiro de hojarasca) comparado con el segundo. Lo contrario, sucedió con la semillas de especies umbrófilas.

La ausencia de luz disponible para la germinación de semillas y establecimiento de las plántulas, debe ser un elemento a tener en cuenta en los procesos de restauración ecológica. HONU & DANG (2002), evaluaron el efecto que producía *Chromolaena odorata* Linn. (arbusto pionero exótico) sobre el número, establecimiento y reclutamiento de especies arbóreas nativas a partir del banco de semillas. Ellos, encontraron pocas semillas de árboles nativos en el suelo cuyo dosel estaba conformado principalmente por este arbusto, y que el crecimiento de las plántulas establecidas antes del cierre del dosel, fue inhibido. No obstante, al remover el dosel, las plantas reinician su crecimiento. Concluyeron, que este procedimiento podría incorporarse como practica en un plan de restauración natural.

Temperatura

La temperatura óptima para que ocurra la germinación, varía entre las especies. Muchas especies tropicales, especialmente las pioneras, requieren de la fluctuación de la temperatura durante el día para detener la dormancia, este cambio es evidenciado por las semillas al formarse un claro y presentarse un alta amplitud en temperaturas a nivel del suelo. Un incremento de la temperatura, impulsa la germinación por cambios en la cinética de las enzimas internas y de la bioquímica de las células de las semillas, o por disolución de la capa suberizada en el esclerénquima de la cubierta seminal o por el micrópilo, permitiendo a la semilla

tomar agua. Ciertas semillas, requieren períodos cortos de enfriamiento seguidas de altas temperaturas para acelerar la germinación (KHURANA & SINGH, 2001).

Microrrelieve

Conjuntamente con la dispersión de semillas, es el microrrelieve o microtopografía uno de los principales factores que explican la heterogeneidad espacial del banco de semillas. El microrrelieve, favorece la distribución espacial tipo agregada y/o irregular que presentan las semillas de la mayoría de las especies (VAN DER VALK, 1992; ENCISO *et al.*, 2000), lo cual es facilitado por la forma de las semillas. MOSCOSO & DIEZ-GÓMEZ (2005), encontraron mayor densidad de semillas en las hondonadas de un bosque dominado por *Quercus humboldtii* Bonpl. que en las zonas no onduladas.

Estación del año

El efecto de la estación del año sobre el banco de semillas, puede darse por varias vías. HOLL (1999) en Costa Rica, encontró en un bosque húmedo y en una pastura abandonada adyacente, el máximo número de semillas dispersadas por animales en la estación lluviosa, mientras que la mayoría de las dispersadas por el viento se presentó en la estación seca. Del mismo modo, en un bosque lluvioso donde dominan especies de la familia Dipterocarpaceae, sometido a un proceso de “tumba y quema”, el número de semillas y de especies provenientes de muestras de suelo tomadas en la estación lluviosa, fue mayor que de las muestras tomadas en la estación seca (TANG *et al.*, 2006). Sin embargo, al parecer, la producción y liberación de semillas durante las estaciones del año es una estrategia más de adaptación de las especies a su hábitat. PÉREZ & SANTIAGO (2001), encontraron en una pradera de Venezuela, una mayor acumulación de semillas y riqueza de especies al final de la estación lluviosa y durante la estación seca.

Niveles de perturbación del suelo

Las perturbaciones (naturales o antrópicas), originan cambios en la intensidad lumínica, contenidos de nutrientes y de biomasa que se encuentra sobre el suelo (SCATENA, 2002), por tanto el tipo y grado de perturbación determina la clase de semillas que se pueden encontrar en el suelo según la longevidad y los requerimientos de luz (GARWOOD, 1989). En este sentido, el banco de semillas presente en el suelo de los bosques secundarios cercanos a tierras deforestadas y con un uso intenso (agricultura industrial, pastoreo), está compuesto en su mayoría de especies de tipo herbáceo, arbustos heliófitos y pastos foráneos, las cuáles pueden llegar a inhibir el crecimiento y disminuir la supervivencia de las especies leñosas de la vegetación del lugar (QUINTANA-ASCENCIO *et al.*, 1996; DUPUY & CHAZDON, 1998; GUARIGUATA, 2000).

Las perturbaciones originadas por actividades humanas, afectan de manera más notoria la abundancia (o densidad de semillas) y la composición del banco de

semillas que las perturbaciones generadas por fuerzas naturales (ÁLVAREZ *et al.*, 2005). En el primer caso, la densidad de semillas tiende a ser mayor y la composición corresponde, en su mayoría, a especies de tipo herbáceo de amplia distribución (arvenses).

IMPORTANCIA DEL BANCO DE SEMILLAS EN EL PROCESO DE RESCUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN NATURAL

La sucesión secundaria, que conduce a la recuperación de la cobertura vegetal en cualquier terreno, depende de una serie de factores bióticos y abióticos y de procesos ecológicos, los cuales se encuentran inmersos en una escala espacial y temporal. Entre los factores bióticos, están la presencia del banco y la lluvia de semillas como los principales dinamizadores naturales de la sucesión, así como de procesos ecológicos tales como: la dispersión de frutos y semillas, y los flujos de agua y luz en el interior de los terrenos deforestados.

El banco de semillas se considera un registro viviente, porque permite conocer el tipo de vegetación que existe o ha existido en un lugar determinado (SAULEI & SWAINE, 1988; DALLING *et al.*, 1998), con el atributo adicional de ser un reservorio de variabilidad genética de las especies que lo componen. El papel del banco de semillas del suelo, es el de facilitar el mantenimiento o la recuperación de la vegetación de una área, principalmente de las especies pioneras (TECKLE & BEKELE, 2000). Las semillas y propágulos almacenados en el suelo, juegan un papel crucial en la colonización de hábitats perturbados, cuando la lluvia de semillas tiene una discreta contribución (LUZURIAGA *et al.*, 2005).

Al constituirse en pocas semanas una cobertura vegetal con especies colonizadoras, las condiciones micro ambientales del lugar cambian y con ello se reactivan funciones importantes del ecosistema como: la regulación de la luminosidad y temperatura, la protección del suelo y el ciclaje de nutrientes, entre otras. Por tal motivo, algunas de estas especies, en particular de hábito arbustivo, se consideran “facilitadores” o “catalizadores” de la sucesión (VIEIRA *et al.*, 1994; HOLL, 2002). Con estas nuevas condiciones, se favorece la aparición y establecimiento de especies arbóreas propias de estadios sucesionales más avanzados (QUINTANA-ASCENCIO *et al.*, 1996; DUPUY & CHAZDON, 1998; MIDDLETON, 2003).

Finalmente, la descripción de las características del banco de semillas (composición, tamaño, permanencia) de un bosque o terreno en particular, permite obtener información sobre el estado de sucesión, el grado de perturbación, los mecanismos de dispersión de semillas y, de manera indirecta, el tipo de fauna asociada, las posibles fuentes de propágulos, entre otros aspectos. Toda esta información, es necesaria para conocer los factores limitantes de la sucesión en cada terreno (HOLL, 1999) y proponer planes de manejo que incluyan el monitoreo del proceso de regeneración del bosque. No obstante, un banco de semillas pequeño y con pocas

especies, es el reflejo de la pérdida de diversidad en un lugar determinado, y la simplificación de las comunidades vegetales futuras que llegaren a establecerse.

Conocer la relación que existe entre el banco de semillas y la vegetación en pie es, en resumen, útil para entender los cambios en la composición de la comunidad (vegetal) con respecto a la perturbación, la sucesión y las acciones de restauración desarrolladas para tal fin (HOPFENSBERGER, 2007).

NECESIDAD DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Con miras a aprovechar mejor el papel que juega el banco de semillas del suelo, en la restauración y conservación de la diversidad biótica, se requiere profundizar en el conocimiento de la fisiología de semillas tropicales, en especial de las especies consideradas clave en cada uno de los estados de sucesión por los que atraviesa un bosque. De igual manera, y teniendo presente que un alto porcentaje de especies arbóreas del trópico son dispersadas por animales, se debe profundizar acerca de los mecanismos de dispersión asociados a animales, y de qué manera se puede enriquecer el banco de semillas con dichas especies.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Orlando Vargas Ríos y Jaime Andrés Carranza Q. por sus comentarios y sugerencias, a Fredy Arvey Rivera Páez por el apoyo brindado desde la dirección de investigaciones de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Caldas. Este manuscrito, es un producto del Proyecto número 0373709: "Composición del banco de semillas del suelo y su relación con la vegetación presente en una plantación de aliso (*Alnus acuminata*) y un bosque secundario de la misma edad en Manizales, Colombia", financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas.

BIBLIOGRAFÍA

- AIDE, T.M. & CAVELIER, J., 1994.- Barriers to lowland forest tropical restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Rest. Ecol.*, 2: 219-229.
- ÁLVAREZ-AQUINO, C.; WILLIAMS-LINERA, G. & NEWTON, A.C., 2005.- Disturbance effects on the seed bank of Mexican cloud forest fragments. *Biotropica*, 37 (3): 337-342.
- ARBELÁEZ, M.V. & PARRADO-R., A. 2005.- Seed dispersal modes of the sandstone plateau vegetation of the middle Caquetá river region, Colombian Amazonia. *Biotropica*, 37 (1): 64-72.
- ASQUITH, N.M., 2002.- La dinámica del bosque y la diversidad arbórea: 377-406 (en) GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H. (eds.) *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Primera edición. Ediciones LUR.
- BAKER, H.G., 1989.- Some aspects of the natural history of the seed banks: 9-21 (en) LECK, M.A.; PARKER, V. & SIMPSON R.L. (eds). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.
- BASKIN, C.C. & BASKIN, J.M. 1989.- Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology: 53-66 (en) LECK, M.A., PARKER, V.T. & SIMPSON, R.L. (eds) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego, California.

- BIGWOOD, D.B. & INOUE, D.W., 1988.- Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology*, 69: 497-507.
- CARDONA, C.A. & VARGAS, O.R., 2004.- Plántulas procedentes del banco de semillas germinable de un bosque subandino. *Pérez-Arbelaezia*, 15: 113-149.
- COLE, R.J., 2009.- Post-dispersal seed fate of tropical montane trees in an agricultural landscape, southern Costa Rica: 64-99 (en) *Ecological and socioeconomic aspects of restoring forest in a tropical agricultural landscape, southern Costa Rica*. Dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY in ENVIRONMENTAL STUDIES. University of California, Santa Cruz.
- CUBIÑA, A. & AIDE, T.M., 2001.- The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica*, 33 (2): 260-267.
- CHANDRASHEKARA, U.M. & RAMAKRISHNAN, P.S., 1993.- Germinable Soil Seed Bank Dynamics During the Gap Phase of a Humid Tropical Forest in the Western Ghats of Kerala, India. *J. Trop. Ecol.*, 9 (4): 455-467.
- DALLING, J.W., 2002.- Ecología de semillas: 345-375 (en) GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H. (eds.) *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Primera edición. Ediciones LUR.
- DALLING, J.W. & DENSLOW, J.S., 1998. Soil seed bank composition along a forest chronosequence in seasonally moist tropical forest, Panama. *J. Veg. Sci.*, 9: 669-678.
- DALLING, J.W. & HUBBELL S.P., 2002.- Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *The J. of Ecol.*, 90 (3): 557-568.
- DALLING, J.W.; SWAINE, M.D. & GARWOOD, N.C., 1998.- Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology*, 79 (2): 564-578.
- DUPUY, J.M. & CHAZDON, R.L., 1998.- Long-term effects of forest regrowth and selective logging on the seed bank of tropical forests in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, 30 (2): 223-237.
- ENCISO, J.; GARCÍA-FAYOS, P. & CERDA, A., 2000.- Distribución del banco de semillas en taludes de carretera: efecto de la orientación y de la topografía. *Orsis*, 15: 103-113.
- GARWOOD, N.C., 1989.- Tropical soil seed banks: a review: 149-209 (en) LEEK, M.A.; PARKER, V.T & SIMPSON, R.L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.
- GENTRY, A.H., 1982.- Patterns of neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.*, 15: 1-84.
- GLENN-LEWIN, D.C. & VAN DER MAAREL, E., 1992.- Patterns and processes of vegetation dynamics: 13-59 (en) GLENN-LEWIN, D.C.; PEET, R.K. & VEBLEN, T.T. (eds.) *Plant Succession. Theory and prediction*. Champan & Hall, London.
- GUARIGUATA, M.R., 2000.- Seed and seedling ecology of tree species in neotropical secondary forests: Management implications. *Ecol. Appl.*, 10 (1): 145-154.
- GUARIGUATA, M.R. & OSTERTAG, R., 2002.- Sucesión secundaria: 591-623 (en) GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H. (eds.) *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Primera edición. Ediciones LUR.
- HOLL, K.D., 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*, 31: 229-242.
- , 2002.- Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *J. of Ecol.*, 90: 179-187.
- HONU, Y.A.K., & DANG, Q.L., 2002.- Spatial distribution and species composition of tree seeds and seedlings under the canopy of the shrub *Cromolaena odorata* Linn., in Ghana. *For. Ecol. Man.*, 164: 185-196.
- HOPFENSBERGER, K.N., 2007.- A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos*, 116: 1438-1448.
- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J., 1982.- Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. of Ecol. and Syst.*, 13: 201-228.
- KHURANA, E. & SINGH, J.S., 2001.- Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Curr. Scien.*, 80 (6): 748-757.
- LEVEY, D.J. & BYRNE, M.M., 1993.- Complex Ant-Plant Interactions: Rain-Forest Ants as Secondary Dispersers and Post-Dispersal Seed Predators. *Ecology*, 74 (6): 1802-1812.
- LUZURIAGA, A.L.; ESCUDERO, A.; OLANO, J.M. & LOIDI, J., 2005.- Regenerative role of seed banks following an intense soil disturbance. *Acta Oecol.*, 27: 57-66.
- MIDDLETON, B.A., 2003.- Soil seed banks and the potential restoration of forested wetlands after farming. *J. of Applied Ecol.*, 4: 1025-1034.
- MILLER, P.M., 1999.- Effects of Deforestation on Seed Banks in a Tropical Deciduous Forest of Western Mexico. *J. of Trop. Ecol.*, 15 (2): 179-188.

- MOLES, A.T.; HODSON, D.W. & WEBB, C.J., 2000.- Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora. *Oikos*, 89: 541-545.
- MOLOSFKY, J. & AUGSPURGER, K.C., 1992.- The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecol.*, 73: 68-77.
- MOSCOSO M., L.B. & DIEZ-GÓMEZ, M.C., 2005.- Banco de semillas en un bosque de roble de la Cordillera Central colombiana. *Rev. Fac. Nal. Agr.*, Medellín, 58 (2): 2931-2943.
- MUÑOZ-CASTRO, M.A.; WILLIAMS-LINERA, G. & REY B., J.M., 2006.- Distance effect from cloud forest fragments on plant community structure in abandoned pastures in Veracruz, Mexico. *J. of Trop. Ecol.*, 22: 431-440.
- PARKER, V.; SIMPSON R. & LECK, M., 1989.- Pattern and process in the dynamics of seed banks: 367-384 (en) LECK, M.A.; PARKER, V. & SIMPSON, R.L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.
- PÉREZ, E.M. & SANTIAGO, E.T., 2001.- Dinámica Estacional del Banco de Semillas en una Sabana en los Llanos Centro-Orientales de Venezuela. *Biotropica*, 33 (3): 435-446.
- PIUDO, M.J. & CAVERO, R.Y., 2005.- Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. *Public. de Biol., Univ. de Navarra*, Serie Botánica, 16: 71-85.
- PONCE-SANTIZO, G.; ANDRESEN, E.; CANO, E. & CUARÓN, A.D., 2006.- Dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. *Biotropica*, 38 (3): 390-397.
- QUINTANA-ASCENCIO P.F.; GONZÁLEZ-ESPINOSA M.; RAMÍREZ- MARCIAL N.; DOMÍNGUEZ-VÁZQUEZ G. & MARTINEZ-ICO, M., 1996.- Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Biotropica*, 28 (2): 192-209.
- SAULEI, S.M. & M.D. SWAINE., 1988.- Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *J. Ecol.*, 76: 1133-1152.
- SCATENA, F.N., 2002.- El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica: 23-41 (en) GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H. (eds.) *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Primera edición. Ediciones LUR.
- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A. & PARKER V.T., 1989.- Seed banks: General Concepts and methodological issues: 3-8 (en) LECK, M.A.; PARKER, V. & SIMPSON R.L. (eds.) *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC., San Diego, California.
- SINGHAKUMARA, B.M.P.; UDUPORUWA, R.S.J.P. & ASHTON, P.M.S., 2000.- Soil seed banks in relation to light and topographic position of a hill dipterocarp forest in Sri Lanka. *Biotropica*, 32 (1): 190-196.
- TANG, Y.; CAO, M. & FU, X., 2006.- Soil seed bank in a dipterocarp rain forest in Xishuangbanna, southwest China. *Biotropica*, 38 (3): 328-333.
- TEKLE, K. & BEKELE, T., 2000.- The Role of Soil Seed Banks in the Rehabilitation of Degraded Hillslopes in Southern Wello, Ethiopia. *Biotropica*, 32 (1): 23-32.
- THOMPSON, K., 1987.- Seeds and seed banks. *New Phytol.*, 106 (Suppl.): 23-34.
- , 2000.- The functional ecology of seed banks: 215-235 (en) FENNER M. (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK.
- THOMPSON, K.; BAND, S.R. & HODGSON, J.G., 1993.- Seed Size and Shape Predict Persistence in Soil. *Funct. Ecol.*, 7 (2): 236-241.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R. & SERRAO, E.A.S., 1988.- Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *J. Ecol.*, 73: 663-681.
- VAN DER VALK, A.G., 1992.- Establishment, colonization and persistence: 60-102 (en) GLENN-LEWIN, D.C.; PEET R.K. & VEBLEN T.T. (eds.) *Plant Sucesión: Theory and prediction*. Chapman & Hill, London.
- VIEIRA, I.C.G.; UHL, C. & NEPSTAD, D., 1994.- The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a 'succession facilitator' in an abandoned pasture, Paragominas, Amazonia. *Veg.*, 115: 91-99.
- WENNY, D.G., 2000. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecol. Mon.*, 70 (2): 331-351.
- WIJDEVEN, S.M.J. & KUZZEE, M.E., 2000.- Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. *Rest. Ecol.*, 8 (4): 414-424.
- WILLIAMS-LINERA, G., 1993. Soil seed banks in four lower montane forests of Mexico. *J. Trop. Ecol.*, 9: 321-337.

TENDENCIAS POBLACIONALES EN ALGUNAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS EN LA LAGUNA DEL OTÚN ENTRE 1998 Y 2007*

Raúl Fernando Gil-Ospina¹, Felipe Alberto Bedoya-Zuluaga² y Gabriel Jaime Castaño-Villa³

Resumen

A partir de censos realizados en 1998, 2000 y 2007 a *Anas flavirostris*, *Oxyura jamaicensis* y *Fulica* sp. (Fochas) en la Laguna del Otún (Andes centrales colombianos), se describieron las tendencias de los tamaños poblacionales de estas especies. Se determinó que las poblaciones de *O. jamaicensis* y de Fochas se redujeron entre 1998 y 2007 en un 63 y 54%, respectivamente, y que las variaciones en el nivel de la Laguna durante el año 2000 estuvieron correlacionadas con los cambios en abundancia de *A. flavirostris*. Los resultados sugieren que estas especies cambian en su abundancia tanto intra como inter anualmente, y que podrían estar relacionados con variaciones ambientales. Por otra parte, perturbaciones (incendio ocurrido durante el 2006) podrían haber afectado el estado de estas poblaciones, reduciéndolas aún más. Es prioritario continuar los monitoreos poblacionales de estas especies, debido a su tamaño poblacional reducido, que las hace más vulnerables a factores estocásticos ambientales y demográficos.

Palabras clave: *O. jamaicensis*, *A. flavirostris*, *Fulica* sp., Andes centrales, Colombia.

POPULATION TRENDS IN SOME AQUATIC BIRDS SPECIES IN EL OTÚN LAKE BETWEEN 1998 AND 2007

Abstract

Based on census conducted in 1998, 2000 and 2007 to *Anas flavirostris*, *Oxyura jamaicensis* and *Fulica* sp. (Coots) in the el Otún Lake (Colombian Central Andes), the trends of population size of these species were described. It was determined that the populations of *O. jamaicensis* and Coots were reduced between 1998 and 2007 in a 63 and 54% respectively, and that the variations in the Lake level during 2000 were correlated with the changes in the abundance of *A. flavirostris*. The results suggest that these species change in abundance both intra and inter annually and that they could be related with environmental variations. On the other hand, some disturbances (the fire occurred in 2006) could have affected the state of these populations reducing them even more. It is a priority to continue with the population monitoring of these species because of their reduced population size which makes them more vulnerable to stochastic environmental and demographic factors.

Key words: *O. jamaicensis*, *A. flavirostris*, *Fulica* sp., Central Andes, Colombia.

* FR: 9-XI-2010. FA: 9-XII-2010

¹ Biólogo. Universidad de Caldas. raul.gil@ucaldas.edu.co

² Biólogo. Universidad de Caldas. felipe.bedoya@ucaldas.edu.co

³ Profesor Asistente. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Grupo de Investigación en Ecosistemas Tropicales. Universidad de Caldas. gabriel.castano_v@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

Los humedales son el hábitat de numerosas especies de animales, entre estas las aves, las cuales constituyen uno de los componentes más característicos de su fauna. En la actualidad muchas especies se encuentran amenazadas como consecuencia de su destrucción y deterioro (BLANCO, 1999). Las aves acuáticas asociadas a humedales en Colombia, hacen parte de los grupos menos estudiados en relación a su estado poblacional y conservación. Sólo a partir de 1990 se ha generado un marcado interés por la evaluación del estado de sus poblaciones en algunas localidades del litoral Pacífico, la Laguna del Otún, humedales del río Cauca y la Sabana de Bogotá (NARANJO & BRAVO, 2006; JOHNSTON, 2008). Dicha preocupación obedece al creciente deterioro ambiental que han sufrido los humedales altoandinos los cuales están localizados por encima de los 3.500 metros. El principal impacto en los humedales es la insistente acción de desecamiento a la que son sometidos, esto para lograr incorporar tierras nuevas a la agricultura y ganadería extensiva (DUQUE & CARRANZA, 2008). Lo cual, se convierte en una amenaza directa para la conservación de la biodiversidad asociada a estos ecosistemas.

Para las aves acuáticas amenazadas que habitan la región Andina colombiana, dicha situación es alarmante, ya que en algunas zonas como la Sabana de Bogotá y el Valle del río Cauca se ha perdido hasta el 90% de los humedales importantes como hábitat para ellas durante la segunda mitad del siglo XX (RESTREPO & NARANJO, 1987; NARANJO & BRAVO, 2006; JOHNSTON, 2008). Además, los humedales de montaña, constituyen ecosistemas aislados y frágiles, donde las especies raras y en peligro de extinción son especialmente sensibles a pequeños cambios y a menudo no encuentran hábitats alternativos (BERGKAMP & ORLANDO, 1999). Por otra parte, factores ambientales como cambios en la precipitación asociados al síndrome climático “El Niño” o el mismo cambio climático global, podrían tener efectos en los hábitats de las aves acuáticas, y consiguientemente, afectar sus dinámicas poblacionales (AMAT *et al.*, 2008). De manera particular, afectar su desarrollo (WILSON, 2005) o éxito reproductivo (BEISSINGER & SNYDER, 2002). Dicho escenario reclama importancia dentro de las áreas destinadas a la conservación de las aves acuáticas.

En general, poco se conoce acerca de la abundancia de aves acuáticas en humedales altoandinos, y de sus dinámicas poblacionales. De allí, la importancia de recopilar información acerca de la abundancia de varias especies de aves acuáticas asociadas a la Laguna del Otún (*Anas flavirostris*, *Oxyura jamaicensis* y *Fulica* sp.), que permitan establecer las tendencias poblacionales de estas especies durante los últimos años y sus posibles correlaciones con el nivel de agua de la Laguna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Laguna del Otún está situada dentro del Parque Nacional Natural los Nevados a una elevación de 3.900 m (4°47'05" N, 75°25'00" O), en la vertiente Occidental en los Andes centrales colombianos. En el año 2008, el complejo de humedales

conformado por esta Laguna y los humedales aledaños, fueron definidos como un sitio RAMSAR, por su importancia para la generación de agua y la conservación de especies (SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR, 2006). La Laguna posee una extensión aproximada de 1,5 km². Dentro de la vegetación circundante se encuentran especies como la plegadera (*Lachenilla orbiculata*), paja de páramo (*Calamagrostis effusa*), chilco (*Bracharis genestoides*) y frailejón (*Espeletia hartwegiana*) principalmente (PATIÑO & CASTELLANOS, 2002). La temperatura media anual es de 6°C y la precipitación anual promedio es de 980 mm (LIZCANO & CAVELIER, 2000). El comportamiento de las lluvias en la Laguna es bimodal, con dos periodos marcadamente lluviosos entre marzo y mayo, y entre octubre y diciembre; con dos periodos secos entre enero y febrero, y junio y septiembre (MIRET & MOLINA, 2000). El área de estudio, se vio afectada en 2006 por un incendio forestal, que consumió la vegetación en el sector Norte, Oriente y Occidente de la Laguna.

Recolección de datos

Se recopiló información acerca de censos de aves acuáticas realizados en la Laguna del Otún, entre 1997-1998 (MIRET & MOLINA, 2000), 2000 (PATIÑO & CASTELLANOS, 2002) y 2007-2008 (GIL & BEDOYA, 2009). Estos censos consistían básicamente en recorrer todo el perímetro de la Laguna (5,7 km) y cuantificar la totalidad de individuos observados (BIBBY, BURGESS & HILL, 1992) de *A. flavirostris* y *O. jamaicensis* y del género *Fulica* (*F. americana* y *F. Ardesiaca*). Los recorridos se realizaban a una velocidad constante y tenían una duración de 3 horas. Por la dificultad para la diferenciación en campo de las dos especies de Fochas presentes en la Laguna (*F. americana* y *F. ardesiaca*), y dado que en los censos anteriores no fueron diferenciadas, ambas especies se cuantificaron y analizaron de manera conjunta y se denominaron como "Fochas" en adelante. Debido a que se contaba con dos censos por mes, los datos presentados en los resultados y analizados corresponden al mayor número de individuos cuantificados en cada mes, debido a que este valor es un mejor descriptor del tamaño poblacional que la media.

Análisis de datos

Se presentan de manera gráfica las tendencias poblacionales para las aves acuáticas cuantificadas. Se empleó el Índice de Correlación de Spearman (r_s) para correlacionar el número de mensual de individuos registrados con el nivel de la Laguna (ZAR, 1999).

RESULTADOS

Los censos evidencian variaciones tanto intra e ínter anuales en los tamaños poblacionales (Figura 1). Los tamaños máximos poblacionales ínter anuales para *O. jamaicensis* ($\max_{1998} = 212$; $\max_{2000} = 164$; y $\max_{2007} = 134$) y Fochas ($\max_{1998} = 157$; $\max_{2000} = 119$; y $\max_{2007} = 86$), presentan una tendencia al declive, contrario a lo ocurrido con *A. flavirostris* ($\max_{1998} = 191$; $\max_{2000} = 212$; y $\max_{2007} = 186$). De manera puntual, el máximo número de individuos registrados para *O. jamaicensis* y de Fochas se redujeron entre 1998 y 2007 en un 63 y 54%, respectivamente. A nivel intra anual la relación entre el número mínimo y máximo de individuos

registrados para *A. flavirostris* fluctuó entre el 29 y el 50%, y para las Fochas entre el 40 y el 82% (Tabla 1). Lo anterior evidencia la amplia variación intra anual que presentan las poblaciones de estas especies (Tabla 1). Por otra parte, la abundancia de *A. flavirostris* durante el 2000 se correlacionó negativamente con el nivel del agua de la Laguna ($r_s = -0,88$, $n = 6$, $p = 0,047$).

Tabla 1. Número de individuos máximo y mínimo registrado para cada especie por año de censo y su relación en porcentaje.

Año	1998			2000			2007		
	Max	Min	Min/ Max (%)	Max	Min	Min/ Max (%)	Max	Min	Min/ Max (%)
<i>A. flavirostris</i>	191	56	29	212	107	50	186	78	42
<i>O. jamaicensis</i>	212	102	48	164	139	85	134	103	77
<i>Fulica</i> sp. (Fochas)	157	100	64	119	98	82	86	34	40

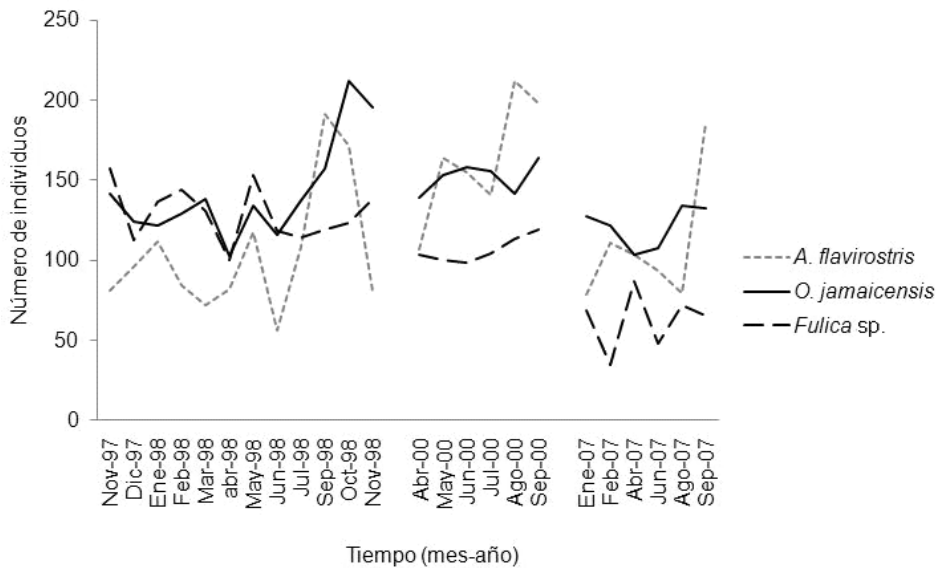


Figura 1. Número de individuos registrados de *A. flavirostris*, *O. jamaicensis* y *Fulica* sp. (Fochas), durante 1998, 2000 y 2007 en la Laguna del Otún (Parque Nacional los Nevados, Colombia).

DISCUSIÓN

A la escala temporal que se han realizado los censos de aves acuáticas en la Laguna del Otún, se observa que la abundancia de las especies monitoreadas cambian intra e inter anualmente, observándose oscilaciones constantes, que pueden deberse a factores poblacionales endógenos y exógenos (eg. clima, efectos antropogénicos, interacciones). Este tipo de comportamiento oscilatorio inter anual se ha observado en otras especies de aves (CUTHBERT *et al.*, 2003; EARNST *et al.*, 2005). En el caso de *O. jamaicensis* y Fochas, sus abundancias han tendido a disminuir en los últimos 10 años. Lastimosamente, estos resultados podrían ser analizados mejor con información periódica y continua acerca de su abundancia. Dicha información permitiría la construcción de modelos autorregresivos (series de tiempo, ver THOGMARIN *et al.*, 2007), en los cuales, se identificaría la periodicidad y tendencia de la abundancia de estas especies en dicha localidad. Lo que posibilitaría reconocer si los cambios que se han registrado, son parte de ciclos normales dentro de la dinámica poblacional o la evidencia de un declive constante en su abundancia. También el nivel de los embalses en el río Ebro ha sido correlacionado con la variación en la abundancia de aves acuáticas (HERRERO, AJA & BALBÁS, 2004).

En el caso de *A. flavirostris*, quizás los cambios en su abundancia en relación al nivel de la Laguna, se pueden asociar con la disponibilidad de plantas macrófitas (COOPS, BEKLIOGLU & CRISMAN, 2003) en las cuales muchas de estas aves buscan su alimento. Lo importante aquí es reconocer qué variables ambientales pueden condicionar cambios en la cantidad y calidad de recursos que a su vez pueden modificar la dinámica poblacional (BOLLEN & ROBINSON, 1995). Adicionalmente, poblaciones pequeñas (como las registradas en la Laguna del Otún), y cuyas poblaciones fluctúan en relación a cambios ambientales, pueden presentar una mayor vulnerabilidad a la extinción local (GILL, 2007). También las perturbaciones deben ser valoradas a la hora de comprender las dinámicas poblacionales, al respecto, en el 2006 un incendio alcanzó los bordes de la Laguna, lugar donde anidan y forrajean estas especies, y aunque no se registraron aves muertas posteriormente (COMITÉ TÉCNICO DE EVALUACIÓN UAESPNN, 2006) la reducción del hábitat de anidación podría tener consecuencias en la tasa de crecimiento poblacional.

En síntesis, factores endógenos y exógenos pueden ser los responsables de las variaciones del tamaño poblacional, por lo tanto, es necesario establecer planes para el monitoreo a largo plazo de la abundancia de estas especies. Estos planes deben incluir la medición de variables ambientales, recursos (alimenticios, sitios de nidificación), interacciones ecológicas, así como, parámetros demográficos (eg. natalidad y mortalidad) que permitan construir modelos acerca de la dinámica poblacional. El desconocer el estado de las poblaciones, se convierte en una limitante para la toma de decisiones en torno al manejo de los humedales y de estas mismas (HOLMES & SHERRY, 2001; PRIMACK, 2001). En el caso de *O. jamaicensis*, considerada En Peligro (BOTERO, 2002), los constantes cambios en su abundancia deben ser prontamente monitoreados a diferentes escalas espaciales, ya que quizás las lagunas vecinas alberguen individuos que se comportan como una metapoblación.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó gracias al apoyo logístico y financiero de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN), enmarcado dentro del Proyecto Gef Andes (Instituto Alexander von Humboldt). Agradecemos a Óscar Castellanos y a Jorge Iván Bedoya, por su constante colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- AMAT y LEÓN, C.; SEMINARIO, B.; CIGARÁN, M.P.; BAMBARÉN, S.; MACERA, L.; CIGARÁN, M.T. & VÁSQUEZ, D., 2008.- Los impactos del Cambio Climático en la subregión andina: 16-28 (en) *El Cambio Climático no tiene fronteras: Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina*. Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima, Perú.
- BEISSINGER, S. & SNYDER, N., 2002.- Water Levels Affect Nest Success of the Snail Kite in Florida: AIC and the Omission of Relevant Candidate Models. *The Condor*, 104: 208-215.
- BERGKAMP, G. & ORLANDO, B., 1999.- *Exploring Collaboration between the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran 1971) and the UN Framework Convention on Climate Change*. Climate Initiative, IUCN, Washington, E.U.A.
- BIBBY, C.; BURGESS, N. & HILL, D., 1992.- *Bird census techniques*. Londres, R.U.: Academic Press.
- BLANCO, D. 1999.- Los humedales como hábitat de aves acuáticas: 208-217 (en) MALVÁREZ A. (ed.) *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. Montevideo, Uruguay: ORCYT-UNESCO.
- BOLLEN, E. & ROBINSON, W., 1995.- *Population Ecology. Wildlife Ecology and Management*. Tercera edición. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- BOTERO, J., 2002.- *Oxyura jamaicensis andina*: 104-108 (en) RENGIFO, L.M.; FRANCO-MAYA, A.M.; AMAYA-ESPINEL, J.D.; KATTAN G.H. & LÓPEZ-LANÚS, B. (eds.) *Libro rojo de aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- COMITÉ TÉCNICO DE EVALUACIÓN UAESPNN., 2006.- *Informe de evaluación de impacto ambiental post-incendio Parque Nacional Natural los Nevados. Reporte técnico Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales-UAESPNN*. Manizales, Colombia.
- COOPS, H.; BEKLIÖGLU, M. & CRISMAN, T., 2003.- The role of water-level fluctuations in shallow lake ecosystems-workshop conclusions. *Hydrobiologia*, 506-509: 23-27.
- CUTHBER, T.R.; RYAN, P.; COOPER, J. & HILTON, G., 2003.- Demography and population trends of the Atlantic Yellow-nosed albatross. *The Condor*, 105: 439-452.
- DUQUE, A. & CARRANZA, J., 2008.- Conceptos y contextos de los humedales: 16-35 (en) DUQUE, A.; RESTREPO, S.; CARRANZA, J.; BERNAL, C. & BEDOYA, E. *Los humedales en Risaralda*. Pereira. Colombia: Fondo editorial de Risaralda J. M. V. C.
- EARNST, S.; STEHN, R.; PLATTE, R.; LARNED, W. & MALLEK, E., 2005.- Population size and trend of Yellow-billed Loons in Northern Alaska. *The Condor*, 107: 289-304.
- GIL, R. & BEDOYA, F., 2009.- *Aves acuáticas de la Laguna del Otún, cambios poblacionales 1998-2007*. Tesis, Universidad de Caldas, Manizales.
- GILL, F., 2007.- Populations: 533-564 (en) BYRD, B.L. (ed.) *Ornithology*. New York, E.U.A.: W.H. Freeman and Company.
- HERRERO, A.; AJA, J. & BALBÁS, R., 2004.- Aves acuáticas en el embalse del río Ebro. *Locustella*, Anuario de la Naturaleza de Cantabria, Santander, (2): 49-57.
- HOLMES, R. & SHERRY, T., 2001.- Thirty-year bird population trends in an unfragmented temperate deciduous forest: Importance of habitat change. *The Auk*, 118(3): 589-609.
- JOHNSTON, R., 2008.- Sitios de importancia para aves acuáticas en la costa Caribe Colombiana: 53-59 (en) RUIZ, C.; JOHNSTON, R.; CASTILLO, L.; CIFUENTES, Y.; EUSSE, D. & ESTELA, F. (eds.) *Atlas de aves playeras y otras aves acuáticas en la costa Caribe Colombiana*. Cali, Colombia: Asociación Calidris.
- LIZCANO, J. & CAVELIER, J., 2000.- Densidad poblacional y disponibilidad de hábitat de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) en los Andes centrales de Colombia. *Biotropica*, 32: 165-173.
- MIRET, J. & MOLINA, C., 2000.- *Las aves acuáticas de la Laguna del Otún, Estudio del Comportamiento Reproductivo y Evaluación del Impacto de las Actividades Humanas*. Tesis, Universidad de Caldas, Manizales.
- NARANJO, L. & BRAVO, G., 2006.- Estado del conocimiento sobre aves acuáticas en Colombia. Tomo II: 214-224 (en) CHAVES, M. & SANTAMARÍA, M. (eds.) *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004*. 2 Tomos. Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- PATIÑO, M. & CASTELLANOS, O., 2002.- *Estudio de las Poblaciones y Comportamiento Reproductivo de las Aves Acuáticas de la Laguna de Otún y Humedales Aledaños*. Tesis, Universidad de Caldas, Manizales.

- PRIMACK, R., 2001.- Aplicaciones de la biología de poblaciones: 385-404 (en) PRIMACK, R.; ROZZI, R.; DIRZO, R.; MASSARDO, F. & FEINSINGER, P. (eds.) *Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- RESTREPO, C. & NARANJO, L., 1987.- Recuento histórico de humedales y la desaparición de aves acuáticas en el Valle del Cauca: 43-45 (en) ÁLVAREZ, H.; KATTAN, G.H. & MURCIA, C (eds.) *Memorias III Congreso de ornitología Neotropical*. Cali, Colombia.
- SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR., 2006.- *Manual de la convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. Cuarta edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- THOGMARTIN, W.; GRAY, B.; GALLAGHER, M.; YOUNG, N.; ROHWEDER, J. & KNUTSON, M., 2007.- Power to detect trend in short-term time series of bird abundance. *The Condor*, 109: 943-948.
- WILSON, U., 2005.- The effect of the 1997-1998 El Niño on rhinoceros auklets on Protection Island, Washington. *The Condor*, 107: 462-468.
- ZAR, J., 1999.- *Biostatistical Analysis*. Cuarta edición. New Jersey, E.U.A.: Prentice Hall.

ZOOLOGÍA VERTEBRADOS

Vertebrate Zoology



Chasse au jaguar dans le Quindío. — Dessin de Bouz, d'après les croquis de M. André

EL MANATÍ CARIBEÑO *TRICHECHUS MANATUS* LINNAEUS, 1758, EN LOS RESTOS FAUNÍSTICOS DEL CONCHERO DE PUERTO CHACHO (3300 a.C.), CARIBE COLOMBIANO*

Ricardo Álvarez-León¹ y Hernando Maldonado-Pachón²

Resumen

La investigación es una fase complementaria a las desarrolladas en el conchal de Puerto Chacho a orillas del Canal del Dique y aproximadamente a 50 km de Cartagena (departamento de Bolívar). El yacimiento, está constituido por una acumulación de conchas y otros desechos de cocina de 80 x 25 m aproximadamente, con un promedio máximo de 1,20 m de espesor. Fue ocupado estacionalmente posiblemente durante unos 300 años entre 3300 y 3000 a.C., por grupos prehispánicos al inicio del Formativo Temprano que aprovechaban los abundantes recursos faunísticos de la zona costera y del manglar. El material arqueológico hallado como las fechas radiocarbónicas permiten ubicar esas poblaciones entre los primeros alfareros del continente americano; así mismo tiene relaciones evidentes con el material de San Jacinto, con una antigüedad de 4000 a.C. y el de Puerto Hormiga entre 3000 y 2500 a.C. Por la constitución morfológica del sitio, un conchal, fácilmente se puede inducir a creer que el principal factor proveedor de alimento, ha sido de origen malacológico. Sin embargo, se deben considerar, en la dinámica de formación de un conchal, los elementos que directa o indirectamente lo conforman: (1) restos de caparazones de moluscos, (2) restos óseos de mamíferos, peces, reptiles y ocasionalmente aves, (3) lentes húmicas, y (4) lentes carbonosas. En cuanto a los mamíferos sobresalen vértebras, costillas, clavícula, omoplato, cráneo de joven y cráneo de adulto, del manatí caribeño *Trichechus manatus*.

Palabras clave: arqueofauna, conchero, manatí caribeño, Puerto Chacho, Caribe, Colombia.

THE CARIBBEAN MANATEE *TRICHECHUS MANATUS* LINNAEUS, 1758, IN THE FAUNAL THE SHELL-RUBBISH OF PUERTO CHACHO (3300 b.C.), COLOMBIAN CARIBBEAN

Abstract

This research is a complementary phase to those developed in the Puerto Chacho conchal located in the banks of the Canal Dike approximately 50 km away from Cartagena (department of Bolívar.) The site is formed by an approximately 80 x 25 m accumulation of shells and kitchen waste with a maximum thickness average of 1.20m. It was seasonally occupied possibly during 300 years between 3300 and 3000 AD by pre Hispanic groups who took advantage of the abundant faunistic resources of the coastal zone and the mangrove swamp at the beginning of the Early Formative Period. The archeological material found and the radiocarbon dating permit the location of those populations among the first potters in the American continent; similarly, it has evident relations with the San Jacinto material with a 4000 AD antiquity and that of Puerto Hormiga between 3000 and 2500 AD. Because of the

* FR: 1-IX-2010. FA: 22-XI-2010

¹ Universidad de Manizales. Fundaciones Maguaré y Verdes Horizontes. Manizales (Caldas) Colombia.
E-mail: ricardoalvarezleon@gmail.com

² Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Arqueología. Bogotá D. C. Colombia.
E-mail: hernando.pachon@gmail.com

morphological constitution of the site, a conchal, it can be easily led us to believe that the main provider factor of food has had a malacological origin. However, in the dynamics of the formation of a conchal, the elements that directly or indirectly conform it must be taken into consideration: (1) remains of mollusks shells; (2) bony remains of mammals, fish, reptiles, and occasionally, birds; (3) humic lenses, and (4) carbonaceous lenses. As far as mammals is concerned, vertebrae, ribs, shoulder blades, young and adult skulls of the *Trichechus manatus*, Caribbean Manatee stand out.

Key words: archaeofauna, shell-rubbish, Caribbean manatee, Puerto Chacho, Caribbean Sea, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El manatí del Caribe es también conocido como manatí, vaca marina, manatí de las Antillas, Caribbean manatee o West indian manatee, cuyo tamaño parece variar en un rango de 2,5 y 4,5 m con pesos de 200 a 600 kg. Se encuentra en las costas, lagunas costeras, desembocaduras de ríos (Fundación, Frío, Sinú, Magdalena –Bocas de Ceniza y Canal del Dique–), bahías (Santa Marta, Taganga), zonas de reserva, ía Parque Isla de Salamanca), ciénagas de agua dulce (de Paredes) y cuencas de los ríos Atrato, Cauca, Cesar, San Jorge. Se presenta en agrupaciones durante las actividades de alimentación, descanso, desplazamiento y reproducción, las cuales pueden durar minutos o incluso días, especialmente cuando la oferta alimenticia es buena (herbívoros de plantas acuáticas, las cuales pueden consumir del 8 al 10% de su peso por día. Su carne es apreciada por los pescadores y cazadores los cuales los capturan eventualmente. Aunque está prohibida su caza mediante la Resolución 574 de 1969, actualmente el status de la especie es En Peligro (MILLÁN-SÁNCHEZ, 1999; TRUJILLO-GONZÁLEZ *et al.*, 2006).

En el IV milenio antes de Cristo aparece en el litoral Caribe colombiano un modo de vida que difiere de los del período Lítico y Arcaico precedentes. Las zonas donde están ubicados estos nuevos asentamientos proporcionaban según REICHEL-DOLMATOFF (1985), una variedad de recursos alimenticios cerca del mar, las lagunas y los ríos. Se pueden, entonces, caracterizar como campamentos estacionales ocupados por individuos fabricantes de cerámica, e identificar por la existencia de montículos de basura formados por restos de moluscos y otros recursos locales. Este complejo es denominado comúnmente conchero o conchal. La etapa histórica a la cual corresponden estos concheros se define como el Formativo. Los concheros y montículos son considerados los vestigios más antiguos de las culturas cerámicas (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

La llanura del Caribe colombiano donde han aparecido hasta ahora sitios arqueológicos representativos del Formativo, se localiza en una región situada entre el Mar Caribe y el final de las estribaciones de dos de las tres cordilleras que caracterizan el relieve nacional. Allí hay abundante fauna tropical tanto terrestre como acuática y anfibia. También variadas plantas alimenticias como maíz, yuca y frijol que aún hoy son una de las bases de sustento en la región. *“En resumen, el medio ambiente natural de la llanura del Caribe parece haber sido altamente propicio para el desarrollo cultural aborigen. El clima es benigno, la fauna y flora son abundantes y variadas y la amplia gama de diversos ecosistemas locales ofrece una base perenne y muy diversificada para el desarrollo de sociedades humanas con tecnología sencilla”* (REICHEL-DOLMATOFF, 1985).

Hasta el momento los sitios arqueológicos del Formativo se encuentran principalmente ubicados a lo largo del Canal del Dique, tal es el caso de Puerto Hormiga, Monsú y Puerto Chacho, otros como Canapote y Barlovento están localizados un poco más al norte y muy cerca de la ciudad de Cartagena. Es preciso anotar que el actual Canal del Dique con 115 km de longitud, parece haber sido un antiguo brazo del río Magdalena, que interconectaba ciénagas y que fue aprovechado desde la época colonial para facilitar el paso de barcos desde la Bahía de Cartagena hasta el río Magdalena, haciendo que todo el recorrido se hiciera por agua y no parte por tierra como ocurría con anterioridad. Fue el gobernador de Cartagena Don Diego Zapata de Mendoza a quien le correspondió dirigir la construcción de aquella obra de vital importancia a mediados del siglo XVII (LEMAITRE, 1982). Actualmente el canal permite la navegación de embarcaciones menores y planchones petroleros de poco calado; aunque se han hecho obras de dragado y rectificación para acondicionarlo, parece ser que no han sido tan útiles para llevar a cabo dicha labor, en cambio han provocado un desastre ecológico cuyos efectos se aprecian en las bahías de Barbacoas y de Cartagena, y aún se detectan en las Islas del Rosario.

El canal fue construido teniendo en cuenta las condiciones morfológicas de la zona; fue trazado por entre las ciénagas de la región, ya que las condiciones húmedas del suelo facilitaban su construcción. Es interesante observar que varios de los sitios arqueológicos se encuentran muy cerca de la orilla del canal o de las orillas de las ciénagas que lo componen, lo que permite suponer, teniendo en cuenta la identificación de fauna acuática, que para la época en cuestión el mar tenía gran influencia en la zona, formando esteros y lagunas coralinas abiertas, rodeados de la fauna y flora correspondientes a estos ambientes, lo que explica el alto porcentaje de fosfatos en la tierra, debido a la existencia de manglares; y el alto número de especies acuáticas que desaparecieron de la región debido a las condiciones ambientales de la actualidad (LEGROS *et al.*, 1993).

Los mapas coloniales en los que se incluye la región permiten verificar esta afirmación. En la salida del Canal del Dique a la Bahía de Cartagena, donde se encuentra desde épocas coloniales la población de Pasacaballos. Un poco más adelante se encuentra zona de esteros que se caracteriza por ser un terreno pantanoso a través del cual se extienden las aguas de las mareas, y en las cuales abundan los peces y plantas acuáticas. Esta zona de esteros caracteriza al medio ambiente que rodeaba al sitio arqueológico en las épocas de su utilización. Es decir, que existía un ambiente propicio para desarrollar las actividades durante el Formativo Temprano (LEGROS *et al.*, 1993).

La zona entre Pasacaballos y Rocha era una región cenagosa, posiblemente con influencia marina, en la cual había varias islas, las cuales con el sedimento de los ríos y la influencia de las mareas fueron conformando nuevas tierras, que hoy son las que separan al sitio arqueológico de la actual orilla marina. De esta manera los asentamientos del Formativo cercanos al antiguo canal, representan una etapa de experimentación en cuanto a estrategias de adaptación ambiental, obtención de recursos alimenticios y avances tecnológicos, que se pueden considerar como la base para mayores desarrollos (REICHEL-DOLMATOFF, 1985). Cabe destacar la afirmación de MURDY (1986) quien concluye de sus excavaciones en Cangarú que los concheros costeros no representaron adaptaciones económicas permanentes y continuas, ni tampoco los principales recursos alimenticios de sus habitantes. Esto se complementa con lo expuesto por FLANNERY (1972) quien dice que la

estacionalidad no permite un asentamiento permanente. Todo lo anterior refuerza la conclusión de que los concheros fueron asentamientos estacionales ocupados durante épocas definidas del año, determinadas por los ciclos vitales tanto de plantas como de animales. OYUELA-CAICEDO & RODRÍGUEZ-RAMÍREZ (1990) afirman que probablemente la estacionalidad de los sitios obedece a inundaciones periódicas de la zona.

En la Tabla 1 se muestra de manera general la posición cronológica de los diferentes sitios pertenecientes al Formativo, incluso el conchero de Puerto Chacho.

Tabla 1. Cronología de la etapa Formativa en el Caribe colombiano, según REINCHEL DOLMATOFF (1985), GONZÁLEZ-PACHECO (1990) y MALDONADO-PACHÓN *et al.* (1996).

ETAPA	SITIO	FECHA (a.C.)
FORMATIVO TARDÍO	Momil	200
	Cangarú	965
FORMATIVO MEDIO	Malambo	1120
	Barlovento	1560
FORMATIVO TEMPRANO	Canapote	1940
	Puerto Hormiga	3090
	Puerto Chacho	3300
	Monsú	3350

Recientemente BETANCOURT-ANGULO (2009), excavó en la ciénaga de Luruaco (Atlántico) y comprobó una alteración en el uso del sitio a raíz del cambio climático que se dio alrededor de 3600 y 3700 antes del presente. A partir de este evento, que significó un ascenso en el nivel de la ciénaga y un periodo de mayor humedad, el sitio pasó de ser un área de vivienda para convertirse en un basurero o conchero, que es una acumulación rápida de moluscos por parte del hombre, al ser consumidos y desechados en el mismo sitio y que vienen acompañados de material cultural como cerámica o huesos de animales, indicando así la ocupación humana. Así mismo, el sitio cambió de uso y las poblaciones debieron desplazarse a partes más altas, porque el nivel de la ciénaga creció y el sitio, por lo tanto, quedó a orillas de ésta, siendo necesario buscar un sitio de habitación más seguro para aprovechar los recursos en el momento.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se empleó el método etno-arqueológico, ya que por medio de éste se logró hacer interpretación de contextos arqueológicos a partir de experiencias etnográficas con pescadores artesanales de cuatro lugares en condiciones diferentes. Se comparó la pesca en cuatro lugares diferentes: una ciénaga de agua dulce, una ciénaga de agua salada, un puerto de pescadores sobre el río Magdalena y una isla del arrecife coralino del Archipiélago de las Islas del Rosario. La información obtenida en estos lugares permitió encontrar analogías etnográficas con respecto a la actividad pesquera, las artes de pesca, las formas de asentamiento, la acumulación de basuras y el medio ambiente, entre otros (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

El método utilizado permitió verificar la validez de la reconstrucción, ya que de esta manera se logró visualizar la utilidad del vestigio arqueológico. Se utilizó el estudio etnográfico para solucionar problemas derivados netamente del hallazgo arqueológico. La finalidad es entonces estudiar el presente para comprender el pasado (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

Colección de referencia

Dicha colección fue utilizada para identificar la macrofauna hallada en el sitio prehistórico de Puerto Chacho. Con el objeto de realizar la labor de comparación e identificación de las estructuras calcáreas de los invertebrados y óseas de los vertebrados, se procedió de la siguiente manera: (1) Se elaboró la osteología de un manatí joven (*Trichechus manatus*), cedido por los pescadores. (2) Se limpiaron y reconstruyeron las estructuras recuperadas en la excavación. (3) Se efectuó una primera separación de las estructuras de acuerdo a los grupos zoológicos presentes: moluscos, crustáceos, poliquetos, anfibios, reptiles, peces y mamíferos. (4) Se realizó la segunda separación de las estructuras dentro de cada grupo: huesos cortos y largos, costillas, huesos de la cabeza, dientes (Mammalia). (5) Se contaron cada una de las estructuras con el objeto de obtener el número mínimo aproximado de individuos y especies representadas en los diferentes pisos y niveles de la excavación. (6) La colección se depositó inicialmente en el Laboratorio de Especies Naufragas del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas en Cartagena y luego en el Laboratorio de Arqueología del Instituto de Ciencias Naturales de Bogotá D.C.

RESULTADOS

Entre los principales vestigios encontrados en el conchero de Puerto Chacho están fragmentos cerámicos, una vasija completa, conchas y algunos otros hallazgos culturales, aparte de restos de fauna acuática y terrestre diferente a los moluscos. Dicha fauna pertenece a tres entornos ecológicos diferentes: río, mar y ciénaga, lo que implicaría un aprovechamiento intensivo de los recursos de la zona, siendo necesaria una tecnología especial para cada lugar, y al mismo tiempo un indispensable conocimiento de la estacionalidad de las diferentes especies, llevando a que se diera un asentamiento temporal en campamentos durante una época definida del año, aspecto que estaría determinado por la actividad pesquera y alimenticia de los antiguos pobladores de la zona (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990). La única datación del lugar hasta el momento es de 3270 ± 90 años a.C. (Beta 26200), fecha obtenida de una muestra de carbono extraída de los estratos medios del conchero. Posiblemente la ocupación inicial del sitio pueda proporcionar una cronología aún más antigua.

El desarrollo cultural de las poblaciones prehispánicas en Colombia, tiene su inicio en el periodo denominado comúnmente Paleoindio, a éste le suceden los periodos Arcaico y Formativo. Aparecen luego los Desarrollos Regionales, le sigue la etapa de los Cacicazgos y finalmente la de los Estados Incipientes. Durante esta alcanzaron el máximo desarrollo cultural los indígenas de estas tierras y fue entonces cuando se produjo el descubrimiento de América (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

Todos los períodos anteriormente mencionados tienen un interés especial para comprender la evolución cultural de las sociedades precolombinas. Pero es la etapa Formativa una de las que más influencia ejerce sobre el desarrollo de las sociedades que la sucedieron. Los sitios arqueológicos característicos de este período se distinguen por haber proporcionado las cerámicas más antiguas que se conocen hasta ahora en el territorio americano, éstas se caracterizan por tener en un 70% de los casos desgrasante de fibras vegetales, el que desaparece en el proceso de la cocción dejando una cerámica liviana y porosa que le son características (LEGROS, 1990).

Esta y muchas otras razones, como el desarrollo de una agricultura incipiente, hacen que sea muy útil investigar sobre la forma de vida que llevaban las personas que vivieron durante el Formativo Temprano.

Este aporte busca conocer las diferentes actividades desarrolladas por los individuos del Formativo, resaltando la importancia de la pesca como aspecto fundamental para lograr su adaptación al medio ambiente. La investigación se ha realizado totalmente en el sitio arqueológico de Puerto Chacho, lugar de donde se extrajeron los datos, que se utilizan para hacer algunas generalizaciones sobre los demás sitios característicos del Formativo Temprano.

El comienzo de la etapa se sitúa aproximadamente en el IV milenio a.C. Los asentamientos que pertenecen a este período se caracterizan por ser campamentos estacionales, habitados por individuos portadores de cerámica y se identifican por la existencia de montículos de origen antrópico formados por restos de conchas y otros recursos tanto de invertebrados como de vertebrados, estos montículos son llamados concheros.

El conchero del sitio arqueológico de Puerto Chacho, ubicado en una zona cenagosa muy cercana al Canal del Dique, tiene forma ovalada y sus dimensiones son aproximadamente 100 m x 30 m. Para hacer la excavación se escogieron varios lugares estratégicos. En principio se excavó en la parte más alta del conchero, luego se exploraron otros sitios que indicaban la caída de éste. Hasta el momento se han excavado 44 m², de los cuales 10 m² se hicieron a través de una trinchera cuyo perfil permite diferenciar las capas en que está dividido el conchero. Esta estratigrafía dividida en cuatro grandes unidades sedimentológicas permite determinar el número de ocupaciones del sitio arqueológico (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

La dimensión de la trinchera fue de 10 m x 1 m, y la profundidad va hasta que se encuentran los suelos estériles; esto es, aproximadamente a 1,20 m. La trinchera se dividió en cinco unidades diferentes, cada una con una dimensión de 2 m x 1 m y a cada unidad se le asignó una letra (H, I, J, K, L), encontrándose los cuatro estratos. La capa 1 compuesta por humus, la capa 2 por conchas sueltas, la capa 3 por conchas quemadas en algunos sectores mezcladas con tierra de color pardo, y finalmente la capa 4 compuesta por tierra compacta y muy pocas conchas. La estructura del conchero está conformada en su gran mayoría por moluscos: *Crassostrea rhizophorae*, *Donax striatus*, *Melongena melongena*, *Polymesoda caroliniana* y *Fasciolaria tulipa* (GARCÍA-VEGA, 1997; ÁLVAREZ-LEÓN & MALDONADO-PACHÓN, 2009).

En la zona se distinguen dos ambientes diferentes: uno de colinas y otro de planas, los cuales se encuentran poblados por tres zonas de vida: bosque seco tropical, bosque muy seco tropical y bosque húmedo tropical. El comportamiento de las lluvias durante el año influye enormemente en el clima de la región: los periodos secos van de diciembre a abril y de julio a agosto, mientras que los lluviosos abarcan los restantes meses del año, concentrándose la mayor pluviosidad en octubre (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990; LEGROS *et al.*, 1993).

La vegetación característica de los lugares aledaños a la zona de estudio se desarrolla en gran parte en suelos que están cubiertos de agua la mayor parte del año, tal es el caso de los manglares, los cuales aportan información valiosa sobre el medio ambiente que rodeaba a los pobladores del antiguo conchero de Puerto Chacho (LEGROS *et al.*, 1993).

Además de este tipo de vegetación hay en la zona gran cantidad de plantas y árboles, que se pueden dividir en tres grupos específicos para la región. Primero está la vegetación de condición seca y xerofítica, luego una vegetación de transición y por último la vegetación de las zonas planas, que se caracteriza por ser más exuberante que las dos anteriores (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990).

Las condiciones geomorfológicas, climáticas y de vegetación albergan cierta fauna específica que tiene la capacidad de adaptarse a la vida en estos lugares. Los mamíferos, reptiles y aves son los comunes y característicos de estas regiones tropicales, al igual que los peces y moluscos que existen en una gran variedad. Es interesante observar que en el lugar del conchero de Puerto Chacho tan sólo se encuentran unas pocas especies, lo que permitiría suponer algún tipo de selección por parte de los individuos que lo habitaban, selección que es importante para comprender las variedades culturales que han podido caracterizar a este estadio de la historia (ÁLVAREZ-LEÓN & MALDONADO-PACHÓN, 2009).

CONCHEROS DE LA ZONA CANAL DEL DIQUE Y CARTAGENA

Con base en OYUELA-CAICEDO & RODRÍGUEZ-RAMÍREZ (1990), los concheros se forman durante periodos climáticos húmedos, cuando los cambios ambientales facilitan la obtención de recursos propios de los estuarios, especialmente de moluscos. Durante los periodos secos, la población de conchas marinas disminuye, aumentando el costo en su explotación. Durante la época lluviosa el rápido crecimiento de las colonias de conchas y moluscos se debe al aumento gradual del nivel del mar y al aumento en los procesos de sedimentación como también a la cantidad de nutrientes en los ríos.

En los periodos climáticos secos, las regresiones en el nivel del mar y los movimientos tectónicos, ayudan a la disminución gradual de los recursos de los estuarios y su explotación. Los sistemas de los valles que tienen ríos, se inundan de agua proveniente del mar a medida que el nivel aumenta en los periodos interglaciares, creando así estuarios costeros aplanados.

Posterior a la Glaciación Wisconsin, la cual finalizó hace 15000 años, el ascenso del nivel del mar entre el 1500 y el 6000 a.C. y descendió entre el 5000 y 3000 a.C. Es dentro de este último periodo en el cual los estuarios alcanzaron la cima

en su desarrollo, tamaño y abundancia. También durante este período se tienen registros arqueológicos de los primeros grupos de agricultores que están talando por primera vez los bosques andinos e inician de manera significativa los procesos erosivos y el arrastre de sedimentos y nutrientes.

Barlovento

Está ubicado en un banco de arena que forma la Ciénaga de Tesca, la cual presenta características de pantano y aguas saladas y está a 300 m por encima del nivel del mar actual pero hoy ha sido destruido (REICHEL-DOLMATOFF, 1955). Excavado por Gerardo y Alicia Reichel-Dolmatoff en 1954.

Canapote

Localizado a 300 m de la Ciénaga de Tesca en una zona de estuario y a 1600 m de la costa en una formación marina. BISHOF (1966) sugiere que el área donde se encuentra el conchero fue una isla en el tiempo de su primera ocupación. Canapote fue destruido posteriormente debido a la expansión de la ciudad de Cartagena. Excavado por H. Bishof en 1962.

Monsú

La descripción del sitio arqueológico con base en los comentarios de REICHEL-DOLMATOFF (1985). Monsú está situado cerca a Turbaco (unos 30 km hacia el norte del Canal del Dique). Es un montículo de forma anular, localizado en una zona plana, algo cenagosa y muy cerca a los esteros. Se encontraron artefactos líticos, de concha, cerámica, pisos de vivienda, fogones, zanjas y acumulaciones de basura. Las profundas capas de desperdicios indican períodos prolongados de ocupación.

Las formas circulares de las viviendas pueden sugerir dos hipótesis: (1) División de la sociedad en dos mitades opuestas y complementarias (al estilo Lévi-Strauss). (2) Podrían constituir calendarios solares para localizar, desde un punto central, los puntos solsticiales y equinocciales, y con ellos las fechas iniciales o terminales de las épocas secas y lluviosas. Aspecto sumamente importante para sociedades que basaban su sustento en una gran variedad de recursos cíclicamente disponibles a través del año.

Los restos alimenticios indican una economía basada en la pesca y la caza, pero muy probablemente el grupo cultivaba raíces (horticultura) ya en una época temprana. En el período Barlovento (1290-1280 a.C.) se puede suponer que ya existía la agricultura sistemática.

En cuanto a las formas de aprovechamiento del medio ambiente, en un principio se pensó que era un conchal, pero a medida que se excavó se observó que se entremezclaban diferentes formas de aprovechamiento del patrimonio natural. En cada período se encuentran restos faunísticos que comprueban una participación simultánea en una serie de ecosistemas: mar, playas, manglares, sabanas, bosques ribereños, entre otros.

La formulación de LATHRAP (1970), afirma que las culturas selváticas del noroeste de Suramérica (Alto Amazonas, la Costa Pacífica ecuatoriana, el Bajo Magdalena, la Costa Caribe), formaron un gran foco cultural formativo, cuyas irradiaciones, sobre todo el Norte y Sur, dieron origen a las grandes civilizaciones de Mesoamérica y Andes Centrales.

Puerto Chacho

Está localizado en el área del dique natural de una terraza aluvial sub-reciente a 11 km en línea recta de la actual orilla marina (LEGROS, 1992). Excavado por T. Legros del Instituto Francés de Estudios Andinos y H. Maldonado del Instituto Colombiano de Antropología, en 1987.

Puerto Hormiga

Está localizado a 300 m del canal natural del Dique. La presencia de este conchero sugiere la posibilidad de que el canal tuviera influencia directa del mar y con más certeza que el lugar estuvo contiguo a una bahía profunda. Está fechado entre el 5040 \pm 70 y el 4502 \pm 100 a.C., durante período climático húmedo (REICHEL-DOLMATOFF, 1965). Excavado por Gerardo y Alicia Reichel-Dolmatoff, en 1964.

CONCHEROS DE LA ZONA DE LA ISLA DE SALAMANCA

Cangarú

El sitio arqueológico es una serie de conchales discontinuos distribuidos por 1 km aproximadamente, dispuestos en forma paralela a la orilla del mar. Una inspección preliminar de los tiestos encontrados en la superficie indicaba la posible existencia de dos componentes culturales en el sitio, uno relacionado a la Cultura Tayrona de la Sierra Nevada y otro probablemente relacionado con las culturas del Bajo Magdalena. Excavado por C. Murdy en 1985.

Aunque la economía de Cangarú estuvo principalmente enfocada hacia los recursos marinos, hay evidencia faunística de que los habitantes también aprovecharon los recursos de agua dulce, fácilmente disponibles al sur en la región del Delta del río Magdalena, especialmente durante el período Formativo Tardío.

REICHEL-DOLMATOFF (1985), sugiere que la Isla de Salamanca era una zona donde se cruzaron múltiples rutas indígenas de migración y comercio. MURDY (1986) afirma de contactos más amplios, por el hallazgo en la recolección de superficie de un tiesto con cara modelada con ojos y boca "grano de café", casi idéntica a la encontrada en el Barrio de Crespo en Cartagena. La segunda posibilidad sería que el contacto representara una conquista de la región del Delta Magdalena por los portadores de la cultura Tayrona. Algunos de los cronistas llegaron a aseverar que los tayronas impusieron su dominio sobre todas las poblaciones de la Costa Caribe de Colombia, aun hasta el Golfo de Urabá al occidente.

PUERTO CHACHO

Está localizado en el área del dique natural de una terraza aluvial sub-reciente a 11 km en línea recta de la actual orilla marina.

Geomorfología

En la zona se distinguen dos entornos diferentes: una zona de colinas y otra zona de planas. Estas son caracterizadas por ARÉVALO & MALDONADO-PACHÓN (1990). La zona de colinas se caracteriza por estar constituida por rocas del Terciario de origen sedimentario, que aunque presentan variaciones todas se derivan de la Serranía de San Jerónimo, conocida en sus estribaciones más bajas como los Montes de María los cuales no superan una altura de 350 msnm.

La zona de planas se compone de dunas marinas, basines, pantanos, diques, manglares, playones salinos, barras y playas marinas. Al caracterizar los diferentes paisajes que se encuentran dentro de la extensa zona de planas aparecen los siguientes: (1) Vallecitos coluvio-aluviales ubicados en las colinas y terrazas. (2) Formas de sedimentación con influencia marina o fluvio-marina de manera constante. (3) Dunas marinas ubicadas entre las barras y playas marinas en forma de arenas eólicas, pertenecientes al Holoceno. (4) Basines y pantanos ubicados en las márgenes del Canal del Dique, cuya formación se debe al desecamiento de ciénagas y lagunas formando grandes depósitos de material orgánico. (5) Diques, depósitos de sedimentos finos que han sido transportados por aguas del canal. (6) Manglares, áreas cenagosas con influencia marina. (7) Playones marinos, sedimentos finos de origen marino con acumulamiento superficial de sales limitando el crecimiento de la vegetación, y (8) Playas y barras marinas, acumulaciones coralinas de crecimiento constante en condiciones de pureza de las aguas marinas de poca profundidad.

El área de estudio presenta además tres grandes zonas de vida: (1) Bosque muy seco tropical: con una temperatura promedio superior a los 24 °C y entre 500 y 1000 mm de pluviosidad anual. Se encuentra en lugares influidos por los vientos alisios lo que lleva a que la zona sea muy seca. Hay notoria escasez de agua para las plantas durante seis meses al año, por lo que durante este tiempo éstas viven de la humedad del medio ambiente y del suelo. (2) Bosque seco tropical: tiene una temperatura media de 24 °C y una pluviosidad anual entre los 1000 y 2000 mm. Este tipo de bosque aparece en zonas que se elevan hasta los 1100 msnm. La vegetación presente es más abundante que la del bosque muy seco. (3) Bosque húmedo tropical: al igual que los otros dos tipos de bosque tiene una temperatura promedio mayor a los 24 °C. La pluviosidad anual alcanza entre los 2000 y 4000 mm. Hay lluvias durante todo el año, variando su intensidad dependiendo del mes, la vegetación es abundante y con frecuencia hay sobrante de agua.

Clima

Las particularidades del clima de la zona del área de estudio están definidas básicamente por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), por los sistemas montañosos que la circundan, por la cercanía del Océano Atlántico y por su situación geográfica. La zona posee dos estaciones lluviosas y dos estaciones secas. El clima es tropical y semiárido, con humedad y temperaturas

relativamente altas todo el año. “Los períodos de lluvia son más nublados, más húmedos, con menor evaporación y variación en la temperatura diaria” mientras que lo contrario sucede durante el período seco (ARÉVALO & MALDONADO-PACHÓN, 1990).

El comportamiento de las lluvias durante el año incluye cuatro períodos: (1) seco, mediados de diciembre a mediados de abril, (2) lluvioso, mediados de abril a mediados de julio, (3) escasa precipitación, mediados de julio a mediados de agosto, y (4) lluvias intensas, mediados de agosto a mediados de diciembre.

La cantidad de lluvia de un año a otro varía poco y las características climáticas de la zona permiten el desarrollo de dos formaciones vegetales: bosque muy seco tropical localizado hacia la costa oeste, y bosque seco tropical ubicado tierra dentro al este, cuyas condiciones son un poco más benignas que las de la zona vecina al mar.

La región se encuentra sometida al régimen de los vientos alisios que soplan de manera constante de diciembre a abril, luego hay calma hasta julio cuando aparece el veranillo y es en octubre, el mes más lluvioso del año, cuando la velocidad de los vientos se disminuye al máximo.

Vegetación

El estado de la vegetación de la zona se ve afectado en la actualidad debido a la tala de bosques y la práctica de la agricultura y ganadería, por lo que queda poco de las especies nativas en la zona. Sin embargo es posible esbozar con bastante certeza varias de las características de la zona.

La vegetación característica de lugares aledaños al Canal del Dique, la llanura más baja del Magdalena, ciénagas, pantanos y arroyos, se desarrolla en suelos que están cubiertos de agua la mayor parte del año. Tal es el caso de los manglares, cuyas mayores características son: que pueden crecer en una amplia gama de sustratos, tales como arena, fango, turba y rocas; y su óptimo desarrollo se logra sobre sedimento arcilloso-limoso con alto contenido orgánico. Es así como los manglares son considerados ecosistemas altamente eficientes y productivos (ÁLVAREZ-LEÓN *et al.*, 1988).

Un manglar es una formación vegetal localizada en la zona de mareas con especies arbóreas dominantes que tiene adaptaciones especiales que las capacitan para sobrevivir en suelos de alta salinidad y deficiencias periódicas de oxígeno a nivel de las raíces. Estas dos condiciones son el resultado de las inundaciones periódicas del mar, así mismo el vocablo ‘mangle’ no se refiere a una unidad taxonómica, sino a un grupo de plantas halófitas que habitan las zonas costeras (ESCOBAR-MANRIQUE & ÁLVAREZ-LEÓN, 2002).

El mangle se encuentra en toda la zona de estudio, incluyendo la Bahía de Cartagena, las ciénagas de La Virgen o de Tesca, Palotal y Juan Gómez, las Islas del Rosario, La Boquilla, Tierra Baja, Punta Canoas, Arroyo Hondo, Galerazamba y el Canal del Dique, entre otros lugares.

Existen cuatro especies de manglar que se desarrollan en el área de la investigación, caracterizada por suelos inundados con agua salobre: *Rhizophora mangle*, *Avicennia*

germinans, *Conocarpus erecta*, *Laguncuria racemosa*. Es importante caracterizar el manglar, ya que en gran parte del área de estudio ha estado presente y todavía hoy se encuentran importantes rodales así como relictos que recuerdan su distribución. Esta afirmación se encuentra sustentada gracias a la identificación de peces hallados en la excavación, pues varias de las especies habitan las ciénagas salobres, que son zonas rodeadas por manglares (HINESTROSA-HINESTROSA & VIÑA-VIZCAÍNO, 1986; ÁLVAREZ-LEÓN & MALDONADO-PACHÓN, 2009).

El mangle rojo (*Rhizophora mangle*), se encuentra en aguas saladas de poca profundidad y en áreas protegidas del oleaje, pero asociadas con agua fresca, en variedad de condiciones, como piedras duras, fango, zonas inundadas durante la mayor parte del año y tierras con alta salinidad. Se presenta en terrenos pantanosos y a una temperatura ambiente de 21 a 30 °C. Los suelos formados bajo el mangle rojo se caracterizan por tener un alto pH, carbón, nitrógeno, sulfuro y fósforo. Además de *R. mangle* y las otras dos especies mencionadas anteriormente, aparecen en la zona gran cantidad de plantas y árboles que hacen también parte de la vegetación, la cual se puede dividir en tres grandes grupos específicos:

Existe una zona de vegetación de transición ubicada después de la zona de vegetación xerofítica. Esta se encuentra en áreas planas y quebradas, es exuberante y con un dosel de 8 m. Las especies encontradas son: guásimo (*Guazuma ulmifolia*), olla de mono (*Licithys minor*), aroma (*Acacia frenesiana*), mamón (*Melioxia bijugatus*), dividivi (*Libidibia coriaria*), uvito (*Cordia dentata*), zaragoza (*Conocarpus erecta*), quebracho (*Astronium flaxinifolium*), trupillo (*Prosopis juliflora*), camajón duro (*Sterculia apetata*), trébol (*Platymiscium pinnatum*), higuito (*Ficus* sp.) e indio desnudo (*Bursera simaruba*) (ESCOBAR-MANRIQUE & ÁLVAREZ-LEÓN, 2002).

Aparece otro tipo de vegetación en las zonas planas, más exuberante que la anterior y en algunos lugares se encuentran microclimas con características de bosque húmedo tropical, principalmente en las márgenes de los ríos. Las especies de esta vegetación son: campano (*Samanea saman*), matarratón *Gliricidia sepium*, ceiba *Ceiba pentandra*, cañaguatete *Rose adenrdon chayseum*, hobo *Spondias mombin*, roble *Tabebuia roseae*, guayacán *Guaicum officinales*, barbasco *Jaoquinia aristata*, caña fístula *Cassia* sp., santa cruz *Astronium gravelens*, quebracho *Astronium flaxinifolium*, guacharaco *Tecomastaus*, manzanillo *Hippomane mancinella*, dividivi *Libidibia coriaria*, caracolí *Anacardium excelsum*, ollita de mono *Lecuthis minor*, mamoncillo *Melicoxa* sp., almácigo *Bursera* sp., totumo *Crescentia cujete*, aroma *Acacia frenesiana*, guásimo *Guazuma ulmifolia*, camajón duro *Sterculia apetata* (ARÉVALO & MALDONADO-PACHÓN, 1990).

La vegetación del litoral donde se encuentran las barras, playas marinas y playones salinos, es muy escasa y su altura no pasa los 3 m. Las especies más comunes son: uvito de playa, aroma, olivo y cocoteros.

Fauna terrestre

En la región se encuentran principalmente las siguientes especies de animales: Mamíferos: cafuche, zaino *Dicotyle tajacu*, armadillo *Dasypus septemcinctus*, monos primates, tinaja, venado *Mazama geozoubira*, chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris*, tigrillo *Felis* sp., conejo, ñeque. Reptiles: iguana *Iguana iguana*, tortuga *Podocnemis expansa*, babilla caimán *Croodylus intermedins*, icotea *Chelus fimbriata*, morrocoy,

lagartija, salamanqueja. Aves: gaviota *Larus atricilla*, colibrí *Glaneis hirsuta*, alcatraz *Pelicanus occidentalis*, guacamaya *Ara militaris*, pato criollo *Cairina moschata*, carpintero, canario, águila y guiriguelo (ARÉVALO & MALDONADO-PACHÓN, 1990).

Fauna acuática

Los restos de fauna acuática encontrados en el sitio arqueológico de Puerto Chacho tienen gran importancia, ya que revelan las especies aprovechadas por los antiguos habitantes del lugar. Además el análisis de sus hábitats, permite con cierta medida pero con bastante certeza conocer el medio ambiente, así como la flora y fauna que existían en el actual sitio arqueológico.

Identificación de los restos de fauna

Aparte de los moluscos y peces, existen restos de: (1) icoteas (*Chrysemys scripta*), (2) manatís (*Trichechus manatus*), (3) mapaches (*Procyon lotor*) y (5) iguanas (*Iguana iguana*).

Tabla 2. Levantamientos y hallazgos de la Capa 4 en las Zonas 1 y 2 de Puerto Chacho en 1993.

ZONA	HALLAZGO	IDENTIFICACIÓN
1	Cerámica	Decorada, figura zoomorfa, desgrasante vegetal, bordes decorados, bordes decorados y pintados, decorado y punteado
	Fauna	Melongena, vértebras, tortuga (caparazón, vértebra), húmero, espina, cráneo, babilla (mandíbula, placas), caimán (mandíbula), pinza, placa, manatí (cráneo, clavícula, costilla, maxilar, vértebra)
	Lítico	Lasca, mortero, pulidor, sílex
2	Cerámica	Borde, decorada, borde decorado y pintado), desgrasante vegetal, en huecos + fauna
	Fauna	Melongena, tortuga (caparazón), pez (frontal, hueso, vértebra), manatí (vértebra, costilla, omoplato, vértebra, mandíbula de joven), cangrejo, falanges
	Lítico	Mortero

Estratigrafía

El sitio tiene 1,20 m de profundidad y puede dividirse en 4 niveles estratigráficos:

Nivel 1: humus. Nivel 2: el sedimento es más claro que el del nivel anterior y hay aumento de conchas. Contiene conchas, huesos de peces y material arqueológico sin una estructura clara. Nivel 3: más compacto que el nivel 2 y el sedimento es arena grisácea. Nivel 4: desaparecen las conchas y el sedimento es de arena roja-amarillenta. Este nivel corresponde a la primera ocupación del sitio por pescadores-recolectores.

Restos arqueológicos

La cerámica encontrada presenta desgrasante de fibras vegetales y de arena. El uso más antiguo de desgrasante vegetal hasta ahora conocido se registró para San Jacinto 1. En América del Sur éste se ha tomado como indicativo de tradiciones cerámicas muy antiguas. La industria lítica incluye muchas herramientas asociadas a procesos de molienda y trituración de alimentos.

Restos de fauna

La mayoría de las conchas son de las especies *Anadara brasilienses*, *Crassostrea rhizophora* y *Melongena melongena*. Las dos primeras habitan en manglares y la tercera en aguas marinas de baja profundidad. Había bastantes restos de peces entre los que predominan los géneros *Centropomus* (róbalo) y *Eugerres* (mojarra) que son peces marinos y representan más del 50% de la muestra. También hay restos de *Trachycorystes* (doncellas) y *Hoplias* (perros), peces de agua dulce que pueden tolerar cierta salinidad y vivir en la zona de transición. Otros restos de fauna son de reptiles como *Caiman sclerops sclerops* (babilla), *Chrysemys scripta* (icotea) e *Iguana iguana* (iguana común) y de mamíferos tales como *Procyon. lotor* (mapache) y *Thichechus manatus* (manatí). A pesar de la gran variedad de fauna que puede encontrarse en los manglares, se evidencia una selección de pocas especies. Teniendo en cuenta la presencia de especies de agua dulce que toleran agua salada y de las especies marinas que habitan en las partes bajas de los ríos en ciertos momentos de sus ciclos migratorios, se puede argumentar que los habitantes del lugar lo aprovechaban estacional y selectivamente. Al parecer según LEGROS (1987), pequeños grupos humanos usaron estacionalmente este sitio.

Las conclusiones realizadas a partir de los resultados de la identificación de los restos arqueológicos de peces, moluscos son de enorme utilidad ya que permitieron formular hipótesis referentes a los hábitos de pesca, la selección de los recursos y la forma de vida en el conchero.

CONCLUSIONES

Al interrelacionar la información existente con la extraída del análisis de fauna acuática procedente del conchero de Puerto Chacho, se puede concluir que las características de la ciénaga salobre concuerdan con las que los individuos del Formativo Temprano aprovecharon durante sus campamentos estacionales cerca a las orillas del actual Canal del Dique.

En la Ciénaga de La Virgen o de Tesca y demás ciénagas salobres, el manglar es abundante y por lo tanto también la existencia de mariscos comestibles y la pesca de especies como el róbalo y la mojarra. El análisis de los hallazgos del sitio arqueológico de Puerto Chacho demuestra que los pobladores de este lugar aprovecharon varias especies encontradas en ciénagas con estas características.

El alto porcentaje de fosfatos encontrados en los suelos del sitio de Puerto Chacho explica la existencia de manglares, que a su vez confirman la abundancia de los

mariscos (moluscos y crustáceos), estas características se encuentran acompañadas por la existencia de gran cantidad de peces, tanto dulceacuícolas como estuarinos y marinos.

Esta información y la presentada por AROCHA-RODRÍGUEZ (1990) de la zona de Tumaco, permiten hacer varias analogías etnográficas con mucho valor para la interpretación de los vestigios arqueológicos de Puerto Chacho. Dicho autor afirma que los esteros y caños que surcan el manglar *“forman una estructura de vasos comunicantes que permite desplazamientos considerables en embarcaciones pequeñas. Su riqueza biótica es fuente de permanente renovación de la fauna marina. Los troncos y ramas de sus árboles no solo constituyen la materia prima para la elaboración del tanino, sino que sirven como leña, de sus raíces entre tanto se extrae el carbón vegetal, y de las conchas y cangrejos que albergan en su lodo fundamentan una actividad económica”*.

En ningún momento se pretende afirmar que los pescadores de Puerto Chacho limitaron sus actividades pesqueras a las ciénagas salobres, aprovecharon también ríos y ciénagas dulces, pero es indudable que el medio que más beneficios les proporcionó fue la ciénaga de agua salada, donde se encuentran los moluscos y peces que conforman la mayoría de los restos encontrados en la excavación arqueológica.

Los artes de pesca utilizadas en los cuatro lugares donde se llevó a cabo el trabajo etnográfico, presentan aparejos de pesca similares a los que han podido ser utilizados durante el Formativo Temprano, ya que cualquiera de estos artefactos puede ser fabricado con materiales netamente artesanales. Las redes se pueden fabricar con fibras vegetales, los flotadores con madera liviana y las pesas para red con piedras o cerámica. Las nasas se fabrican tejiendo varas de madera delgada.

Las artes de pesca utilizadas por los pescadores del Formativo de seguro no fueron iguales a las actuales, pero éstas pueden ayudar para la interpretación arqueológica ya que los materiales locales bien pudieron ser usados y así como la diversidad de formas que se pueden desarrollar para llevar a cabo la actividad pesquera.

Estudiada la macrofauna hallada en la excavación arqueológica de Puerto Chacho, se puede afirmar que su utilización por parte de los grupos prehispánicos, representó un impacto considerable en el ecosistema litoral y se puede apreciar que la variedad de recursos naturales utilizados comprende por lo menos taxas, familias, géneros y especies.

Las tierras bajas tropicales fueron el mayor centro para los movimientos en gran escala de población, evolución agrícola y desarrollo económico. La cultura de forma tropical se define económicamente como *“una forma de vida mantenida por una agricultura intensiva de tubérculos, cuando es posible hay un máximo aprovechamiento de los recursos alimenticios de los ríos, lagos y costas; mientras que la caza de animales terrestres y aves en las selvas lejos de las principales arterias acuáticas fue definitivamente de importancia secundaria”* (FOSTER & LATHRAP, 1975).

En el sitio arqueológico de Puerto Chacho se encuentra una cultura tropical caracterizada por el sistema económico anteriormente definido. Los individuos

que habitaron el antiguo conchero se definen más como pescadores que como cazadores; fueron consumidores de conchas con una industria cerámica bien desarrollada. Los datos obtenidos arqueológica y etnográficamente verifican esta afirmación.

Los restos de fauna hallados en la excavación se dividen en tres grandes grupos dependiendo de su abundancia: (1) Los moluscos conforman la estructura típica de la época, el conchero. (2) Los peces, ya que los indígenas de Puerto Chacho aprovechaban los recursos acuáticos de manera muy selectiva, debido a que gran parte de la muestras identificadas están compuesta por dos familias (*Centropomidae* y *Gerreidae*) típicas de aguas salobres. (3) Los restos de otros animales como la iguana, la tortuga, el caimán y el manatí, los cuales fueron aprovechados en cantidades mucho menores. Es así como es posible afirmar que las especies más apetecidas fueron los moluscos y los dos tipos de familias de peces, obviamente sin descartar el consumo de otras especies.

Es importante anotar como lo hacen FOSTER & LATHRAP (1975), que hay una clara ausencia en lo que se refiere a restos de aves. En cuanto a los animales terrestres su presencia en los vestigios encontrados es prácticamente nula, lo que permite deducir que los antiguos habitantes del sitio de Puerto Chaco dedicaban la mayor parte del tiempo, durante su estadía en el conchero, a capturar especies propias del medio acuático. Tanto las aves como los animales terrestres pudieron ser consumidos en otras épocas del año cuando los indígenas se encontraban llevando a cabo labores diferentes a la pesca, probablemente dando los primeros pasos en la actividad agrícola.

Es posible afirmar a este respecto que las personas que habitaban estos concheros aprovechaban las especies mencionadas de manera estacional y selectiva. No permanecían todo el tiempo en el mismo lugar, sino que visitaban el sitio arqueológico en épocas definidas del año con la finalidad de capturar los recursos del río y el manglar.

Se considera que se debió desarrollar una actividad relativa a la conservación de peces y moluscos, ya que no parece posible, debido a la enorme abundancia, que estos fueran consumidos en su totalidad en el sitio (LEGROS, 1990). Dicha conservación se pudo llevar a cabo salando o ahumando a los animales capturados, lo que convertiría al conchero en un sitio destinado a la acumulación de desperdicios, más que a un lugar de habitación.

Es necesario tener en cuenta el por qué del gran número de desperdicios. La cantidad de proteína que contiene un molusco es mínima con relación al tamaño de la concha que lo protege, lo que significa que al recoger 1 litro de moluscos se obtienen tan solo 140 gramos de proteína aproximadamente, mientras en el caso de los peces la relación es inversa, ya que por ejemplo un róbalo de 35 cm de longitud proporciona dos kilos de carne, y los desperdicios son de diferente naturaleza y mucho menores que los de los moluscos.

Esta comparación permite comprender el por qué la predominancia de restos de moluscos sobre los de peces, además de tener en cuenta que los huesos de estos últimos son menos resistentes a las inclemencias del tiempo que las conchas de los moluscos (GONZÁLEZ-PACHECO, 1990). Esto permite pensar que los individuos que

frecuentaban los ríos y las ciénagas aledañas al sitio arqueológico no consumían mayor cantidad de carne de molusco en relación directa con otras especies, posiblemente el consumo de pescado era mayor o igual al de los moluscos, cosa que no parece posible en un principio al observar la gran cantidad de desperdicios de concha. Se puede entonces, considerar a los peces y a la actividad pesquera como aspecto fundamental de la economía que regía durante el Formativo Temprano.

La presencia de los restos del manatí parece demostrar que los pobladores de Puerto Chacho, no hacían una cacería hacia este mamífero, pero lo consumían sólo incidentalmente, quizás por la connotación mítica o religiosa hacia estos organismos. En muchas regiones del Caribe, la Orinoquía y la Amazonia, se les considera como sirenas (mitad con cuerpo humano de mujer y mitad con cuerpo de pez); además Sirenia es el nombre del orden taxonómico que agrupa a la familia Trichechidae. Actualmente, se le caza con frecuencia por parte de cazadores especializados en el manatí del Caribe y la Orinoquía (*Trichechus manatus*) (MILLÁN-SÁNCHEZ, 1999; MONTOYA-OSPINA *et al.*, 1999) y de la Amazonía (*T. inunguis*) (OROZCO, 2001), pues su carne es apreciada para el consumo humano, y la actividad ilícita junto con las redes de pesca, la desecación de ciénagas y la presión de las embarcaciones de motor fuera de borda, son las principales causas por las cuales se le ha declarado como En Peligro (EN A2cd+3cd) (TRUJILLO-GONZÁLEZ *et al.*, 2006).

Los restos del manatí en el conchero de Puerto Chacho en el municipio de Arjona, son los primeros en este tipo de contexto arqueológico del Caribe colombiano y también en cuanto a la cantidad de estructuras óseas identificadas. El resto de concheros y sus exploradores a la fecha: Cangarú 965 a.C. (S. Archiva, C.N. Murdy, G. Reichrel-Dolmatoff), Cecilio 990 a.C. (C. Angulo-Valdés), Guájaro-Rotinet 1850 a.C. (C. Angulo-Valdés), Loma de López 1045 a.C. (C. Angulo-Valdés, S. Archila), Los Jagueyes 950 a.C. (C. Angulo-Valdés, S. Archila), Marta 130 a.C. (C. Angulo-Valdés, S. Archila, G. Santos-Vecino, R.R. Van Zweden), Palmira 500 a.C. (C. Angulo-Valdés, S. Archila), Tasajeras 950 a.C. (C. Angulo-Valdés, S. Archila), no incluyen a este mamífero, pero coinciden en diversos grupos de moluscos, peces, reptiles, anfibios y mamíferos.

El manatí del Caribe sólo había sido registrado, por un hueso indeterminado, en el contexto arqueológico “Basurero de Monte Sión” (municipio de Repelón), junto con restos de moluscos marinos (*Strombus*), peces de aguas dulces (*Pseudoplatystoma*), tortugas (*Trachemys*) y venados (Cervidae). Una búsqueda exhaustiva en otros contextos: “Basurero” (Crespo, municipio de Cartagena; Escuela Pública, municipio de Turbana; Momil, municipio de Momil; San Juan, municipio de Luruaco; Malambo 1, municipio de Malambo), “Indeterminado” (Cinto, municipio de Santa Marta; María Jacinta, municipio de Luruaco), ofreció sólo restos muy variados de corales, moluscos marinos y dulceacuícolas, peces óseos, reptiles terrestres y acuáticos, aves, mamíferos terrestres silvestres y domésticos, no incluyó este singular mamífero (ICAM, com. pers.).

Sería útil e interesante en esta medida, ampliar el estudio referente a la actividad pesquera, profundizar en los métodos y técnicas de pesca al igual que en las especies capturadas. El uso del método etno-arqueológico, ha demostrado buenos resultados, pues permite aclarar de manera inigualable el registro arqueológico y facilita la labor interpretativa.

Es necesario continuar con la identificación de los restos de fauna acuática hallados a lo largo de toda la estructura del conchero, y es posible que en próximas identificaciones de restos pertenecientes a diferentes estratos y lugares del conchero amplíen un poco los resultados aquí presentados. Como se ha comprobado una adaptación medioambiental, hay investigaciones que se pueden seguir haciendo, tanto los estudios paleoecológicos como arqueológicos de excavaciones en el área del Canal del Dique.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ-LEÓN, R. & H. MALDONADO-PACHÓN, 2009.- Arqueofauna encontrada en Puerto Chacho, sitio arqueológico del Caribe colombiano (3300 a.C.). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 33 (128): 399-416.
- ÁLVAREZ-LEÓN, R.; J. KHOBZI; K. ROBERTSON & Y.F. THOMAS., 1988.- Cartografía de las formaciones vegetales anfíbias del Delta del Dique (Colombia) a partir de una imagen de SPOT: 71-76 (in) STEER-RUIZ, R. (ed.) *Mem. VI Sem. Nal. Cienc. y Tecnol. del Mar, CCO/UBJTL*. Bogotá D.E. (Colombia), dic. 5-7. 636p.
- ARÉVALO, H. & H. MALDONADO-PACHÓN, 1990.- *Una contribución al Formativo Temprano en Colombia*. Tesis Profesional. Univ. Nal. de Colombia, Depto. de Antropología. 192p.
- AROCHA-RODRÍGUEZ, J., 1990.- *Etnicidad e inventiva entre los pescadores artesanales de la Ensenada de Tumaco, Nariño, Colombia*. Depto. de Antropol., Fac. de Cienc., Univ. Nal. de Colombia. Bogotá D.E. (Colombia).
- BETANCOURT-ANGULO, A., 2009.- *Reconstrucción paleoecológica del Holoceno en la Ciénaga de Luruaco. Cambios medioambientales y procesos humanos de adaptación*. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, Depto. de Biología, Univ. Nal. de Colombia-Sede Bogotá.
- BISHOP, H., 1966.- Canapote: an early ceramic site in northern Colombia: A preliminary report: 483-491 (in) *36º Congreso Internacional de Americanistas*. Sevilla (España). Vol. 1.
- ESCOBAR-MANRIQUE, E. & R. ÁLVAREZ-LEÓN, 2002.- Caracterización de la vegetación en algunas áreas de la Zona Industrial de Mamonal, Cartagena (Caribe colombiano). *UDFJC-Rev. Colombia Forestal*, 7 (15): 79-97.
- FLANNERY, K.V., 1972.- The cultural evolution of civilization. *A. Rev. of Ecol. And System.*, 3: 399-426.
- FOSTER, D.W. & D. LATHRAP, 1975.- Más evidencias sobre el desarrollo de la cultura de selva tropical en la costa norte de Colombia, durante el primero y segundo milenio antes de Cristo. *Rev. Colomb. de Antropol.*, 14: 103-139.
- FRIEDEMANN, N.S. & J. AROCHA-RODRÍGUEZ, 1986.- *De sol a sol: génesis, transformación y presencia de los negros en Colombia*. Planeta Editorial Colombiana, Bogotá D.E. (Colombia).
- GARCÍA-VEGA, M.L., 1997.- *Zoo-arqueología del Formativo Temprano de la costa Caribe: Un acercamiento del grupo prehistórico de Puerto Chacho*. Tesis Profesional. Depto. de Antropología. Univ. Nal. de Colombia-Sede Bogotá, 145p.
- GONZÁLEZ-PACHECO, L., 1990.- *Peces y pesca en el conchero de Puerto Chacho Bolívar - Un estudio etno-arqueológico*. Semestre de Campo. Fac. Humanidades y Ciencias Sociales, Depto. de Antropología, Univ. de Los Andes. 67p.
- HINESTROSA-HINESTROSA, R. & G. VIÑA-VIZCAÍNO, 1986.- *Efectos del dragado en zonas de manglar: geomorfología deltaica y desarrollo y análisis de priserías en el Caño Lequerica, Bahía de Barbacoas, Mar Caribe (Colombia)*. Tesis Profesional. Fac. Biol. Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 138p.
- LATHRAP, D., 1970.- The upper Amazon. Ancient Peoples and Places, 70, Thames and Hudson, The Camelot Press Ltd., Southampton, London (U.K.), 256p.
- LEGROS, T., 1987.- Arqueología del Formativo en la costa Atlántica colombiana. Univ. de Los Andes. *Revista de Antropología*, 3. 168p.
- , 1990.- Consideraciones sobre Puerto Chacho, un conchero de las llanuras del Caribe colombiano: 67-78 (in) *Mem. Simp. de Arqueología y Antropología Física y V Congr. Nal. de Antropología, ICFES*. Villa de Leyva (Boy.), Colombia.
- , 1992.- *Puerto Chacho et les premiers céramistes américains: Nouvelles données sur le Formatif ancien du littoral Caraïbe de Colombie*. These de Doctorat. Univ. de Paris I, Panthéon - Sorbonne, U. E. R. d'Histoire de l'Art et Archéologie, Th. Doct. Tomo 1: 367p., Tomo II: 157p.
- LEGROS, T.; Y.F. THOMAS; C. PARRA & R. ÁLVAREZ-LEÓN, 1993.- Evolución antrópica de un abanico aluvial: el Delta del Dique (Mar Caribe, Colombia): 300-316 (in) LEÓN-PÉREZ, J. (ed.) *Mem. VI Simp. Lat.-Amer. de Percepción Remota: Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica para el Medio Ambiente, SELPER / IGAC / SCF*. Cartagena (Bol.), Colombia, oct. 3-8. 632p.
- LEMAITRE, E. 1982.- *Historia del Canal del Dique: sus peripecias y vicisitudes. Cartagena (Bolívar). Constructora Sanz & Cia./ Cobe Ltda. Canal Ramírez-Antares*. Bogotá D.E. Colombia, 64p.

- MALDONADO-PACHÓN, H.; R. ÁLVAREZ-LEÓN; S. HINCAPIÉ-MARTÍNEZ & I. CAVALIER, 1996.- *Proyecto Arqueofauna del sitio prehistórico de Puerto Chacho, Formativo Temprano (3000 a.C.) de la costa Caribe colombiana*. Beca Santander de COLCULTURA - 1993 Segundo Semestre. Santa Fe de Bogotá D.C. (Colombia). Inf. Final: 1-119 + 2 anexos.
- MILLÁN-SÁNCHEZ, S.L., 1999.- *Estado de salud del manatí (Trichechus sp.) en Colombia*. Tesis M.Sc., Univ. de Puerto. 129p.
- MONTOYA-OSPINA, R.A.; D. CAICEDO-HERRERA; S.L. MILLÁN-SÁNCHEZ; A.A. MIGNUCCI-GINNONI & L.W. LEFEVRE, 1999.- Status and distribution of the West Indian manatee, *Trichechus manatus manatus*, in Colombia. *Biol. Conservation*, 102 (1): 117-129.
- MURDY, C.N., 1986.- Cangarú: una economía marítima prehistórica en la Isla de Salamanca (departamento del Magdalena). Informes Antropológicos ICAN, Bogotá D.E. (Colombia).
- OROZCO, S.L., 2001.- *Manatí Trichechus inunguis: caza, percepción y conocimiento de las comunidades del municipio de Puerto Nariño, Amazonas*. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. 110p.
- OYUELA-CAICEDO, A. & C. RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, 1990.- *La formación de los concheros: el caso del noroccidente de América del Sur*. 6ª Conf. Internal. del Consejo Internacional de Arqueozoología, Panel "El Entendimiento de las Adaptaciones Marinas". Smithsonian Institution. Washington D.C. (USA), mayo 21-25.
- REICHEL-DOLMATOFF, G., 1955.- Excavaciones en la costa de Barlovento. *Revista Colombiana de Antropología*, 4: 249-277.
- , 1965.- *Excavaciones arqueológicas en Puerto Hormiga, departamento de Bolívar*. Univ. de Los Andes, Ser. Antropología, 2. Bogotá D.E. (Colombia).
- , 1985.- *Monsú: un sitio arqueológico*. Biblioteca Banco Popular, Textos Universitarios, Bogotá D.E. (Colombia).
- TRUJILLO-GONZALEZ, F.; D. CAICEDO-HERRERA; N. CASTELBLANCO; S. KENDAL & V. HOLGUÍN, 2006.- Manatí del Caribe, *Trichechus manatus*: 161-165 + 399-427 (in) RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; M. ALBERICO; F. TRUJILLO-GONZÁLEZ & J. JORGENSEN (eds.) *El libro rojo de los mamíferos de Colombia*. La Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. ICN-UNC / IIBAVH / MINAMBIENTE / CI-Colombia. Santa Fe de Bogotá D.C. (Colombia), 430p.

PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE LA MIRLA *MIMUS GILVUS* (PASERIFORMES: MIMIDAE) EN CAUTIVERIO*

Carlos Fernando Gálvez¹, Ginés Fernando Ramírez¹ y José Henry Osorio²

Resumen

En el presente estudio se describen los parámetros hematológicos para la especie *Mimus gilvus* en cautiverio. Se tomaron 45 muestras de sangre a 12 aves (6 hembras y 6 machos), durante cuatro periodos con intervalos de 21 días, dos de ellos en la temporada de lluvias y los otros dos en la temporada de calor; con el fin de determinar las diferencias existentes según las variables sexo, y estados climáticos. Se estableció que no hay diferencias hematológicas según el sexo de las aves, pero se encontró que existe una diferencia significativa entre los periodos climáticos en las medias muestrales de los indicadores: hematocrito, hemoglobina, concentración de hemoglobina corpuscular media, hemoglobina corpuscular media, volumen corpuscular medio y recuento total de plaquetas. No se encontró diferencia en el recuento total de eritrocitos, ni en el recuento total de leucocitos mostró cambios. Se encontró diferencia significativa en el recuento diferencial de leucocitos en estos dos periodos en las medias de los basófilos y eosinófilos. Son aportados valores de referencia para valores hematológicos en esta especie.

Palabras clave: hematología, química sanguínea, *Mimus gilvus*.

HEMATOLOGIC PARAMETERS OF THE *MIMUS GILVUS* (PASERIFORMES: MIMIDAE) BLACKBIRD IN CAPTIVITY

Abstract

The present study describes hematologic parameters for the *Mimus gilvus* species in captivity. 45 blood samples of 12 birds (6 male and 6 female) were taken, during four periods with intervals of 21 days, two of them during the rainy season and the other two during the dry season, in order to determine the existing differences depending on the sex variables and the weather conditions. It was established that there are no hematological differences regarding the birds' sex, but it was found that there is a significant difference between the weather periods in the sample media of the indicators: hematocrit, hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration, mean corpuscular volume and total platelet count. Neither the difference in the total erythrocyte count was found nor the total leukocyte count showed changes. A significant difference was found in the differential count of leukocytes in these two periods in the basophils and eosinophils media. Reference values are provided for hematological values in this species.

Key words: hematology, blood chemistry, *Mimus gilvus*.

* FR: 8-VIII-2010. FA: 12-X-2010

¹ Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas.

² Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Laboratorio de Investigación en Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Universidad de Caldas.

Dirección para correspondencia: Laboratorio de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Universidad de Caldas. Calle 65 No. 26-10. Manzales (Caldas). Tel. 8781500 Ext. 14305. E-Mail: jose.osorio_o@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países con mayor diversidad de avifauna en el mundo, esto es posible gracias a su excelente ubicación geográfica, a su diversidad topográfica y climática, elementos que lo convierten en un lugar ideal para aves de paso y hogar para las aves nativas. No obstante, las condiciones económicas y sociopolíticas han confluído hacia una exagerada explotación comercial de fauna silvestre, afectando notablemente las poblaciones normales de estas aves. Pese al aumento en el control legal para el tráfico de especies silvestres en el país, las medidas siguen siendo insuficientes. El aumento en el decomiso de animales por las diferentes entidades gubernamentales, y el desconocimiento de la fisiología y el comportamiento de dichos animales, dificultan su manejo sanitario por lo que se han deteriorado cada vez más nuestras poblaciones animales.

Para poder realizar una correcta evaluación del estado clínico de cualquier especie, es necesario conocer y manejar ciertos parámetros que nos permitan estimar el estado del paciente. Entre los parámetros diferentes al examen externo, podemos incluir los exámenes de laboratorio, los cuales son una herramienta indispensable para el diagnóstico y seguimiento de cualquier enfermedad, con el apoyo de una completa anamnesis y la comparación con bases de datos disponibles (ALTMAN & QUESENBERRY, 1997; CANFIELD, 1998).

En la actualidad, no existen parámetros de referencia de valores hemáticos para la especie *Mimus gilvus* (mirla o sinsonte), lo cual es básico para cualquier actividad ya sea de carácter sanitario, conservacionista, clínico o reproductivo de la especie. Es importante, tener en cuenta que el desconocimiento de la fisiología de nuestras especies nativas es un factor que favorece ampliamente su vulnerabilidad y posiblemente su extinción. Ante este panorama, el presente trabajo busca contribuir aportando conocimiento que favorezca la aplicación de planes sanitarios adecuados para las especies que se encuentran en cautiverio para su preservación.

La mirla pertenece a la clasificación: reino animal, filo chordates, subfilo vertebrado, clase aves, orden passeriforme, familia *Mimidae*, género *Mimus*, especie *Mimus gilvus*, de la cual se han reportado 9 subespecies (AVIBASE, 2003). Hasta hace poco, la familia *Mimidae* era considerada próxima de *Troglodytidae* (corruíras) y *Turdidae* (sabías verdaderas), pero mediante la técnica de hibridación de DNA, se ha sugerido una mayor afinidad con *Sturnidae*, familia del viejo mundo que incluye los Estorninhos (ARGEL DE OLIVEIRA, 1994).

Las aves de la familia *Mimidae* son de tamaño entre pequeño y mediano, de cola larga, pelaje por lo general marrón o gris por encima y más pálido pero con marcas en las partes inferiores. Sexos similares, sus nidos son cóncavos, ponen de 2-5 huevos, entre blanquecinos y verdes azulados a menudo con marcas oscuras y los incuban entre 12 y 13 días (PERRINS, 1991). Según la ubicación regional, el *Mimus gilvus* recibe diferentes nombres, entre otros: tropical *mockingbird*, cenizontle sureño, cenizontle gris y de castilla en Chiapas, sinsonte, y chico; x-col-col-chek y xk'ok', x-kok (maya) en la península de Yucatán (INE, 2004).

El adulto tiene los ojos amarillento pálido. El pico y las patas son negruzcas. El rostro, la garganta y las partes inferiores, blanquecinas con colores oscuros. La corona, la nuca y las partes superiores son grises. Las alas son negruzcas con 2

barras blancas y con las orillas de las secundarias y terciarias blanquecinas. La cola es negruzca y las rectrices exteriores ampliamente punteadas de blanco.

El juvenil tiene los ojos de color amarillo oscuro, las partes superiores café y el pecho y los flancos moteados de oscuro. No existe dimorfismo sexual y se encuentran comúnmente en malezas y áreas urbanas. Mide entre 24-25 centímetros. El canto es similar al de *M. polyglottos*, pero más calmado, no tan sonoro; con las frases menos repetidas o sin repetir. Las notas más predominantes son: chur, chuiii y chuí-o, siendo un canto llamativo lo cual lo hace atractivo para la captura y comercialización en aumento con el consiguiente riesgo para la especie. Para reproducirse construye su nido de materia vegetal, anida en arbustos y árboles espinosos poniendo de dos a cinco huevos (HILTY & BROWN, 1986; RIDGELY & GREENFIEL, 2002; INE, 2004).

Los *Shrikes* son similares pero tienen máscaras negras y pico más grueso, mientras que el *Thrasher* sabio es similar al *Mimus gilvus* juvenil pero carece de los remiendos blancos del ala y tiene manchas más oscuras y más extensas en las partes inferiores; el *Mimus gilvus* de las Bahamas (parásito de Florida) tiene rayas a los lados y carece de los parches del ala (HILTY & BROWN, 1986; NNE, 2001; RIDGELY & GREENFIEL, 2002).

La familia Mimidae forma un grupo de pájaros exclusivo de tierras americanas, que van desde el sur de Canadá hasta Argentina y Chile, salvo el tercio meridional de estos países. La mayor variedad de especies se encuentra en México, pero el género *gilvus* se distribuye desde el sur de México hasta el sur de Brasil, además se encuentra en diferentes regiones de Colombia y Ecuador. Se localiza desde el nivel del mar hasta cerca de las tierras altas. Selvas baja caducifolia, mediana caducifolia y subcaducifolia y claros de selva alta perennifolia, así como en potreros, orillas de caminos y en cultivos de frutales (HILTY & BROWN, 1986; ARGEL DE OLIVEIRA, 1994; RIDGELY & GREENFIEL, 2002; INE, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación corresponde a un estudio de tipo descriptivo, donde se presentó un panorama del estado de las variables hematológicas de un grupo de animales de la especie *Mimus gilvus* en un determinado momento; describiendo las variables recuento total de eritrocitos, concentración de hemoglobina, porcentaje de hematocrito, índices eritrocitarios: volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM); recuento leucocitario total, recuento leucocitario diferencial; y recuento total de plaquetas.

El presente estudio se realizó en la Fundación Zoológica de Cali, localizada en la ciudad de Santiago de Cali, a una altitud de 1100 msnm; con una precipitación anual promedio de 1000 mm, con periodos húmedos de marzo a mayo y de octubre a noviembre y períodos secos de enero a febrero y de junio a agosto; con una temperatura promedio de 24 °C y una extensión del zoológico de 21 hectáreas. Se utilizaron 12 aves, 6 hembras y 6 machos, obteniendo 45 muestras de sangre después de 4 repeticiones en total. Se realizó el sangrado de las aves para toma de muestras con un intervalo de veintiún (21) días según el período de hematopoyesis en las aves (ALTMAN & QUESENBERRY, 1997).

Todos los animales utilizados en el estudio pertenecían a la Fundación Zoológica de Cali y se encontraban bajo el mismo tipo de dieta y manejo. La dieta estaba compuesta por 25-40 g/día de fruta, 30 g/día de torta de cereal con 90% de materia seca y menores cantidades de huevo y carne; el agua fresca se mantuvo a libre disposición. La selección de las aves empleadas en el estudio se realizó agrupando a la población total de las aves de la especie *Mimus gilvus* que se encontraban en diferentes zonas de la Fundación Zoológica de Cali, siendo reubicadas en dos puntos cercanos a la clínica para tener un mejor manejo y control de las aves. Estos puntos fueron el área de reproducción y el área de cuarentena. Ya ubicadas en estas áreas tuvieron un tiempo de dos (2) semanas para adaptarse al nuevo lugar donde fueron evaluadas. No se les encontró ningún tipo de anormalidad física que les impidiera participar en el estudio. Algunas de las aves no se encontraban sexadas, por lo cual se les practicó el respectivo sexaje e identificación individual.

El día 1, se inició el procedimiento mediante un ayuno de 12 horas para realizar el manejo y recolección en la mañana siguiente. Previo al procedimiento se ordenaron y dispusieron todos los equipos, implementos y medicamentos necesarios para el trabajo en el quirófano así como las nasas y las bolsas para la captura y transporte de las aves desde sus jaulas. Las capturas se realizaron con mucha cautela a fin de disminuir el estrés de las aves y se depositaron individualmente en bolsas, en un número de cuatro para su transporte hacia el quirófano, actividad que se realizó con total premura, silencio y delicadeza. En el quirófano se extrajeron, una a una, de las bolsas y se conectaron al equipo de anestesia inhalada donde se sostuvieron hasta que alcanzaron la profundidad anestésica requerida, tal profundidad se determinó por la relajación muscular y la uniformidad de la respiración.

Una vez anestesiada el ave se anotaron sus variables fisiológicas: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, y se hicieron las determinaciones de estado corporal, así como la identificación del individuo (anillo o microchip). Las extracciones sanguíneas se efectuaron de la vena yugular derecha (6) con jeringas de 1 ó 2 ml y agujas calibre 0,4 (25G) (GRIFOLS & MOLINA, 1997); se debe recordar que el volumen sanguíneo de las aves oscila entre un 8 y 10% del peso corporal, por lo tanto el máximo de extracción es de 1% del peso corporal (HAWKEY & DENNET, 1989; GRIFOLS & MOLINA, 1997).

Luego de envasar las muestras, se realizaron los extendidos en placa con la respectiva rotulación. Posteriormente, se desconectaron del equipo de anestesia y se revisaron para descartar hemorragias; se procedió al pesaje respectivo. La estimulación para una recuperación pos anestésico más rápido se realizó por soplado de los orificios nasales y el pico entreabierto. Una vez despiertas se depositaron en bolsas, que se colgaron mientras el procedimiento se realizaba con las compañeras. Al terminar, se llevaron de nuevo las cuatro aves a sus jaulas y se capturaron otras cuatro para repetir de nuevo el mismo procedimiento. Cada proceso desde la captura hasta la acomodación de un ave en su jaula tardó en promedio quince minutos, y una vez recuperadas de todo el procedimiento, en sus jaulas, recibieron alimento normal.

En el laboratorio los extendidos de sangre en placa fueron coloreados, y una parte de las muestras se montaron en capilares y se centrifugaron para determinar el hematocrito, mientras con otra parte se obtuvieron los valores de hemoglobina. Una parte de la muestra, se utilizó para el conteo de células en la cámara de

Neubauer. Todos estos procedimientos, se realizaron por tres ocasiones más con intervalos de 21 días (para un total de cuatro tomas). Las primeras dos tomas, se realizaron en épocas lluviosas, mientras que las dos finales se hicieron durante la época de calor. Se utilizó como anticoagulante EDTA para las determinaciones hematológicas en una proporción de 3,5 microlitros del anticoagulante por 0,1 ml de sangre en cantidad aproximada de 0,5 ml. Además, se remitió una extensión en placa (GRIFOLS & MOLINA, 1997) y cada muestra obtenida fue objeto de las siguientes determinaciones: hematocrito, mediante el método del microhematocrito en tubos capilares (heparinizados), centrifugados a 12.000 rpm durante 5 minutos; hemoglobina, utilizando el método de Drabkin (por centrifugación); concentración de hemoglobina por el método de la cianometahemoglobina (JOSEPH, 1999). Para los recuentos celulares se usaron métodos hemacitométricos; el método de Natt y Herrick's que permite el recuento de eritrocitos, leucocitos y plaquetas simultáneamente (MOLINA-LÓPEZ, 2004).

Análisis estadístico: en el presente estudio para cada variable se estimaron los mínimos, máximos, promedios y coeficiente de variación por evaluación. Con los datos generales se estimaron el promedio general, mínimo promedio y máximo promedio y se establecieron: el porcentaje de datos menores que el promedio mínimo y el porcentaje de datos por encima del máximo promedio. De esta manera, se construyó el cuadro característico para los parámetros hematológicos de la especie *Mimus gilvus*. Se compararon además los promedios para cada una de las variables asociadas a los parámetros hematológicos entre machos y hembras, a través de una prueba t de student con un nivel de confianza del 95%. Esta comparación se realizó con los datos generales, y en el caso en el que el análisis descriptivo mostró variaciones asociadas a los periodos de tiempo, las comparaciones se efectuaron en cada uno de dichos periodos (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró diferencia significativa en el comportamiento de las medias e según el sexo de las aves. En la Tabla 1 se muestran los valores establecidos para los parámetros determinados. Al analizar los datos obtenidos con relación a los dos periodos climáticos evaluados (lluvia y seco), se encontró que existe una diferencia significativa entre estos dos periodos en las medias muestrales de los indicadores: hematocrito, hemoglobina, CHCM, HCM, VCM y RTP. Encontrándose que en el periodo 2 (seco) las aves presentaron un menor porcentaje en los niveles de hemoglobina, RTP, HCM, CHCM, mientras que para dicho periodo, el nivel de hematocrito y VCM fue mayor. No se encontró diferencia significativa en el comportamiento de las medias muestrales según el periodo de toma de muestra para las variables RTE. El recuento total de leucocitos (RTL) no mostró un cambio significativo, con relación a los dos periodos climáticos evaluados (lluvia y seco).

No se encontró diferencia significativa en el comportamiento de las medias muestrales según el periodo de toma de muestra para las variables: linfocitos, heterófilos y monocitos. No fue posible realizar diferenciación individual de la edad exacta de las aves involucradas en el proyecto, pues estos datos no se encontraban disponibles para la investigación realizada. Existen factores que modifican los valores hematológicos como son: constitución física, alimentación inadecuada,

parasitismo, tamaño corporal, edad, actividad realizada, preñez, tipo de hábitat, sitio de sangrado de la muestra, estrés (MONTESINOS *et al.*, 1997).

Tabla 1. Parámetros hematológicos en la mirla *Mimus gilvus* en cautiverio.

Parámetros	Rango	Promedio±SD
Hematocrito (% Vol) (HT)	40-54	47±7
Hemoglobina (g/dl) (HG)	9,39-16,39	12,89±3,5
Recuento total de eritrocitos (X10 ⁶ µl) (RTE)	3,98-5,17	4,58±0,59
Volumen corpuscular medio (fl) (VCM)	83,23-122,92	103,08±19,9
Hemoglobina corpuscular media (pg) (HCM)	20,42-35,92	28,17±7,8
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl) (CHCM)	18,36-38,58	28,47±10,1
Recuento leucocitario total (X10 ³ µl) (RLT)	6,35-15,72	11,03±4,6
Heterófilos (%)	28,4-45,52	33,18±12,34
Linfocitos (%)	38,17-60,59	49,38±11,21
Monocitos (%)	0,42-1,71	0,64±1,07
Eosinófilos (%)	3,16-14,44	8,80±5,64
Basófilos (%)	4,58-11,73	8,16±3,57
Recuento total de plaquetas (X10 ³ µl) (RTP)	12,15-35,97	24,06±11,91

Abreviaturas: g/dl: gramos por decilitros; µL: microlitros; fl: fentolitros; pg: picogramos.

La excitación y el temor del ave en el momento de la extracción sanguínea se refleja en un aumento fisiológico en el recuento de glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina, así como índices hematométricos y recuento leucocitario, por el incremento en la liberación de corticoides endógenos (HERNÁNDEZ, 1991). Debe tenerse en cuenta además que un hematocrito mayor de 55% es asociado con deshidratación o policitemia (CAMPBELL, 1994). Una especie presenta dimorfismo sexual cuando existen diferencias visibles entre los machos y las hembras. En el caso de la especie *Mimus gilvus* no se presenta dicho dimorfismo, por esta razón su estructura física exterior es similar para los dos, por lo que se sospecha que tampoco existan diferencias significativas en el eritrograma entre sexos de la misma especie, como efectivamente fue observado en el presente estudio, donde no hubo diferencias estadísticamente significativas entre machos y hembras.

En el periodo seco, las aves presentaron un menor porcentaje en los niveles de hemoglobina, RTP, HCM, CHCM, mientras que para dicho periodo, el nivel de hematocrito y VCM fue mayor, datos que podrían explicarse como una reacción natural ya que en el la época seca la temperatura ambiental aumenta, causando una hemoconcentración por pérdida leve de líquidos que se podría reflejar en los valores aumentados del hematocrito, explicando lo cambios obtenidos (FUDGE, 1997). Se debe tener en cuenta que los cambios en estos dos periodos evaluados, son más una reacción individual de cada ave que un comportamiento general en el hemograma del grupo.

En el recuento diferencial de leucocitos, se encontró que existe una diferencia significativa en estos dos periodos en las medias muestrales de los indicadores basófilos y eosinófilos. Presentándose un mayor porcentaje en el nivel de basófilos para el periodo seco y menor para el caso de los eosinófilos, lo que concuerda con lo enunciado por otros autores (LUMEIJ & OVERDUIN, 1990; ISIS, 2002), esta situación se relaciona con el estrés generado por el calor del verano, en casos de estrés los primeros leucocitos en responder son los basófilos luego de los heterófilos. Algunos autores, anotan que se puede observar un cambio en el conteo de heterófilos explicando una reacción que compensa esta situación (FUDGE, 1997). Al comparar los valores obtenidos con los de otros autores, obtenidos en otras aves exóticas –yacos, amazonas, cacatúas, canarios, periquitos, carolinas– (GRIFOLS & MOLINA, 1997), se encuentran valores dentro de rangos similares para hematocrito, heterófilos, monocitos, linfocitos, y recuento total de eritrocitos, pero distintos para eosinófilos, basófilos y recuento total de leucocitos.



Figura 1. *Mimus gilvus* en cautiverio. (Fotografía: Carlos Gálvez).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, corresponden a la población total en cautiverio de la especie *Mimus gilvus* en la Fundación Zoológica de Cali bajo condiciones de manejo y encierro muy específicas. El nivel de confianza del 95% y la muestra tan limitada, hacen que cualquier variabilidad por mínima que sea en la hematología de cada individuo altere los promedios generales que se están estableciendo, razón por la cual se hace necesario muestrear otras poblaciones, con el fin de comparar los resultados y así determinar los parámetros que se alteran por condiciones individuales.

Las poblaciones tan reducidas con las que podemos contar, sumado a la limitación en la repetición de las muestras en el campo de la fauna silvestre, son un gran problema pues cualquier modificación individual podría afectar los resultados obtenidos. Se debe tratar de obtener la mayor y más exacta cantidad de datos posibles de los individuos involucrados en este tipo de estudios, pues cualquier dato puede ser relevante a la hora de interpretar los resultados. Hacen falta más estudios de este tipo, pues la literatura y las investigaciones que hoy existen aún son muy limitadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTMAN, C. & QUESENBERRY, D., 1997.- *Avian Medicine and Surgery*. Saunders Company, New York. p. 142-148.
- ARGEL DE OLIVEIRA, M.A., 1994.- Familia Mimidae. *Bol. CEO*, 10: 3-14. Sao Paulo. <http://www.ib.usp.br/ceo/artig/afamiliami.htm>
- AVIBASE - The world bird database. Tropical Mockingbird (*Mimus gilvus*). Bird Life International. USA. <http://www.bsceoc.org/avibase/avibase.jsp?pg=summary&lang=EN&id=D4D7F0B0C6A7FB9E&ts=1085173355386.2003>
- CAMPBELL, T., 1994.- Hematology: 176-198 (en) RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J. & HARRISON, L.R. *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing, INC., Florida.
- CANFIELD, P.J., 1998.- Practical Laboratory Medicine. Comparative cell morphology in the peripheral blood film from exotic and native animals. The University of Sydney new south wales. [Australia]: <http://www.ava.com.au/avj/9812/9812.htm>
- FUDGE, A., 1997.- Avian clinical pathology, hematology and chemistry: 142-157 (en) ALTMAN, R.B.; CLUBB, S.L.; DORRESTEIN, G.M. & QUESENBERRY, K. *Avian Medicine and Surgery*. W.B. Saunders Company.
- GRIFOLS, J. & MOLINA R., 1997.- *Manual Clínico de Aves Exóticas*. Grass-Iatros, Barcelona. p. 62-67.
- HAWKEY, C. & DENNET T., 1989.- *Atlas de Hematología Veterinaria Comparada. Células Sanguíneas Normales y Anormales en Mamíferos Aves y Reptiles*. 250p.
- HERNÁNDEZ, M., 1991.- Raptor Clinical Hematology (in) *Proceedings of The Conference of The European Comite of the American Association of Avian Veterinarians*. EEUU. p. 420-433.
- HILTY, S. & BROWN W., 1986.- *Birds of Colombia*: 54. Princeton, Princenton University.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. Delegación Coayacán [México D.F.]: CENZONTLE TROPICAL.- 2004 Mimidae *Mimus gilvus* Tropical Mockingbird. http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/280/ctropical.html?id_pub=280
- INTERNATIONAL SPECIES INFORMATION SYSTEM (ISIS)., 2002.- *Reference Ranges for Physiological Values in Captivite Wildlife* [CD-ROM]. Ed. Teare, J.A., USA. 2004.
- JOSEPH, V., 1999.- Raptor Hematology and Chemistry Evaluation. *Veterinary Clinics of North America. Exotic Animal practice*, 689-699.
- LUMEIJ, J.T. & OVERDUIN, L.M., 1990.- Plasma chemistry references values in psittaciformes. *Avian Pathology*, 19: 235-244.

- MOLINA-LÓPEZ, R. 2004.- Hematología y Bioquímica Sanguínea. Hematológica. Centre de Fauna de Torreferrussa. [Madrid, España]. http://encontroiberico.no.sapo.pt/docs/Hematologia_RMolina.pdf. 2004
- MONTESINOS, A.; SAINZ, A.; PABLOS, M.V.; MAZZUCHELLI, F. & TESOURO, M.A., 1997.- Hematological and plasma biochemical reference intervals in young white storks. *Journal of Wildlife Diseases*, 33 (3): 405-412.
- NATURE OF NEW ENGLAND. NORTHERN MOCKINGBIRD. Nature of New England. [New England, EEUU]: 2001-2006. <http://www.nenature.com/NorthernMockingbird.htm#tip>
- NEWBOLD, P., 2001.- *Estadística para los Negocios y la Economía*. Prentice Hall, New York. p. 12-20.
- PERRINS, C.M., 1991.- *Enciclopedia ilustrada de las aves*. Marshal, Barcelona. p 102.
- RIDGELY, R, & GREENFIEL P., 2002.- *The Birds of Ecuador*. Field Guide, Philadelphia. 580p.

PECES DEL RÍO SAN JUAN DE URABÁ, COSTA CARIBE, COLOMBIA, SUR AMÉRICA*

Henry D. Agudelo-Zamora¹, Juan G. Ospina-Pabón^{1,2} y Luz F. Jiménez-Segura¹

Resumen

En este artículo se revisan los ejemplares del río San Juan de Urabá depositados en museos nacionales e internacionales y, con base en esta revisión y otros estudios publicados, se documenta el primer listado de los peces del río San Juan de Urabá. Hasta la fecha, el conocimiento científico de la fauna íctica de esta región sigue siendo muy pobre. El único estudio sobre el río fue publicado en 1992 y sólo se enfocó en la zona costera donde encontraron 40 especies. Basado en nuestra revisión de especímenes de museos, se identificaron 38 especies en la cuenca, 15 de éstos fueron Perciformes y el orden más abundante. Las cuencas aisladas actúan como sistemas individuales que pueden contener biotas únicas, además son de alta importancia en un contexto biogeográfico, porque ellas actúan como sistemas particulares.

Palabras clave: actinopterygii, diversidad, estuario, Antioquia, Mar Caribe.

SAN JUAN DE URABÁ RIVER FISH, CARIBBEAN COAST, COLOMBIA, SOUTH AMERICA

Abstract

In this article fish samples from the San Juan de Urabá River deposited in national and international museums are reviewed, and based on this review and other published studies, the first list of San Juan de Urabá River fish is documented. To date the scientific knowledge of the ichthyofauna of this region continues to be very poor. The only study about the river was published in 1992 and was only focused on the coastal zone where 40 species were found. Bases in our revision of museum specimens, 38 species were identified in the basin, 15 from which were Perciformes, the most abundant order. The isolated basins act as individual systems that may contain unique biotas and also they are of great importance in a biogeographical context because they act as independent systems.

Key words: actinopterygii, diversity, estuary, Antioquia, Caribbean Sea.

* FR: 3-X-2010. FA: 22-X-2010

¹ Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-108, Bloque 7 - 309, Medellín, Colombia. E-mail: hdagudelo@gmail.com; ljimenez@matematicas.udea.edu.co

² Grupo de Limnología y Recursos Hídricos, Universidad Católica de Oriente. Sector 3, Cra. 46 No. 40B-50, Rionegro, Colombia. E-mail: juangiopez@gmail.com

INTRODUCTION

The fish of the rivers of northwestern Colombia are poorly sampled and knowledge regarding the ichthyofauna remains scarce (DAHL, 1955; ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; HAROLD & VARI, 1994). A few articles provide detailed information on fishes in the northern portion of Antioquia (EIGENMANN, 1912, 1920c AND 1922; FOWLER, 1944; DAHL, 1960; ACERO & GARZÓN, 1987; ROMÁN-VALENCIA, 1990). Because the northern areas of Colombia connect Central and South America, they are of special interest to the study of the evolution and biogeography of freshwater fishes (DAHL, 1971; RODRÍGUEZ-OLARTE et al., 2009).

Recently, descriptions of new Colombian freshwater species have appeared regularly (MALDONADO-OCAMPO et al., 2008). MALDONADO-OCAMPO et al. (2005) indicated that knowledge of Colombia's fish fauna is based principally on surveys of the main rivers of the northern Andes (Magdalena and Cauca basins, Figure 1) and of the highlands of Cundinamarca and Boyacá. As the fish fauna of the small streams in these basins are poorly known, research efforts have begun to focus on these smaller streams and have resulted in the discovery to science of new species (DE SANTANA et al., 2004; MALDONADO-OCAMPO et al., 2004; WIJCKMARK, 2007; BERTACO, 2008).

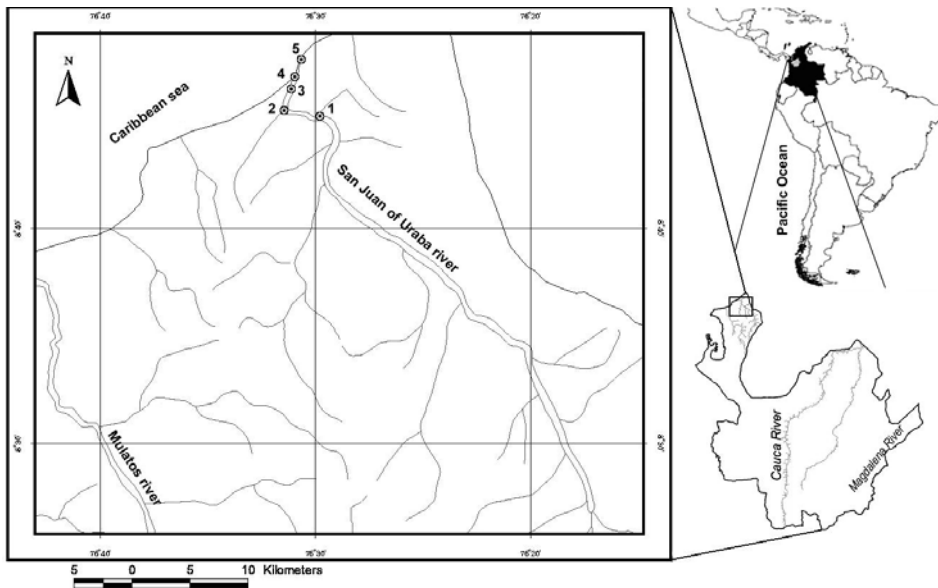


Figure 1. Location of the San Juan de Urabá river basin. 1: El Coco. 2: El Paso. 3: Main channel. 4: Mouth (Estuary zone). 5: Coastal.

The San Juan de Urabá River originates in the Quimari Peaks (670 m.a.s.l.) of the Abibe Mountains and drains into the Caribbean Sea. The river drains a basin of

some 1395 km² (Figure 1), and its total length is approximately 183 km (RUIZ & CEBALLOS, 2005). Some of its principal tributaries are: the San Juancito and Aguas Claras Rivers, and the El Caimán, El Piritu, Caño del Medio, Molenillo, Zapindonga, El Coco, El Paso, and Honda Streams. The basin's rainfall increases from northeast to southwest, varying from 1500 to 2750 mm/year (LARA-MEJÍA, 2004). These tributaries flow through the San Pedro de Urabá, Arboletes, and San Juan de Urabá municipalities, which form part of the northern region of Antioquia or "Urabá Antioqueño" (RUIZ & CEBALLOS, 2005).

The objective of this paper is to identify the ichthyofauna found in the region of San Juan de Urabá River because of its zoogeographic importance and the fact that it has not been well sampled by modern ichthyologists.

MATERIALS AND METHODS

We reviewed database records from national (CP-UCO, IA+H-P, ICNMHN, IMCN, IUQ, INVEMAR-P, CSJ, MLS) and international museums (NRM, USNM, BMNH, AMNH, CAS, SU, ANSP, MCZ, MNHN, FLMNH) for specimens from the lower San Juan de Urabá River or the San Juan de Urabá Basin. In addition, we conducted direct sampling of the depositional zone of the Basin.

The only previous records for the area are cited in ROMÁN-VALENCIA & ACERO (1992) (specimens deposited in ICNMHN) (see *Abbreviations*). We directly sampled the depositional zone of the basin. Fish species were identified based on REIS et al. (2003) and MALDONADO-OCAMPO et al. (2005) for freshwater fishes and ESCHMEYER (1998) for marine species. Families are presented in systematic order, but genera and species are in alphabetic order. Species are listed in the column 1 of Table 1. The letters in column 2 indicate the material registered from these collections. The references listed in column 3 are the authors who cited the species from Colombia or boundary rivers (Table 2).

Table 1. Number of families and species for each fish order from de San Juan de Urabá River.

Order	Family		Species	
	No.	(%)	No.	(%)
Carcharhiniformes	1	4	2	5
Scorpaeniformes	1	4	1	3
Elopiformes	1	4	1	3
Clupeiformes	1	4	1	3
Cyprinodontiformes	1	4	1	3
Characiformes	3	13	9	24
Siluriformes	4	17	5	13
Syngnathiformes	1	4	1	3

Order	Family		Species	
	No.	(%)	No.	(%)
Batrachoidiformes	1	4	1	3
Perciformes	9	38	15	39
Pleuronectiformes	1	4	1	3
Total	24	100	38	100

Source of specimens

The specimens used were collected by the third author (L. F. J.-S.). Collecting sites were chosen for convenience, i.e. those easily accessed by boat and/or streams near roads. Collecting sites are indicated by numbers on the map (Figure 1). The material examined is deposited in CIUA. *Abbreviations:* Institutional abbreviations follow LEVITON et al. (1985) and SABAJ PÉREZ, (2010) except for: **CIUA:** Colección Ictiología Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia - Colombia. **CP-UCO:** Colección Peces, Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia - Colombia. **IAvH-P:** Colección de Peces dulceacuícolas, Instituto Alexander von Humbolt, Villa de Leyva, Boyacá - Colombia. **IMCN:** Colección ictiológica de referencia Museo de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia. Colección Zoológica de Referencia Científica "IMCN" Instituto para la Investigación y Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca -INCIVA-. **IUQ:** Colección de Ictiología Universidad del Quindío, Armenia, Quindío - Colombia. **INVEMAR-P:** Museo de Historia Natural Marina de Colombia, Santa Marta - Colombia.

Table 2. Fish species recorded from the lower San Juan de Urabá River. (Collection: see Abbreviations).

Taxon	Collection	References
Carcharhiniformes		
Carcharhinidae		
<i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani, 1839)	CIUA 7	FAO, 2002; FROESE & PAULY, 2008.
<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	CIUA 9	ACEVEDO et al., 2007; FROESE & PAULY, 2008.
Scorpaeniformes		
Triglidae		
<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	CIUA 18	RICHARDS, 2002.
Elopiformes		
Megalopidae		

Tarpon atlanticus (Valenciennes, 1847) ICNMHN 3149 ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; DAHL, 1971.

Clupeiformes

Clupeidae

Taxon	Collection	References
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	CIUA 21	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
Engraulidae		
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)	CIUA 22	DAHL, 1971; FROESE & PAULY, 2008.
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes, 1846)	CIUA 287	DAHL, 1971; REID et al., 2003.
Characiformes		
Curimatidae		
<i>Cyphocharax magdalenae</i> (Steindachner, 1878)	CIUA 290, 276	EIGENMANN, 1922; ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; MALDONADO-OCAMPO et al., 2005; VILLA-NAVARRO et al., 2006; MOJICA et al., 2006.
Erythrinidae		
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	CIUA 788	DAHL, 1971, ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; MALDONADO-OCAMPO et al., 2005; VILLA-NAVARRO et al., 2006; MOJICA et al., 2006.
Characidae		
<i>Roebooides dayi</i> (Steindachner, 1878)	CIUA 27, 277, 293, 322, 789	LUCENA, 2000; MALDONADO-OCAMPO et al., 2006.
<i>Creagrutus affinis</i> (Steindachner, 1880)	CIUA 280	EIGENMANN, 1920b; HAROLD & VARI, 1994; REID et al., 2003.
<i>Brycon henni</i> (Eigenmann, 1913)	CIUA 281	DAHL, 1971; LIMA, 2003; MONTOYA-LÓPEZ et al., 2006.
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	CIUA 285	EIGENMANN, 1922; DAHL, 1971; HAROLD & VARI, 1992; ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992, MALDONADO-OCAMPO et al., 2005; VILLA-NAVARRO et al., 2006; MOJICA et al., 2006.
<i>Saccoderma hastata</i> (Eigenmann, 1913)	CIUA 291	DAHL, 1971; ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; MOJICA et al. 2006.
<i>Hyphessobrycon proteus</i> (Eigenmann, 1913)	CIUA 295, 296	FROESE & PAULY, 2008; GARCÍA-ALZATE et al., 2008, in this paper.

<i>Bryconamericus emperador</i> (Ei- genmann y Ogle, 1907)	CIUA 321	MOJICA, 1999; ROMÁN-VALENCIA, 2000, 2003; REID et al., 2003; LIMA et al., 2003; MALDONADO et al., 2005.
---	----------	---

Taxon	Collection	References
Siluriformes		
Ariidae		
<i>Notarius grandicassis</i> (Valenci- ennes, 1840)	CIUA 11	LASSO et al., 2004.
<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)	CIUA 12, 909	ACERO, 2002.
Heptapteridae		
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	CIUA 278, 332	MALDONADO-OCAMPO et al., 2006; VILLA-NAVARRO et al., 2006; MOJICA et al., 2006.
Callichthyidae		
<i>Hoplosternum punctatum</i> (Meek & Hildebrand, 1916)	CIUA 282	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; MALDONADO-OCAMPO et al., 2006.
Syngnathiformes		
Syngnathidae		
<i>Syngnathus pelagicus</i> (Linnaeus, 1758)	CIUA 279, 288	FROESE & PAULY, 2008.
Batrachoidiformes		
Batrachoididae		
<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801)	CIUA 20	FROESE & PAULY, 2008.
Perciformes		
Centropomidae		
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	CIUA 284	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
<i>Centropomus pectinatus</i> (Poey, 1860)	CIUA 13	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	CIUA 292	EIGENMANN, 1920a; ROMÁN-VA- LENCIA & ACERO, 1992.
Serranidae		
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichten- stein, 1822)	CIUA 14	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992; FROESE & PAULY, 2008.
Carangidae		
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	CIUA 15	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Lin- naeus, 1766)	CIUA 16	FROESE & PAULY, 2008.
Sciaenidae		

<i>Stellifer microps</i> (Steindachner, 1864)	CIUA 30	FROESE & PAULY, 2008, in this paper.
<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	CIUA 17, 4	FROESE & PAULY, 2008.

Taxon	Collection	References
<i>Nebris microps</i> (Cuvier, 1830)	CIUA 6	CERVIGON et al., 1992; FROESE & PAULY, 2008.
Trichiuridae		
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	CIUA 10	DAHL, 1971.
Scombridae		
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	CIUA 19	DAHL, 1971.

Taxon	Collection	References
Mugilidae		
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	CIUA 28	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
<i>Agonostomus monticola</i> (Bancroft, 1834)	ICNMHN 3029	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.
Eleotridae		
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	CIUA 286, 333	EIGENMANN, 1920b.
Cichlidae		
<i>Andinoacara sp. Atrato</i> (Wijkmark, 2007)	CIUA 283	WIJKMARK, 2007, in this paper.
<i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1879)	CIUA 289, 319, 331	MALDONADO-OCAMPO et al., 2005.
Pleuronectiformes		
Paralichthyidae		
<i>Citharichthys spilopterus</i> (Günther, 1862)	CIUA 294; ICNMHN 3144	ROMÁN-VALENCIA & ACERO, 1992.

RESULTS

Table 2 records the list of fish species sampled from the lower San Juan de Urabá river basin. We found a total of 38 species in 10 orders and 24 families. The orders with the most species are Perciforms (15), Characiforms (9), and Siluriforms (5). We found two species of Carcharhiniforms and all the others orders had just one species (Table 1).

DISCUSSION

Review of San Juan de Urabá River

With the aim of inspiring further research on the fisheries of the San Juan de Urabá River, we offer some preliminary considerations regarding the ichthyofauna of the lower sections of this river. In the past, from Eigenmann (1912 to 1923) forward, most researchers sampling fishes in northern Colombia have “jumped” from the Atrato to the Sinú River or San Jorge Drainages, leaving a gap in the coverage (see EIGENMANN, 1912 and Plate I; EIGENMANN, 1920c, 1921). Because the San Juan de Urabá basin apparently includes species from Panama as well as from adjacent basins, we believe it’s important to correctly identify the species of these basins (Atrato, Sinú, and Magdalena). This is the first listing of species from the San Juan de Urabá River Basin and furthers zoogeographic understanding of the region. Since the fish of the region were poorly known, previous studies of regional ichthyofaunas constructed zoogeographic provinces without taking the San Juan de Urabá and the Mulatos River Basins into account, thus excluding an important section of northern Colombia (RODRÍGUEZ-OLARTE et al., 2009).

The region has been geologically molded by the events of formation the Isthmus of Panamá, that occurred between the late Miocene and Pliocene, and also by the formation of mountain ranges of Colombia (DUQUE-CARO, 1990). The formation of the Isthmus led to the great faunal exchange between North and South America (BERMINGHAM & MARTIN, 1998). The closure of the ocean waters by the uplifting of Panamá’s isthmus did, however, caused the loss the exchange of other fauna in the area (WEBB, 1985; PORTA, 2003; RODRÍGUEZ-OLARTE et al., 2009).

Although we present a checklist for fishes of San Juan River, we understand there continues to be a gap in scientific knowledge for Colombian fish species. We encourage fish researchers to carry out sampling programs throughout this and other basins so as, to determine the total number of species present and their importance to our national biodiversity and to the biogeographic patterns for South American freshwater fishes.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank Donald Taphorn, Nancy Dammann and the evaluator for their comments on the final manuscript. We would also like to thank the Curators of the museums that allowed us access to their collections for the study zone. This paper is the partial result of the Antioquia Expedition Project. Thank you as well to Ricardo Callejas Posada for making the ichthyology component part of the Antioquia Expedition Project.

BIBLIOGRAPHY

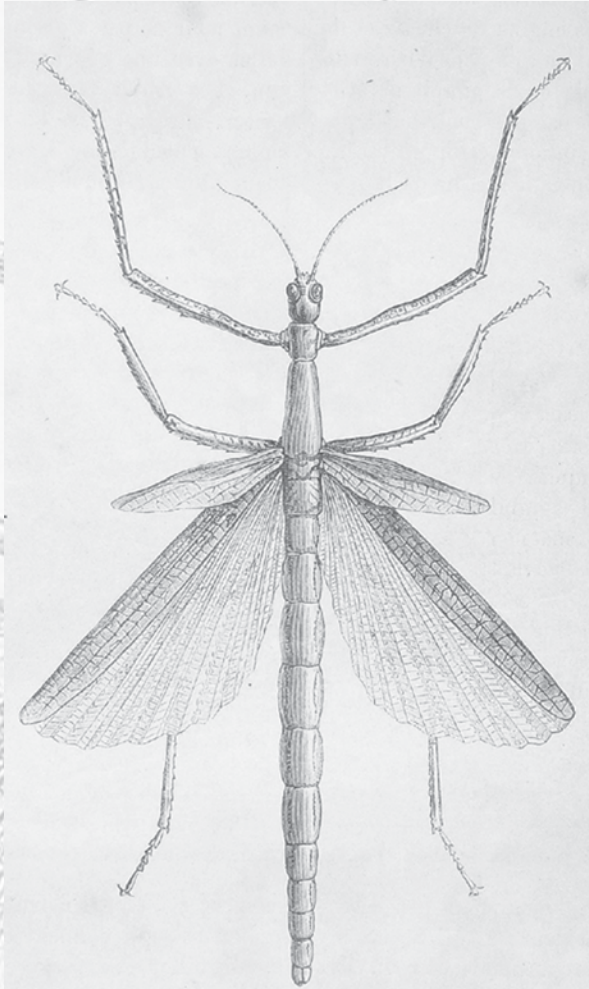
- ACERO, A., 2002.- Order SILURIFORMES: ARIIDAE: 831-858 (in) CARPENTER, K. *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO, Rome. p. 601-1374.

- ACERO, A. & J. GARZÓN-FERREIRA, 1987.- Los peces marinos hallados durante la expedición Urabá II al Caribe chocoano (Colombia). *An. Inst. Invest. Mar. Punta Bull.*, 17: 113-136.
- ACEVEDO, K.; BOHÓRQUEZ-HERRERA, J.; MORENO, F.; MORENO, C.; MOLINA, E.; GRIJALBA-BENDECK & GÓMEZ-CANCHONG, P., 2007.- Tiburones y Rayas (Subclase Elasmobranchii) Descarados por la Flota de arrastre camaronero en el Caribe de Colombia. *Acta biológica Colombiana*, 12 (2): 69-80.
- BERMINGHAM, E. & P. MARTIN, 1998.- Comparative mtDNA phylogeography of neotropical freshwater fishes: testing share history to infer the evolutionary landscape of lower Central America. *Molecular Ecology*, 7: 499-517.
- BERTACO, V., 2008.- Taxonomy and Phylogeny of the Neotropical fish genus *Hemibrycon* Günther, 1864 (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). [PhD Thesis]. [Porto Alegre (BR)]: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- CERVIGÓN, F.; R. CIPRIANI; W. FISCHER; L. GARIBALDI; M. HENDRICKX; A.J. LEMUS; R. MÁRQUEZ; J.M. POUTIERS; G. ROBAINA & B. RODRÍGUEZ, 1992.- Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome. 513p. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD.
- DAHL, G., 1955.- An ichthyological reconnaissance of the Sinú River. *Revista Linneana*, 1: 11-19.
- , 1960.- New Fresh-Water fishes from Western Colombia. *Caldasia*, 8 (39): 451-484.
- , 1971.- *Los Peces del Norte de Colombia*. INDERENA, Bogotá. 391p.
- DE SANTANA, C.D.; J.A., MALDONADO-OCAMPO; W., SEVERI & G.N., MENDES, 2004.- *Apterionotus eschmeyer*, a new species of ghost knifefish from the Magdalena Basin, Colombia (Gymnotiformes: Apterionotidae). *Zootaxa*, 410: 1-11.
- DUQUE-CARO, H., 1990.- Major Neocene events in Panamic South America: 101-113 (in) TSUCHI, R. (ed.) *Pacific Neogene Events: Tokyo*. Univ. of Tokyo Press.
- EIGENMANN, C., 1912.- Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part I. *Contrib. Zool. Lab. Ind. Univ.*, 127. *Ind. Univ. Studies*, 16 (8): 1-27.
- , 1920a.- The Magdalena Basin and the Horizontal and Vertical Distributions of Its Fishes. *Contribution from the Zoological Laboratory of Indiana University*, 177: 21-34.
- , 1920b.- South America West of the Maracaibo, Orinoco, Amazon, and Titicaca Basins, and the Horizontal Distribution of its Fresh-Water Fishes. *Indiana University Studies*, 45. Vol. VII. 24p.
- , 1920c.- Fishes of the rivers draining the western slope of the Cordillera of Colombia, Ríos Atrato, San Juan, Dagua and Patía. *Indiana University Studies*, 7 (46): 1-19.
- , 1921.- The Magdalena Basin and the horizontal and vertical distribution of its fishes. *Indiana University Studies*, 47 (B): 20-34.
- , 1922.- The fishes of West South America, Part I. The fresh-water fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and the Pacific Slopes of Ecuador and Perú, together with an Appendix Upon the fishes of the Río Meta in Colombia. *Memoirs of the Carnegie Museum*, 9 (1): 1-346.
- EIGENMANN, C.H. & R.S. EIGENMANN, 1891.- A catalogue of freshwater fishes of South America. *Proceedings of United States National Museum*, 14 (842): 1-81.
- ESCHMEYER, W., 1998.- Newsletter of Systematic Ichthyology. Number Twenty. [Internet] American Society of Ichthyologists and Herpetologists. [cited 2008 jul 13]. Available from: http://research.calacademy.org/research/ichthyology/NLSI/newsletter_pdfs/NLSI_98.pdf
- FOWLER, H., 1944.- Fresh-Water Fishes from Northwestern Colombia. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 96: 227- 248.
- FROESE, R. & D. PAULY, 2008.- FishBase [Internet] [cited 2008 jul 13]. Available from: <http://www.fishbase.org/>
- GARCÍA-ALZATE, C.A. & C. ROMÁN-VALENCIA, 2008.- *Hyphessobrycon ocaosensis* sp. n. (Teleostei, Characidae) una nueva especie para el Alto Cauca, Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 31 (2): 11-23.
- HAROLD, A. & R. VARI, 1994.- Systematics of the Trans-Andean Species of *Creagrutus* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 551. 40 p.

- LARA-MEJÍA, P., 2004.- El Muelle de "El Waffe", Turbo, Antioquia, Colombia. On the Waterfront. Universitat de Barcelona. 6: 137-150. ISSN 1139-7365.
- LEVITON, A.E.; E. HEAL & C.E. DAWSON, 1985.- Standards in herpetology and ichthyology: part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, 1985: 802-832.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A. & J.S. ALBERT, 2004.- *Gymnotus ardilai*: a new species of Neotropical electric fish (Ostariophysi: Gymnotidae) from the Río Magdalena Basin of Colombia. *Zootaxa*, 759: 1-10.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A.; A. ORTEGA-LARA; J.S. USMA; G. GALVIS; F.A. VILLA-NAVARRO; L. VÁSQUEZ; S. PRADA-PEDREROS & C. ARDILA, 2005.- *Peces de los Andes de Colombia: guía de campo*. 1. ed. Bogotá, D.C. 346p.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A.; F.A. VILLA-NAVARRO; A. ORTEGA-LARA; S. PRADA-PEDREROS; U. JARAMILLO-VILLA; A. CLARO; J.S. USMA; T.S. RIVAS; W. CHAVERRA; J.F. CUESTA & J.E. GARCÍA-MELO, 2006.- Peces del río Atrato, Zona hidrográfica del Caribe, Colombia. *Biota Colombiana*, 7 (1): 143-154.
- MALDONADO-OCAMPO, J.A.; R.P. VARI & J.S. USMA, 2008.- Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9 (2): 143-237.
- MOJICA, J.I.; G. GALVIS; P. SÁNCHEZ-DUARTE; C. CASTELLANOS & F.A. VILLA-NAVARRO, 2006.- Peces del valle medio del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 7 (1): 23-38.
- PORTA DE J., 2003.- La formación del istmo de Panamá. Su Incidencia en Colombia. *Rev. Academia Colombiana Ciencias*, 27 (103): 191-216.
- REIS R.E.; S.O. KULLANDER & C.J. FERRARIS, (Organizadores), 2003.- Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. 742p.
- RICHARDS, W.J., 2002.- Triglidae (in) CARPENTER, K.E. (ed.) *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO, Rome, FAO. p. 601-1374.
- RODRÍGUEZ-OLARTE, D.; D.C. TAPHORN & J. LOBÓN-CERVIÁ, 2009.- Patterns of freshwater fishes of the Caribbean versant of Venezuela. *International Review of Hydrobiology*, 94 (1): 67-90.
- ROMÁN-VALENCIA, C., 1990.- Listado y distribución de Peces en la Cuenca Media del Río Atrato, Chocó Colombia. *Caldasia*, 16 (77): 201-208.
- ROMÁN-VALENCIA, C. & A. ACERO, 1992.- Notas sobre las comunidades de peces del norte de Antioquia (Colombia). *Anales del Instituto de investigaciones marinas Punta de Betín*, 21: 117-125.
- RUIZ, E.C & D. CEBALLOS, 2005.- *Cuenta física del agua para la ordenación de una cuenca en un Bosque Seco Tropical (San Juan de Urabá)*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 56p.
- SABAJ PÉREZ, M.H. (editor). 2010. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology: an Online Reference. Version 1.5 (4 Oct 2010). [Internet]. Available from: <http://www.asih.org/>, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Washington, DC.
- VILLA-NAVARRO, F.A.; P.T. ZUÑIGA-UPEGUI; D. CASTRO-ROA; J.E. GARCÍA-MELO; L.J. GARCÍA-MELO & M.E. HERRADA-YARA, 2006.- Peces del alto Magdalena, Cuenca del río Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1): 3-22.
- WEBB, S.D., 1985.- Main pathways of mammalian diversification in North America: 201-217 (in) STEHLI F.G., WEBB S.D. (eds.) *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Press, New York.
- WIJMKMARK, N., 2007.- Species Composition, Phylogeny and Historical Biogeography of the 'Aequidens' *pulcher* and 'Aequidens' *rivulatus* Species Groups (Teleostei: Cichlidae). [Degree Project]. [Swedish Museum of Natural History].

ZOOLOGÍA INVERTEBRADOS

Invertebrate Zoology



Phasma gigas. — Dessin de A. Mesnel, d'après un croquis de l'auteur.

COLEOPTERA (VII)
NOTICIAS SOBRE LOS LUCÁNIDOS COLOMBIANOS
SPHAENOGNATHUS PUBESCENS* (WARTERHOUSE), *S. BORDONI
(BROCHIER & CHALUMEAU); *S. BELLICOSUS* (BOILEAU) y *S.*
NOBILIS COLOMBIENSIS* (MOXEY) (COLEOPTERA: LUCANIDAE)

Julían A. Salazar-E, *Cristóbal Ríos-Málaver*² y *José Fernando Martínez Agudelo*³

Resumen

El presente trabajo tiene el propósito de conocer la actual situación de los Lucánidos *Sphaenognathus pubescens* (Waterhouse), *S. bordoni* (Brochier & Chalumeau), *S. bellicosus* (Boileau) y *S. nobilis colombiensis* (Moxey) en Colombia, mediante reporte de material depositado en colecciones nacionales, datos de localidades y uso que dan algunas etnias a estos insectos en su alimentación habitual.

Palabras clave: Colombia, fuente alimenticia, Lucanidae, Passalidae, registros

COLEOPTERA (VII)
NEWS ABOUT COLOMBIAN *SPHAENOGNATHUS PUBESCENS*
LUCANIDAE (WARTERHOUSE), *S. BORDONI* (BROCHIER &
CHALUMEAU); *S. BELLICOSUS* (BOILEAU) AND *S. NOBILIS*
***COLOMBIENSIS* (MOXEY) (COLEOPTEROUS: LUCANIDAE)**

Abstract

The purpose of this work is to recognize the present situation of Lucanidae *Sphaenognathus pubescens* (Waterhouse), *S. bordoni* (Brochier & Chalumeau), *S. bellicosus* (Boileau) and *S. nobilis colombiensis* (Moxey) in Colombia by means of the report of material placed in national collections, data from some locations, and the use given to these insects by some ethnic groups in their regular diet.

Key words: Colombia, food source, Lucanidae, Passalidae, records.

* FR: 11-II-2010. FA: 30-XI-2010

¹ Centro de Museos, Historia Natural, U de Caldas, Manizales. E-mail: julianadolfoster@gmail.com

² Laboratorio de Biología de Genética de Poblaciones, Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Carretera Panamericana, km 11 Altos de Pipe. Apartado postal 20632, Caracas 1020-A.

Estado Miranda - VENEZUELA. E-MAIL: cristomelidae@gmail.com

³ E-mail: josefm@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los **Lucanidae** son la familia más basal de los Scarabaeoidea y estrechamente relacionada con los escarabajos blindados o **Passalidae** (RATCLIFFE, 2002; LAMAT *et al.*, 2005). Los adultos conocidos con el nombre popular de “ciervos volantes”, se distinguen por su cuerpo alargado y robusto, de color café rojizo o negro brillante; la cabeza con mandíbulas muy desarrolladas en los ♂♂ y pequeñas en las ♀♀, pronoto separado de los élitros, antenas usualmente acodadas, de 10 segmentos; con los cuatro últimos en forma de peine y tarsos de las patas con cinco segmentos (CASTNER, 2000; WOLFF, 2006). Los Lucánidos tienen hábitos nocturnos y se encuentran en troncos descompuestos donde las hembras ponen sus huevos y crían las larvas.

Si bien esta familia tiene numerosos adeptos que publican pletóricos sobre sus especies en todo el mundo (BOILEAU, 1911; ADAM, 1986; MOORE & MONTEITH, 2004; ARNAUD & BOWMANS, 2006; BARTOLOZZI & ONORE, 2006; CHALUMEAU & BROCHIER, 2007; ONORE & BARTOLOZZI, 2008; PAULSEN, 2005, 2010), esta situación es muy diferente en nuestro medio, ya que son muy contados los trabajos; diríamos excepcionales, dedicados a este conspicuo grupo de coleópteros tropicales. Lo anterior se refleja en el escaso material preservado en colecciones nacionales y en el poco interés suscitado en su estudio. Caso patente, es el nuestro, pues RÍOS & SALAZAR (2005) publicamos un artículo en esta revista tratando algunas especies de los géneros *Cantharolethrus* Thomson y *Sphaenognathus* Buquet, y tuvieron que pasar cinco años antes de abordar el grupo de nuevo, ahora centrados en el registro de varias especies incluidas en este último género. En Colombia el trabajo más completo referente sobre el tema, es el de PARDO (1997) quien cita unas 22 especies pertenecientes a seis géneros, pero cuya situación ha cambiando ostensiblemente debido a otras contribuciones del grupo en cuestión (PAULSEN, 2008).

MÉTODOS

Como los descritos en RÍOS & SALAZAR (2005) al consultarse ejemplares depositados en las siguientes colecciones e instituciones:

IiAvH	Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia
ICN-MHN	Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
CUP	Colección, Laboratorio de Entomología Universidad de Pamplona Norte de Santander, Colombia
MHN-UC	Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, Centro de Museos, Manizales
CFLG	Colección Entomológica “Francisco Luis Gallego” Universidad Nacional, sede Medellín
CEFA-UC	Colección Entomológica del programa de Agronomía, Universidad de Caldas Manizales, Colombia
CEH	Colección personal de Efraín R. Henao Manizales, Colombia
MNHN	Colección del Museo de Historia Natural, París, Francia
UCV	Colección del Museo de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela
MEFLG	Colección Museo Entomológico Francisco Luis gallego, Universidad Nacional, Sede Medellín

El género *SPHAENOGNATHUS* Buquet, 1838

Fue descrito a partir de la especie tiponominal *Sphaenognathus prionoides* Buquet, 1838 a partir de un ejemplar colectado en Colombia y depositado en el Museo de Ginebra, Suiza (CHALUMEAU & BROCHIER, 2007). Este género de Lucánidos junto a *AUSTRALOGNATHUS* Chalumeau & Brochier 1993, y *CHIASOGNATHUS* Stephens, 1831 conforman la tribu Chiasognathini (Burmeister, 1847= Chiasognathinae) (OLMEDO, 2001; PAULSEN & SMITH, 2010). No obstante la subfamilia como tal, es considerada un sinónimo más reciente de **Lucaninae** Latreille, 1804 por otros autores (SMITH, 2006; PAULSEN, 2008). Se caracteriza por tener el proceso intermandibular no proyectado, no puntiagudo, ausente de denticulaciones, antenas geniculadas. Y mandíbulas con el borde interno dentado; protórax y élitros punteados densamente. Patas anteriores largas y delgadas, con tibias usualmente curvadas progresivamente hacia adentro, siendo un carácter útil para diferenciarlo filogenéticamente al igual que el quinto esternito abdominal simétrico y convexo (MOXEY, 1962; OLMEDO, 2001)

Riqueza de especies

Sphaenognathus es el género Neotropical de Lucánidos más diversificado del grupo y estrictamente Andino en su distribución. Actualmente cuenta con 27 especies que se encuentran en bosques de montaña entre los 2000 y 3000 msnm (BARTOLOZZI & ONORE, 2006) desde Venezuela hasta Bolivia y en Australia (BLACKWELDER; 1944; OLMEDO, 2001; MOORE & MONTEITH, 2004). De dicha cantidad se han registrado para Colombia unas 10 especies, cuya sinonimia respecto a antiguas cifras (PARDO, 1997; RÍOS & SALAZAR, 2005; BABA, 2005) se encuentra ajustada en PAULSEN (2008). Lo anterior es una consecuencia de la confusión taxonómica del género, puesto que especies válidas según unos autores, han sido sinonimizadas por otros debido a la gran similitud entre los ♂♂ de muchas entidades y las ♀♀, poco confiables en su separación específica (NUMHAUSER, 1981; CHALUMEAU & BROCHIER, 1995; PARDO, 1997; OLMEDO, 2001).

Una de las revisiones más recientes del género fue publicada por CHALUMEAU & BROCHIER (2007) en su *Chiasognathinae of the Andes*, una completa obra que trata dicha subfamilia con claves detalladas para la determinación taxonómica de sus especies, incluidas las de *Sphaenognathus*. Además suministra información sobre los tipos depositados en importantes museos europeos, registros biogeográficos y sinonimias. BABA (2005) también ilustra buena parte de las especies conocidas, aportando datos descriptivos y de distribución geográfica.

Seguidamente, detallaremos algunas especies colombianas de *Sphaenognathus* enfatizando en su descripción original, distribución, hábitos logrados “*in situ*” y estatus taxonómico probable.

1.- *Sphaenognathus pubescens* Waterhouse, 1873 (= *villosus* Adam, 1986) (Fig. 1) WATERHOUSE (1873: 110) dice en la descripción original de esta especie venezolana: “Cerradamente parecida a *Sph. prionoides* Buquet, 1838 pero se distingue por su forma más achatada, patas más esbeltas con tibias no curvadas, y las mandíbulas dispuestas como en prionoides. Los ángulos anteriores de la cabeza menos prominentes y agudos. Tórax más convexo y sin las dos elevaciones en la parte posterior del disco. Los élitros son comparativamente achatados con los lados paralelos y en toda su superficie punteada y finamente rugosa. Tarsos esbeltos y

patas más largas y esbeltas que en prionoides con las tibias anteriores ligeramente dilatadas hacia las puntas y con dos grandes denticulaciones en el lado externo de las mismas. Casi todo el anverso y reverso del insecto y las patas cubiertas de una larga pubescencia ceniza". La talla promedio de *Sph. pubescens* fluctúa entre los 36.0 y 38.4 mm (BABA, 2005). El holotipo se encuentra depositado en el Museo de Historia Natural de París (CHALUMEAU & BROCHIER, 1995, 2007).

Aunque se conoce de Venezuela el dato de Nicaragua mencionado por Baba a través de un ♂ ilustrado y determinado por M. O. de Lisle debe ser verificado, pues que se sepa, el género no es conocido en Centroamérica (RATCLIFFE, 2002). Esta especie se ha registrado para Colombia, en los departamentos de Antioquia, Caldas y norte del Tolima (PARDO, 1997), en la Cordillera Central (Mapa 1) y ahora se puede incluir a Santander. Es además una especie emparentada con *S. signatus* Parry, 1874 pero se diferencia en la pilosidad ceniza del cuerpo y en sus tibias anteriores carentes de espinas.

Hábitos

S. pubescens fue aparentemente registrada en el páramo de Berlín (entre Bucaramanga y Pamplona) y así mismo en enero de 2010 en las minas de oro del municipio de California, Santander (A. Villalobos, com. pers.), ya que fueron encontrados restos de ambos sexos (élitros, cabeza y pronotos) aprovechados por predadores. Es posible que los hábitos de los adultos de este lucánido sean similares a los de *S. signatus* Parry (= *S. hemiphaneustus* Delisle) observados por PARDO & RUBIANO (1994) coincidiendo la aparición de poblaciones en épocas lluviosas. *Sph. pubescens* aparece figurada por PARDO (1997) y más recientemente en WOLFF (2006). Esta especie fue citada por CHALUMEAU & BROCHIER (2007) como una especie rara pero en Colombia por los registros disponibles en este trabajo, dicha afirmación debes ser verificada.

Material y distribución

CEFA-UC, TOLIMA: Fresno, ♂, 15-VII-1993 (Ocampo-Herrera *leg.*) det. L.C. Pardo. CEH, ANTIOQUIA: Guarne-vereda Toldas, a 2230 m., ♂, 16-VII-2003. CFLG, ANTIOQUIA: Medellín-vereda Medialuna, a 2300 m., ♂, 18-II-2001, P. Navarro *leg.* Medellín-Santa Helena-vereda El Placer, a 2300 m, en trampa-luz, XII-2002, sin *leg.*

2.- *Sphaenognathus bordoni* Chalumeau & Brochier, 2000 (Fig. 2)

Este lucánido constituye prácticamente el más reciente descubrimiento de alguna especie nueva para Colombia siendo un indicio de lo mucho que falta por explorar en otros enclaves montañosos del país. BROCHIER & CHALUMEAU (2000: 253) describen el holotipo macho de Santander del Norte: "Con una longitud total de 47.3 mm, de color pardo rojizo claro con reflejos verde metalizados sobre los élitros y el pronoto. Las patas anteriores de la misma tonalidad y las otras bicolores (fémur y tarsos café oscuro, tibias naranjadas). Mandíbulas alargadas, dirigidas de arriba abajo hasta el ápice. Carena interna finamente denticulada en toda su longitud, la inferior lisa y continua. Frente fuertemente cóncava con ángulos anteroculares orientados lateralmente. Pronoto arqueado con los ángulos posteriores poco marcados, redondeados, con una pilosidad gris amarillenta, al igual que el cuerpo, excepto las tibias y cara ventral. La hembra con la misma coloración que el

macho, con pilosidad idéntica, las mandíbulas son cortas y rechonchas. Los élitros desnudos y finamente vermiculados”.



Figura 1. *Sphaenognathus pubescens* (Waterhouse, 1873) ♂

Esta especie, cuyo material tipo se halla depositado en la colección de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Maracay, Venezuela y capturado por J. & B. Bechyné en junio de 1965, no fue relacionada con alguna otra por los citados autores pero dicen que varía fenotípicamente en tamaño y coloración.

Hábitos

Dentro de las observaciones efectuadas por el segundo autor se puede anotar que la aparición de los adultos coincide con la temporada de lluvias. Las hembras son bastante activas y se pueden observar junto a los machos buscando fuentes de luz donde a menudo se hallan muertas.

Material y distribución

Aparentemente *Sph. bordoni* se encuentra restringida al cerro Oroque que es una cuchilla derivada de la zona montañosa de Jurisdicciones, de 3850 msnm y en el Parque Natural Tama. Esta región está ubicada hacia el sector occidental de Norte de Santander (Mapa 1), en inmediaciones de los municipios de León Trece y La Pedregosa. Dicha área no es muy alejada del municipio de Pamplona, lugar donde se han registrado otros ejemplares de la especie. Una serie de 7 ♂♂ y 2 ♀♀ examinados por foto y gentilmente enviadas por A. Villalobos podrían pertenecer a *bordoni* o a *feisthamelii* (dato que requiere confirmación).

CEFA-UC, NORTE DE SANTANDER: Pamplona, a 2600 m., ♂, 4-XI-2005, Carrero & Ríos-Málaver *leg.* CUP, NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 2.600 m., 2 ♂, 27-IV-2005, en suelo sector Universidad de Pamplona, C. Ríos-Málaver *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 2600 m., ♀, 27-IV-2005, en suelo sector Universidad de Pamplona, C. Ríos-Málaver *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 2350 m., ♀, 04-V-2005, en suelo sector Universidad de Pamplona, C. Ríos-Málaver *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 2400 m., ♂, 05-V-2006, en suelo, Evelin *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, a 2350 m., ♂, 10-V-2007, ACPS *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 7° 20' 13" N 72° 42' 14" W, a 2350 m., ♂, 16-V-06, Suarez L *leg.* NORTE DE SANTANDER: Pamplona, 2600 m., ♂, 03-III-07, Camilo *leg.* NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2320 m., ♀, 06-IV-06, M. Acosta *leg.* NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2320 m., ♂, 16-II-06, A. Gallardo *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: Villamarina UP, 1200 m., ♂, 10-VI-06, W. Villaba *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2400 m., ♀, 0-X-06, Leidy. R. *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, en suelo, 2300 m., ♀, 23-X-07, sin *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2300 m., ♀, 06-I-06, Katherine *leg.* COLOMBIA, Meta, Villavicencio?, 2300 m., ♀, 11-III-06, J.M.R. *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2400 m., ♂, 19-X-06, Fabián Y *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2400 m., ♀, 16-IV-05, Lizbeth *leg.* NORTE DE SANTANDER: Municipio de Pamplona, 2300 m., ♀, 15-IV-06, Lizbeth- Liliana *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, Parque Los Tanques 2400 m., ♀, 28-IV-05, F. Páez *leg.* COLOMBIA, NORTE DE SANTANDER: municipio de Pamplona, 2300 m., ♂, 12-XI-05, L. Daza. S. *leg.* COLOMBIA, municipio de Pamplonita, Finca Villa Marina 1800 m., ♀, sin fecha, sin *leg.*

Nota: Los ejemplares que fueron citados y figurados por RÍOS & SALAZAR (2005: 173-177) como *S. feisthameli* Guér-Meneville, 1838, pertenecen a esta especie.

3.- *Sphaenognathus bellicosus* Boileau, 1904 (Figs. 3- b, c, d)

Esta es una especie endémica de Colombia, descrita por 3 ♂♂ y 1 ♀ procedentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, ubicada al norte del país. BOILEAU (1905: 38) la describe más o menos así: "especie cercana a *Sph. nobilis* Parry, 1874, un poco

de la misma talla y también brillante, más estrecho en sus mandíbulas pero mucho más fuertes y recortadas en las puntas. El color varía de un bronce rojizo a negro verdoso con reflejos iridiscetes. Patas bicolores, con los ángulos de la cabeza salidos y más agudos que en *nobilis*. Tiene las mandíbulas más largas que la cabeza y el protórax juntos, fuertemente curvadas en las puntas, con la carena superior finamente denticulada y la interna armada de un diente basal similar al de *nobilis*. Ostenta además unos denticulos cónicos más desarrollados que en dicha especie. En el lugar donde las mandíbulas se curvan, hay un diente agudo casi igual al basal, pero más delgado, luego continúan lisas y culminan con dientecillos pequeños cerca a la punta. Tal forma de las mandíbulas es característica y no se limita en algunos ejemplares de *Sph. feisthamelii*, pero en ésta, la carena superior tiene un diente basal que no existe en *bellicosus* y la cara interna es desprovista de dientecillos anteriores y apicales. La forma del protórax y la coloración de las tibias es más estrecha que en *nobilis* al igual los élitros más largos y estrechos. La hembra es pardo negruzca con algún reflejo metálico evidente, y mandíbulas más largas y angulosas que en la hembras de *nobilis*, con las tibias estrechas y los fémures del mismo color que el cuerpo”.

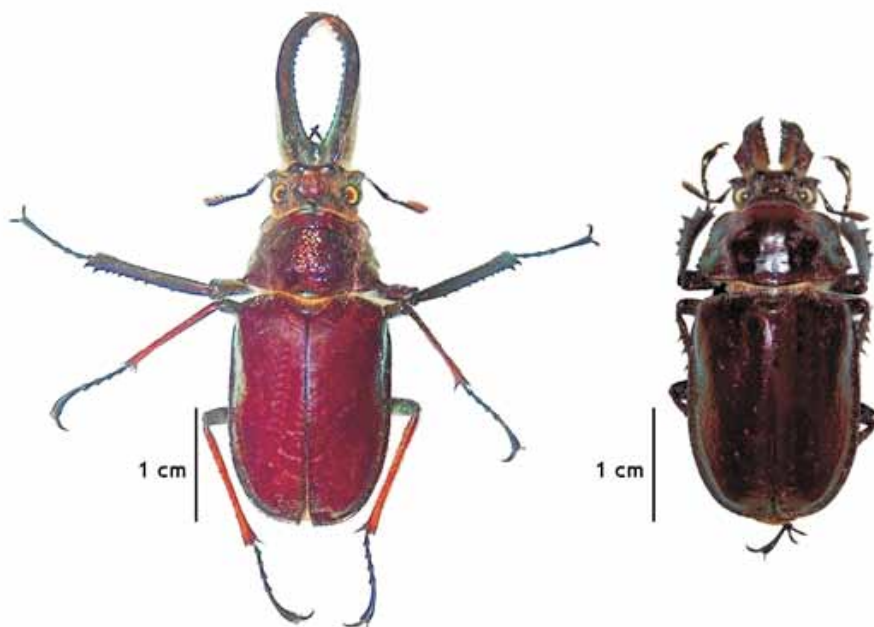


Figura 2. *Sphaenognathus bordoni* Brochier & Chalumeau 2000 (♂ izquierda, ♀ derecha).

Carl Farr MOXEY (1962) describió simultáneamente dos entidades de la misma región: *S. rehni* y *S. nobilis colombiensis*, nombres que se consideran actualmente sinónimos de *bellicosus* (CHALUMEAU & BROCHIER, 1995; PAULSEN, *Op. cit.*). Sin embargo esta última podría representar una subespecie aparte por su pequeño tamaño, conformación esbelta y arquitectura mandibular diferente.

Hábitos

Las poblaciones más conocidas de *S. bellicosus*, son las que habitan las inmediaciones de la cuchilla de San Lorenzo, ubicada en el noroccidente de la Sierra entre las localidades de Minca y Vistanieves. Las primeras observaciones detalladas de la especie se deben a HOWDEN & CAMPBELL (1974) quienes en mayo de 1973, durante 11 días de estancia en el lugar, avistaron numerosos ♂♂ y ♀♀. Fueron observados durante el día a lo largo de los caminos puestos al revés o en los bordes de la vegetación. Otros ejemplares fueron vistos volando alto, o cerca a las copas de los árboles que crecen a los lados del camino, lo que induce a pensar que frecuentan las crestas o cuchillas que se elevan abruptamente a varios cientos de pies, y donde los arbustos leñosos forman grupos apretados de 2.5 a 3 m. de altura. La mayoría de estos grupos son utilizados por uno a cinco machos de *Sph. bellicosus* para alimentarse o para otras actividades. Aparentemente dicha concentración de ejemplares es una consecuencia de este singular hábito, también mencionado en una retrospectiva del viaje publicada por HOWDEN (2008).

Idéntica costumbre fue confirmada por el colega F. Montero, al encontrar el 3 de mayo de 2008 en la misma región, los restos de un macho (cabeza y élitros articulados), aún vivo y dispuesto a defenderse (Fig. 3b). Posteriormente, de mayo 26 al 29 observó machos de *bellicosus* concentrados en la cuchilla de San Lorenzo (a los 2600 msnm), realizando “Hilltop”, o perchando sobre arbustos a menos de tres metros de altura (aunque con binoculares se buscaron sobre árboles de mayor porte, no se lograron encontrar). Estos escarabajos fueron vistos predados por pájaros de la familia *Tyranidae* (*Pitangus*) golpeándolos repetidamente sobre el suelo hasta desmembrarlos y quitarles el abdomen que es devorado ávidamente. Durante esta temporada se hallaron 2 ♀♀ muertas a los 2400 msnm., en lugares cercanos, a los lados del camino o carretera. Una tercera experiencia sucedió en el 2010 con 3 ♀♀ muertas y un macho vivo sorprendido desplazándose en un potrero (Fig. 3c).

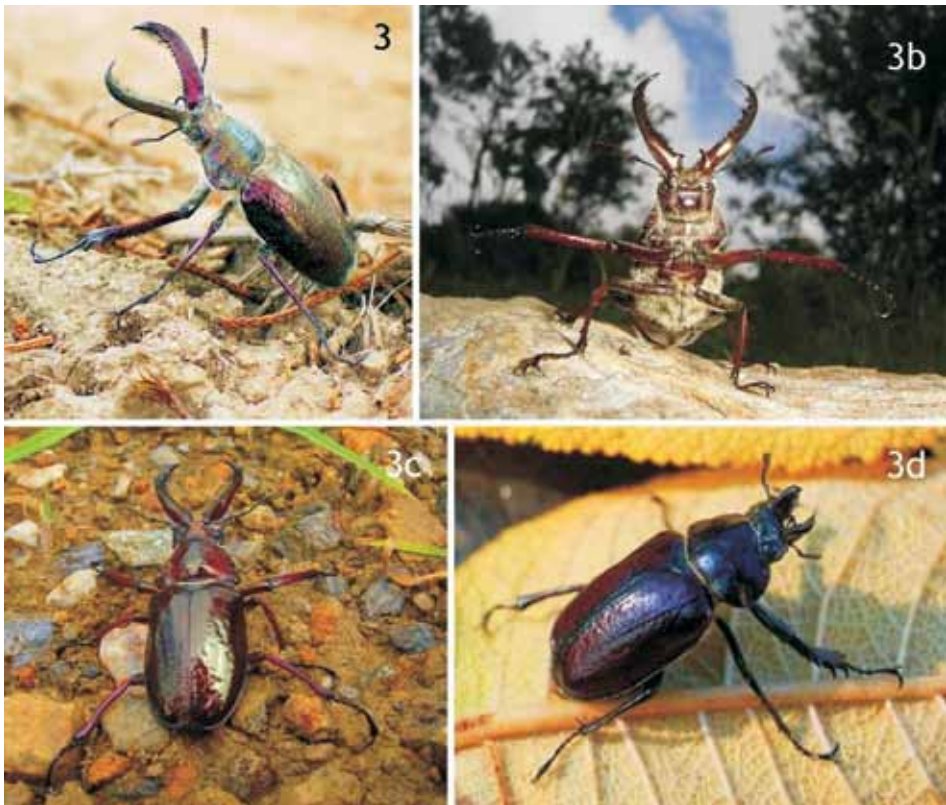
Otra experiencia reciente, más sorprendente, fue vivida por el tercer autor al encontrar machos y hembras de la especie (Fig. 3d), en abundancia en Nabusimake y Kurakatá, localidades ubicadas en el suroccidente de la Sierra Nevada (César) a los 2500 msnm., en mayo de 2007 y mayo de 2010. En esta región las explosiones habituales de *Sph. bellicosus* suceden cada cuatro años y los indígenas Arhuacos lo llaman “**Chunsati**”. Este coleóptero es comestible y forma parte de la dieta alimenticia de dichos nativos que los recogen en las mañanas nubladas del mes de mayo, concentrados sobre los arbustos (Fig. 4). Ellos se comen tostados, cocidos al fuego en un recipiente especial denominado “**Yuerw**” (Fig. 5), mezclados con todo tipo de alimentos siendo un hábito también reportado en otras regiones de América Latina pero con representantes del género *Lucanus* Scopoli, 1763, que se consumen bajo el estado de larvas (RAMOS-ELORDUY & MORENO, 2004); en contraste, aquí los reportamos como consumidos en estado adulto. Hay que anotar que otras especies de *Sphaenognathus* son conocidas también por indígenas del Ecuador (PAOLETTI & DUFFOUR, 2004).

Material y distribución

Restringida a la parte montañosa de la Sierra Nevada de Santa Marta (Magdalena, Guajira y César) entre los 2000 y 2600 msnm (Mapa 1). Además de los hallazgos comentados por HOWDEN & CAMPBELL (op. cit.), PARDO (1997) logró obtener

otra pequeña serie de la misma región de manos de A. Orozco. Posteriormente, en marzo 21 de 2006, el primer autor al visitar las colecciones de Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt, en Villa de Leyva encontró depositados 3 ♂♂ & 1 ♀ donados por INVEMAR en mayo de 2003 a esta institución.

liAvH, MAGDALENA: cuchilla de San Lorenzo, a 1000 m., 3 ♂♂ & 1 ♀, VI-1977, F. Köster *leg* (donación de R.C. Kugler). (Nota: La longitud de estos machos del extremo de los élitros a la punta de las mandíbulas fluctúa entre los 4-5.5. cm.). Otro material **MHN-UC**, MAGDALENA: cuchilla de San Lorenzo-Minca, a 2600 m., 1 ♂ & 2 ♀♀, 10-I-1980, F. Montero *leg.*, igual localidad y fecha, ♂, (col. C. Ríos-Málaver). **ICN-MHN**, MAGDALENA: Sierra Nevada de Santa Marta (11° 06' 38n, 74° 01' 06s), a 2595 m., ♂ & ♀, sin *leg.* **MHN-UC**, CÉSAR: Nabusimake-Kurakatá, a 2250 m., 4 ♂♂ & 6 ♀♀, IV.V-1990, J. F. Martínez Agudelo *leg.*



Figuras 3a-3c.

Machos de *Sphaenognathus bellicosus* en dos localidades de la Sierra Nevada de Santa Marta. 3a-b machos de *Sph. bellicosus* adoptando una posición defensiva en Nabusimake y San Lorenzo, 3c *Sph. bellicosus* desplazándose en el sector de San Lorenzo. 3d hembra en Kurakatá, César
Fotografías: Francisco A. Ceballos, Fredy Montero y J.F Martínez y ©.



Figura 4. Machos de *Sphaenognathus bellicosus* también llamados “chunsati” en época reproductiva, posados sobre *Diplostephium* sp. (Asteraceae) Fotografía: J.F Martínez ©.

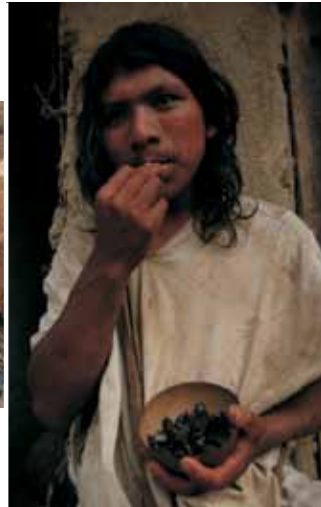


Figura 5. Preparación y consumo del “Chunsati” en el recipiente denominado “Yuerw” Fotografía: J.F Martínez ©.

4.- *Sphaenognathus nobilis colombiensis* Moxey, 1962 (Fig. 6)

MOXEY (1962) la describe por el tipo y un paratipo procedente de la Sierra Nevada de Santa Marta, y depositados en la colección de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (USA). De acuerdo al autor, el macho es similar en apariencia a *S. nobilis* Parry de Venezuela, pero más convexo, de tonalidad algo verdosa y carente de pubescencia en el cuerpo, siendo más pequeño que el de *nobilis*. Pronoto y élitros granulados, con la cabeza transversa, más pequeña que en *nobilis* y la frente truncada. Mandíbulas finamente denticuladas en toda su largura, con largos pelillos en la porción ventral del cuarto distal. Antenas parecidas a *nobilis* pero más esbeltas, el pronoto liso, ángulos antero-laterales ligeramente redondeados, escutelo desnudo y semicircular, fémures más esbeltos que en la especie tiponómica pero con las tibias menores armadas de dientes y de pubescencia menos densa.

Hábitos

No conocidos hasta ahora

Material y distribución

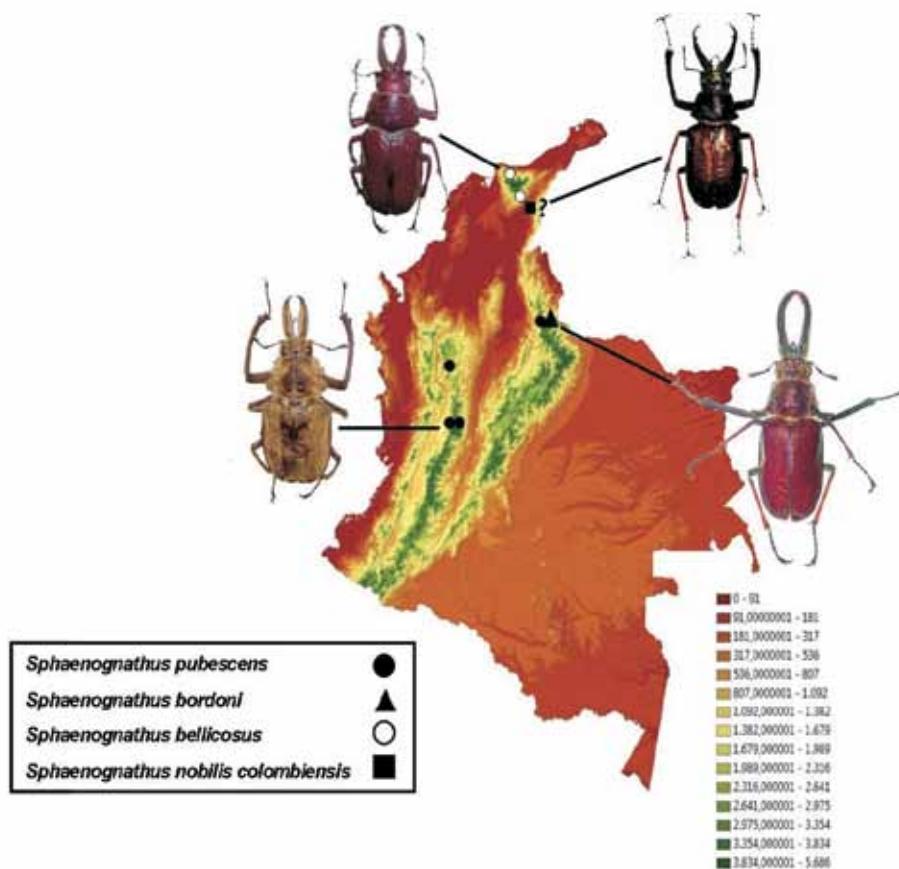
Aunque MOXEY (*Op.cit.*) al describir la serie de tipos, señala únicamente el nombre de Santa Marta, esta subespecie debe estar restringida a la parte montañosa de la Sierra (Mapa 1). Es muy posible que reemplace a *S. bellicosus* en ciertas regiones de esta cadena montañosa, tal como acontece con otros organismos parapátridos de la región (TAKAHASHI, 1973; ADAMS & BERNARD, 1977). BABA (2005: 13, fig. 33) figuró un ♂ de “Colombia” pero sin precisar su localidad específica, y con las características arriba indicadas (ilustración que es reproducida aquí). Tal autor indica una longitud de 41.7 mm para dicho ejemplar, medidas del cuerpo no citadas en la descripción original de esta subespecie para efectos de comparación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a Fredy Montero, Francisco Arango Ceballos y al profesor Alfonso Villalobos (Universidad Industrial de Santander) la valiosa información biológica de las especies tratadas en el presente artículo, al igual que por el suministro de fotografías y material. A Misael Salgado y Fernando Vallejo por permitir la toma de fotografías de otros ejemplares depositados en el Laboratorio de Entomología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Caldas. Otra ayuda pertinente con datos y fotografías fueron debidas a Gonzalo Abril, John Albeiro Quiroz, Carolina Medellín y Germán Amat de la Universidad Nacional de Colombia (sedes de Medellín y Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales) y de la Dra. Marta Wolff de la Universidad de Antioquia. Recibimos de un evaluador anónimo; de Zsolt Bálint (Museo de Historia Natural de Hungría (Budapest), y los especialistas Fortuné Chalumeau (Francia), Luca Bartolozzi (Italia) y Luis Carlos Pardo-Locarno comentarios constructivos, orientación y bibliografía adicional.



Figura 6. *Sphaenognathus nobilis colombiensis* Moxey, 1962. ♂ tomado de BABA (2005).



Mapa 1. Distribución de las especies de Lucanidae tratadas

BIBLIOGRAFÍA

- ADÁM, L., 1986.- Descriptions of two new species of the genus *Sphaenognathus* Buquet, 1838 (Col. Lucanidae). *Rev. Kozlemanyek*, 57 (12): 15-17.
 ADAMS, M. & BERNARD, G., 1977.- Pronophilina butterflies (Lep. Satyridae) of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Syst. Ent.*, 12: 263-281.
 AMAT, G., GASCA, H. J. & AMAT, E., 2005.- *Guía para la cría de Escarabajos*: 19, 37. U. Nacional, Natura, MacArthur Fund. Bogotá.
 ARNAUD, P. & BOWMANS, H., 2006.- Descriptions de deux genres et quatre nouvelles especes de coleopteres (Col. Lucanidae) du Perú. *Besoiro*, 12: 2-7.
 BABA, M., 2005.- Notes on the genus *Sphaenognathus* (Col. Lucanidae) from South America. *Gekkan-Mushi*, 414: 4-16 + pls.
 BARTOLOZZI, L. & ONORE, G., 2006.- *Sphaenognathus* (*Chiasognathinus*) *xerophilus* sp. n. (Col. Lucanidae). *Koleopt. Rundschau*, 76: 361-365.
 BLACKWELDER, R.E., 1944.- Lucanidae (in) Checklist of the Coleopterous Insects of Mexico, Central America The West Indies and South America, part II: 195. *Smith. Inst. USNM. Bulletin* 185. U.S. Gov. Print of Washington.

- BOILEAU, M.H., 1905.- Descriptions de Lucanides nouveaux. *Le Naturaliste*, 26: 38.
- , 1911.- xviii Description de quelques especes nouvelles de Lucanides appartenant aux collections du British Museum. *Trans. Ent. Soc. London* (2), 1911: 426-450, pls. 33-34.
- BROCHIER, B. & CHALUMEAU, F., 2000.- Une Nouvelle espece de Chiasognathinae des Andes: *Sphaenognathus bordoni* (Col. Lucanidae). *Nouv. Revue Ent.*, (NS), 17 (3): 253-255.
- CASTNER, J.L., 2000.- *Photographic Atlas of Entomology and Guide to Insects Identification*: 118-119. Feline Press, Gainesville.
- CHALUMEAU, F. & BROCHIER, B., 1995.- Les Chiasognathinae: genres, sous-genres et synonymies. *Bull. Sciences Nat.*, 83 (18): 18-24.
- & -----, 2007.- *Chiasognathinae [Chiasognathini] of the Andes*. Taita Publishers. Hradec Králové, Czech Republic. 324 pp.
- HOWDEN, H.F., 2008.- In past years (xiii) 1970-1974. *Scarabs*, 30: 15-21.
- , & CAMPBELL, J.M., 1974.- Observations on some Scarabaeoidea in the colombian Sierra Nevada de Santa Marta. *The Coleopterists Bulletin*, 28 (3): 109-114.
- MOORE, B. & MONTEITH, G.B., 2004.- A second Australian species of the Gondwanan stag beetle genus *Sphaenognathus* Buquet (Col. Lucanidae). *Mem. Queensland Mus.*, 49 (2): 693-699.
- MOXEY, C.F., 1962.- A Redescription of the tribe Chiasognathini with the description of a new species and a new subspecies of the genus *Sphaenognathus* Buquet (Col. Lucanidae). *Ent. News*, 73 (8): 197-202.
- NUMHAUSER, T., 1981.- Perspectiva histórica de los cambios sinonímicos en las especies del género *Chiasognathus* Stephens (Col. Lucanidae). *Rev. Chilena Ent.*, 11: 17-28.
- OLMEDO, F.M., 2001.- Cladística del género *Chiasognathus* Stephens, 1831 y *Sphaenognathus* Buquet, 1838 con proposición de subgéneros nuevos (Col. Lucanidae). *Rev. Chilena Ent.*, 28: 79-85.
- ONORE, G. & BARTOLOZZI, L., 2008.- Description of the larvae of *Sphaenognathus gaujoni* (Oberth., 1885) and *Sph. xerophilus* Bart. & On., 2006 (Col. Lucanidae) with observations about their altitudinal range extension. Biodiversity of South America, 1 Mem. Biod., 399-406.
- PAOLETTI, M.G., & DUFOUR, D.L., 2004.- 15 Edible invertebrates among Amazonian Indians: A critical review of Dissapearing Knowledge: 293-342 (in) ELORDUY, J. (ed). *Insects: A Hopeful Food Source*. Ecol. Impl. Minilivestock.
- PARDO, L.C., 1997.- *Escarabajos Lucanidae (Coleóptera) de Colombia. Generalidades, composición y notas ecológicas*: 105-114 + figs. Mem. xxiv Congr. Soc. Col. Ent., Pereira.
- , & RUBIANO, M., 1994.- Registros y observaciones preliminares de los escarabajos (Col. Scarab.) del Páramo Las Hermosas, Valle-Tolima. *Cespedesia*, 20 (64-65): 87-114.
- PAULSEN, M.J., 2005.- A Revision of the southern South American stag beetles of the genus *Sclerostomus* Burm. (Col. Lucanidae). *Zootaxa*, 1060, 1-26.
- , 2008.- Annotated Checklist of the New World (in) Generic Guide to New World Scarab Beetles version 2.0 nov.08 (www.doc.setting-scar/lucanidae/generic-guide-checklist.html).
- , 2010.- Stag Beetles of the Genus *Dorcus* MacCleay in North America (Col. Lucanidae). *Zookeys*, 34: 199-207.
- , & SMITH, A.B.T., 2010.- Revision of the genus *Chiasognathus* Stephens of Southern South America with description of a new species (Col. Lucanidae). *Zookeys*, 43: 33-63.
- RAMOS-ELORDUY, J. & MORENO, J. M., 2004.- Los Coleóptera Comestibles de México. *An. Inst. Biol. U. Nac. Aut. Mex.*, (SZ), 75 (1): 149-183.
- RATCLIFFE, B., 2002.- 23 Lucanidae Latr., 1804 (in) ARNETT, R. (ed.) *American Beetles, Polyphaga, Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC., Press, London, NY. Washington.
- RÍOS, J.C. & SALAZAR, J.A., 2005.- Coleóptera (IV) Sobre algunas localidades colombianas para conocer y estudiar a *Cantharolethrus luxerii* (Buquet); *Sphaenognathus hemiphaneustus* (Delisle) & *Sph. feisthamelii* (Guérin-Ménéville) (Col. Lucanidae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. Caldas*, 9: 167-177.
- SMITH, A.B.T., 2006.- A Review of the Family-Group names for the super family Scarabaeoidea (Coleoptera) with corrections, nomenclature and current classification. *Coleopterist Soc. Monograph*, 5: 144-204.
- TAKAHASHI, M., 1973.- Notes on the genus *Morpho* (L.) (Lep. Morphidae) collected in the Santa Marta mountains, Colombia, S.A., *Tyó to Ga*, 24 (4): 107-111.
- WATERHOUSE, CH., 1873.- description of a new species of Lucanidae. *Ent. Month. Magazine*, 10: 110-111.
- WOLFF, M., 2006.- 17 Flia Lucanidae (in) *Insectos de Colombia*: 222. GIEM, UDEA, Medellín.

COLÉMBOLOS (HEXAPODA) EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE TRES EDADES DE ESTABLECIMIENTO Y UN ÁREA ARROCERA DEL BOSQUE SECO TROPICAL, EN EL MUNICIPIO DE PIEDRAS, TOLIMA*

Claudia L. Guzmán¹, Ómar A. Melo C.¹, María Denis Lozano² y Fredy A. Rivera P.³

Resumen

El presente estudio se realizó con el fin de contribuir al conocimiento de colémbolos, en el bosque seco tropical (bs-T). El área de trabajo correspondió a un sistema silvopastoril de tres edades de establecimiento y un área arroceras, ubicados a 4°29'6" L.N. y 74°59'15" L.O. hacienda El Chaco (Piedras - Tolima). Se establecieron parcelas de 1 hectárea para cada zona de estudio, en cada bloque se trazó una parcela central de 50 x 20 m, tomando 320 muestras (8 muestras por sistema, durante 10 meses) con un nucleador o barreno y procesadas en embudos de Berlese-Tullgren. Los 11.448 colémbolos capturados, comprenden 10 familias, 16 géneros y 17 morfoespecies. El sistema silvopastoril de 8 años fue el de mayor abundancia y densidad, y el de menor número de organismos el cultivo de arroz, explicable por las prácticas de manejo del cultivo. Se encontró un grupo de doce morfoespecies comunes a todos los sistemas y las morfoespecies *Xenilla* sp., *Cyphoderus* sp., *Isotoma* sp. y *Mesaphorura* sp., asociadas al sistema silvopastoril y *Lepidocyrtus* sp., exclusivo para el cultivo. Se presentó una alta dominancia, favorecida por un elevado número de organismos isotomidos. La abundancia de géneros, mostró diferencias significativas entre los sistemas y los meses de colecta. El análisis de correspondencia y la clasificación jerárquica, mostraron separación de poblaciones, los sistemas con mayor cobertura vegetal (silvopastoril 3 y 8 años), presentan mayor similitud faunística, y las comunidades más degradadas y con menor cobertura (arroz y silvopastoril 7 meses), son cercanas.

Palabras clave: suelo, sitio productivo, collembola.

COLLEMBOLA (HEXAPODA) IN A THREE ESTABLISHMENT AGES SILVOPASTORAL SYSTEM AND IN A RICE-GROWING AREA OF THE TROPICAL DRY FOREST IN THE MUNICIPALITY OF PIEDRAS, TOLIMA

Abstract

This study was carried out with the aim of contributing to the knowledge of collembola, in the tropical dry forest (bs-T). The area of study corresponded to a silvopastoral system of three establishment ages and a rice-growing area located at Latitude 4°29'6" N and 74°59'15" W, El Chaco estate (Piedras- Tolima). Three 1 hectare lots were established for each study site;

* FR: 18-III-2010. FA: 6-VIII-2010

¹ Grupo de Investigación Biodiversidad y Dinámica de Bosques Naturales, Universidad del Tolima. E-mail: claudial98@yahoo.com

² CORPOICA. C.I. Nataima, km 9 vía Espinal-Ibagué. E-mail: mardeloz@hotmail.com

³ Grupo de Investigación Genética, Biodiversidad y Fitomejoramiento, GEBIOME. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. E-mail: fredy.rivera@ucaldas.edu.co

in each block a central 50x20 m lot was traced taking 320 samples (8 samples per system during 10 months) with a drill in Berlese-Tullgren funnels. The 11,448 captured collembola include 10 families, 16 genera and 17 morphospecies. The 8 years silvopastoral system was the one that showed greater abundance and density and the least number of organisms in the rice-growing area which is understandable because of the practices in the cultivation management. A group of twelve morphospecies common to all the systems was found as well as the morphospecies *Xenilla* sp., *Cyphoderus* sp., *Isotoma* sp. and *Mesaphorura* sp., associated to the silvopastoral system and *Lepidocyrtus* sp., exclusive for the cultivation. A high dominance was present, favored by a high number of isotomidae organisms. The abundance of genera showed significant differences between the systems and the collection months. The correspondence analysis and the hierarchical classification showed a separation of populations, systems with greater vegetal coverage (silvopastoral 3 and 8 years), greater faunistic similarity, and the most degraded communities and with less coverage (rice and silvopastoral 7 months) are close.

Key words: soil, productivity site, collembola.

INTRODUCCIÓN

Los colémbolos son artrópodos pequeños abundantes en suelo y hojarasca, importantes por su influencia en la estructura del suelo, ya que participan en la descomposición de la materia orgánica, ciclaje de nutrientes, control de microorganismos y en las cadenas tróficas (CUTZ *et al.*, 2003). Se conocen alrededor de 7.000 especies de colémbolos, con una amplia distribución geográfica en todos los continentes, se encuentran desde las nieves del Himalaya hasta los desiertos de Australia (PALACIOS *et al.*, 2000). En Colombia se evidencia un gran desconocimiento del grupo, con tan sólo 12 especies registradas (MUTT, 1987), 16 familias y 62 géneros (PEÑARANDA *et al.*, 2004), aunado a una información en el campo biológico y ecológico aún más incipiente.

En Colombia los sistemas agroforestales han estado presentes en el desarrollo agrícola, se estima que de los 40 millones de hectáreas de uso agrícola en el país, 3,7 millones son de uso agroforestal (URIBE, 2000). La implementación de sistemas agroforestales, contribuye a la recuperación de las características y capacidad productiva de los agroecosistemas. Dentro de los sistemas agroforestales, los silvopastoriles han demostrado la importancia de la integración del componente arbóreo en las pasturas, como elemento mejorador de las condiciones productivas en áreas dedicadas a la ganadería. En este contexto, y debido a la cantidad, diversidad y funciones de los colémbolos en el suelo, y ante la expansión actual de los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible, es necesario profundizar en la dinámica e interacciones de la flora, fauna, patógenos, biocontroladores y edáfofauna, asociados a especies vegetales en el sistema silvopastoril. En el presente trabajo se determinó la diversidad de colémbolos edáficos, encaminando la investigación a contribuir en la evaluación del componente biológico, que pueda servir de soporte en modelos silvopastoriles sostenibles en áreas arroceras potenciales de reconversión en el Valle Cálido del Alto Magdalena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la hacienda El Chaco, localizada a 4°29'6" L.N y 74°59'15" L.O (Piedras-Tolima). El muestreo se llevó a cabo en cuatro sitios seleccionados según el uso de la tierra: I. Cultivo de arroz; II. Sistema silvopastoril de siete meses de establecido; III. Sistema silvopastoril de tres años de establecido; IV. Sistema silvopastoril de ocho años de establecido. Se realizaron parcelas de 1 hectárea para cada zona de estudio, en cada bloque se trazó una parcela central de 50 x 20 m (CUTZ, 2003). Trazada la parcela, se tomaron 8 muestras de suelo de la capa arable (0-20 cm) al azar, con un nucleador de 10 cm de diámetro y una longitud de 10 cm, cada mes y por un periodo de 10 meses, para un total de 320 muestras. De las muestras almacenadas, se extrajo una muestra de suelo de cada uno de los bloques para realizar los análisis edáficos en el laboratorio de suelos de CORPOICA.

Las muestras se procesaron utilizando el método del embudo de Berlese-Tullgren. La fauna se colectó en frascos de vidrio de 125 ml con alcohol etílico al 70%. Los colémbolos se separaron y agruparon por morfotipos y estos a su vez por familias, simultáneamente se realizaron preparaciones permanentes en líquido de Hoyer para su determinación, siguiendo la técnica modificada de CHRISTIANSEN & BELLINGER (1980). Para la determinación de los ejemplares se utilizaron dibujos, fotografías y claves (CHRISTIANSEN & BELLINGER, 1980, 1981; PALACIOS, 1990, 1991; JANSSENS, 2003; OSPINA *et al.*, 2003) entre otras, con ayuda de un microscopio de campo claro y observando algunas estructuras a través de la microscopía de contraste de fase. Los ejemplares determinados en placa, se corroboraron con colecciones del Museo Entomológico de la Universidad Nacional (UNAB) y del Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas (MIP), del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cada uno de los morfotipos fue gentilmente verificado, gracias a un convenio de investigación Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) - CIAT, por el Doctor José Guadalupe Palacios Vargas y la Ingeniera agrónoma Claudia Marcela Ospina.

Se determinó la densidad anual por sitio, la diversidad Alfa fue evaluada teniendo en cuenta: 1. Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2. Métodos basados en la estructura de la comunidad. En este sentido, para evaluar la riqueza específica se calculó el índice de Margalef $DMg = (S - 1) / \log N$, se construyeron curvas de acumulación, que son gráficas del número acumulado de especies, en función de alguna medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra, y que es una herramienta predictiva en estudios de biodiversidad, además se estimó la abundancia relativa de cada especie con el índice de Simpson:

$$D = \frac{n}{\sum_{i=1}^n n_i(n_i-1)(N(N-1))}$$

Se calculó el índice de equidad de Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra $H' = -\sum p_i \ln p_i$.

La diversidad Beta se evaluó con el índice cualitativo de Jaccard, que permite comparar la similitud de la composición de especies entre los agroecosistemas $I_j = j/(a+b-j)$. Se efectuó un análisis factorial de correspondencia, para determinar los agrupamientos de los mismos en función de sus perfiles faunísticos. Las pruebas estadísticas se realizaron con los programas: MVSP 3.0 (Multi-variate Statistical Package); Estimates Win 800; BioDiversity Professional 2.

RESULTADOS

Composición, distribución y densidad de colémbolos

La composición del orden Collembola en los sistemas silvopastoriles y el cultivo de arroz correspondieron a 11.448 ejemplares, agrupados en 17 morfoespecies, 16 géneros y 10 familias (Tabla 1). La familia Isotomidae representó el 70% de los individuos, este patrón se apreció también en cada una de las zonas de muestreo. La familia Entomobryidae alcanzó un 8% y el 22% restante correspondió a las otras ocho familias. La abundancia de *Microisotoma* sp. (Figura 1), alcanzó el 19% del total de los organismos colectados, seguido por el 16% de *Folsomides americanus*, 15% de *Isotomiella* sp., y un 13% para *Proisotoma* sp., las 13 morfoespecies restantes ocuparon tan sólo el 36% de la abundancia total (Figura 2).



Figura 1. *Microisotoma* sp. (Familia Isotomidae).

Tabla 1. Número de individuos por morfoespecie para el sistema silvopastoril de tres edades y el cultivo de arroz. Hacienda El Chaco (Piedras - Tolima).

Familia – Género Morfoespecie	Arroz	Silv 7 m	Silv 3 a	Silv 8 a	Total de individuos
HIPOGASTRURIDAE					
<i>Xenilla</i> (Tullberg, 1869)					
<i>Xenilla</i> sp.	0	74	139	112	325
BRACHYSTOMELLIDAE					
<i>Brachystomella</i> (Agren, 1903)					
<i>Brachystomella</i> sp.	20	52	65	49	186

Familia – Género Morfoespecie	Arroz	Silv 7 m	Silv 3 a	Silv 8 a	Total de individuos
CYPHODERIDAE					
<i>Cyphoderus</i> (Nicolet, 1842)					
<i>Cyphoderus</i> sp.	0	120	41	110	271
ISOTOMIDAE					
<i>Isotomiella</i> (Bagnall, 1939)					
<i>Isotomiella</i> sp.	401	745	146	454	1746
<i>Folsomides</i> (Stach, 1922)	479	713	199	491	1882
<i>Folsomides americanus</i>					
<i>Microisotoma</i> (Bellinger, 1952)	258	359	950	631	2198
<i>Microisotoma</i> sp.					
<i>Isotoma</i> (Bourlet, 1939)	0	107	0	0	107
<i>Isotoma</i> sp.					
<i>Proisotoma</i> (Borner, 1901)	261	196	396	667	1520
<i>Proisotoma</i> sp.					
<i>Folsomia</i> (Willen, 1902)	177	178	67	192	614
<i>Folsomia</i> sp.					
ENTOMOBRYDAE					
<i>Seira</i> (Lubbock, 1869)					
<i>Seira</i> sp. 1	35	89	222	230	576
<i>Seira</i> sp. 2	24	74	50	132	280
<i>Lepidocyrtus</i> (Bourlet, 1839)	64	0	0	0	64
<i>Lepidocyrtus</i> sp.					
DICYRTOMIDAE					
<i>Dicyrtoma</i> (Bourlet, 1842)					
<i>Dicyrtoma</i> sp.	22	59	117	97	295
SMINTHURIDAE					
<i>Sminthuro</i> (Laitreille, 1802)					
<i>Sminthuro</i> sp.	124	96	122	68	410
BOURLETIELLIDAE					
<i>Deuterostminthurus</i> (Borner, 1901)					
<i>Deuterostminthurus</i> sp.	41	31	234	94	400
ONYCHIURIDAE					
<i>Mesaphorura</i> (Borner, 1901)					
<i>Mesaphorura</i> sp.	0	76	69	277	422
NEELIDAE					
<i>Megalothorax</i> (Bellinger, 1952)					
<i>Megalothorax</i> sp.	39	48	10	55	152
TOTAL	1945	3017	2827	3659	11448

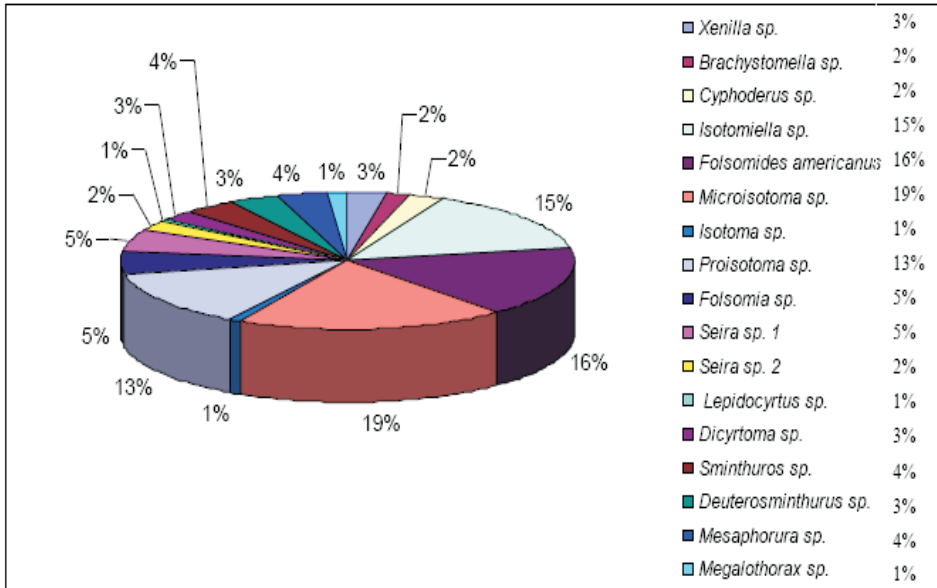


Figura 2. Porcentaje de organismos colectados por morfoespecie. Hacienda El Chaco (Piedras - Tolima).

Folsomides americanus es la especie más abundante (25%) para el sistema arroz, seguida por la morfoespecie *Isotomiella sp.* (21%), *Proisotoma sp.* y *Microisotoma sp.* con un 13 %. Para el sistema silvopastoril de 7 meses las morfoespecies mejor representadas son *Isotomiella sp.* con un 25%, *F. americanus* con un 24% y *Microisotoma sp.* con el 12%. Para el sistema silvopastoril de 3 años, *Microisotoma sp.* alcanzó un 34%, seguido por *Proisotoma sp.* con un 14%. Y para el sistema silvopastoril de 8 años, las morfoespecies más abundantes son *Microisotoma sp.* y *Proisotoma sp.* con un 17 y 18%, respectivamente.

Teniendo en cuenta el número de colémbolos por m², y un área del barreno de 7.854 x 10⁻³ m², se encontró que el sistema con mayor número de organismos es el silvopastoril 8 años (5823,5), y el de menor densidad el cultivo de arroz (3095,6), donde no se encontró diferencia entre el número de organismos y los sistemas a través de los muestreos.

Medición de la diversidad Alfa

El índice de Margalef presentó una alta diversidad en cuanto a la riqueza de especies, mientras que el índice de Shannon-Weiner, mostró valores considerados como bajos (≤ 1) en todos los sistemas, presentando dominancia de algunas especies como *Microisotoma sp.*, que se ratificó con el Índice de Simpson (Tabla 2).

Tabla 2. Índices de diversidad, para el sistema silvopastoril de tres edades de establecimiento y el cultivo de arroz. Hacienda El Chaco (Piedras - Tolima).

Sistema	Índice Margalef Log B 10	Índice de Simpson		Índice de Shannon-Weiner	
		D	1/D	J'	H' Log B 10
Arroz	4,865	0,153	6,523	0,818	0,911
Silv 7 m	4,598	0,146	6,849	0,822	0,99
Silv 3 a	4,636	0,161	6,202	0,82	0,965
Silv 8 a	4,490	0,114	8,786	0,88	1,035

Las curvas de acumulación de especies basadas en el promedio del estimador Jack 2 con base en la presencia/ausencia de las especies en las muestras tomadas mensualmente, comprobaron que el muestreo realizado fue suficiente para hallar el número de especies en cada sistema, debido al comportamiento asintótico de los estimadores. Para los sistemas silvopastoril siete meses y ocho años se logró capturar el 100% de las especies estimadas con Jack 2 y para los sistemas arroz y silvopastoril tres años, este porcentaje alcanzó el 96,43% y 95,8%, respectivamente.

Medición de la diversidad Beta

El índice cualitativo de similaridad de Jaccard's (Figura 3), mostró dos agrupamientos en cuanto a la composición faunística: un grupo correspondiente a los tres sistemas silvopastoriles y el otro al cultivo arroz, donde los silvopastoriles de 3 y 8 años, comparten las mismas especies y el cultivo de arroz muestra la menor similaridad en cuanto a especies comunes. Este comportamiento se corroboró bajo el criterio del índice cuantitativo de Bray-Curtis, donde se observó que el sistema silvopastoril 7 meses es el más similar al cultivo de arroz y el silvopastoril 3 años y el cultivo son los más disímiles.

El análisis factorial de correspondencia (Figura 4), ubicó a los sistemas silvopastoriles de 3 y 8 años como cercanos, así mismo muestra la cercanía entre el silvopastoril 7 meses y el cultivo de arroz. También se observó algunas morfoespecies asociadas a los diferentes sistemas, como *Lepidocyrtus* sp., al cultivo de arroz, e *Isotoma* sp., al silvopastoril 7 meses, así como un grupo de morfoespecies comunes a los sistemas silvopastoriles.

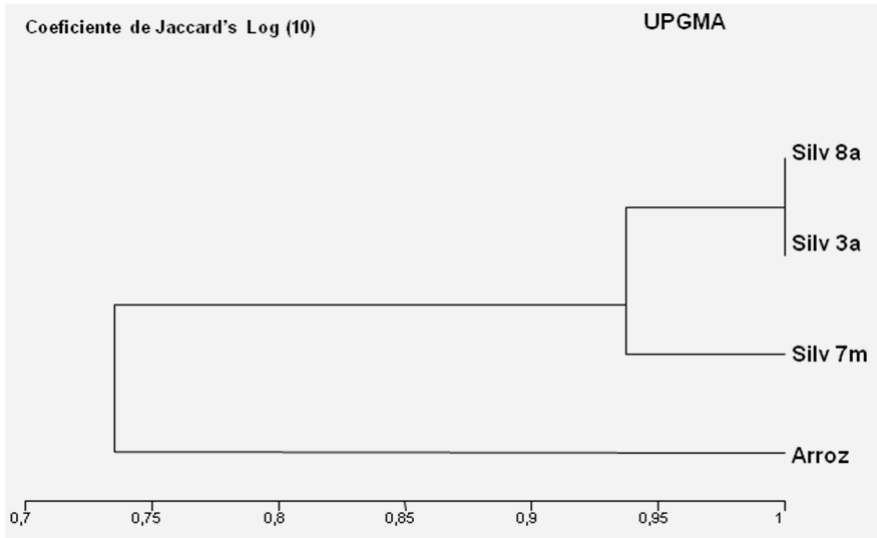


Figura 3. Dendrograma de similitud (Jaccard's) para el sistema silvopastoral de tres edades y el cultivo de arroz. Hacienda El Chaco (Piedras - Tolima).

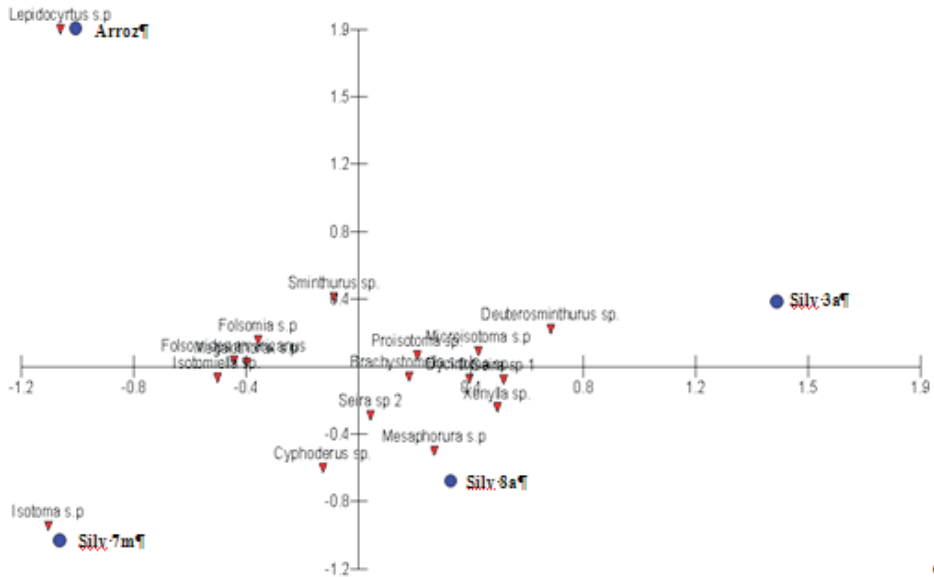


Figura 4. Análisis Factorial de Correspondencias. Representación de las morfoespecies y su relación con el sistema silvopastoral de tres edades y el cultivo de arroz. Hacienda El Chaco (Piedras - Tolima).

DISCUSIÓN

Composición, distribución y densidad de colémbolos

Todas las familias son similares a las encontradas por OSPINA *et al.* (2003), en cultivos de pasto en el departamento de Antioquia, y por CASSAGNE *et al.* (2004) en bosques de coníferas. Los géneros son similares a los reportados por OSPINA *et al.* (2004), en cultivos de maíz y algodón en el Valle del Cauca. Es de resaltar, que para cultivos de arroz no existía ningún reporte de la clase Collembola en Colombia, lo que en principio significa que se encontraron géneros nuevos para esta área de estudio.

El menor número de organismos en el sistema arroz, puede ser atribuido a las prácticas de manejo del sistema, tal como lo encontraron DRESS & BOERNER (2004), donde las prácticas agrícolas generan un efecto sobre la reproducción y una disminución del alimento, que afecta la dinámica de la población de microartrópodos. La mayor abundancia de isotomidos, se atribuye a que sus especies han sido registradas como de gran adaptabilidad a perturbaciones ocasionadas por prácticas agrícolas y forestales, y que tal como lo mencionan MENDOZA *et al.* (1999), pueden proliferar en suelos con bajo o alto contenido de materia orgánica. Así tenemos que las especies de isotomidos encontradas en el presente estudio, son cosmopolitas y su presencia puede estar relacionada con las alteraciones provocadas por la actividad agrícola, donde las especies de colémbolos estenotípicas del bosque primario, son desplazadas. MORALES & SARMIENTO (2002), revelan que algunas especies son muy afectadas por la perturbación y otras son beneficiadas por la intervención de los ecosistemas. Esto coincide con lo expuesto por KOGAN (1981) y WOLTERS & EKSCHMITT (1997), quienes indican que en algunos casos la perturbación agrícola es beneficiosa para ciertas especies animales estratégicas "r", capaces de usar nuevos recursos disponibles y recolonizar rápidamente el área afectada.

La densidad de colémbolos en la zona de estudio (3.095 a 5.823 Ind/m²), es baja, si se compara con otros registros como el de BANASCO (1985), en Cuba, que obtuvo una densidad media de colémbolos que osciló entre 14.700 y 43.100 Ind/m², en caña de azúcar y plátano, o los resultados encontrados por CHAUVAT *et al.* (2007), donde la abundancia de colémbolos fue de 9.300 Ind/m² a 58.900 Ind/m², demostrando un incremento en la abundancia, inmediatamente después de la conversión de cultivo a pastos. Contrariamente, nuestras densidades son muy altas si se tienen en cuenta los registros de MENDOZA *et al.* (1999), en cultivos de maíz en Chiapas (México) o los encontrados por WATANABE & RUAYSOONGNERN (1989), de 195 ind/m² en la Selva Perennifolia del noreste de Tailandia.

Cuando las localidades de colecta presentaron un mayor número de prácticas de manejo, las especies y el número de organismos decreció y la mayor abundancia y densidad correspondió a áreas en reconversión (sistemas silvopastoriles), que presentan una serie de características físicas y químicas que pueden estar influyendo las poblaciones de colémbolos (contenidos de materia orgánica medios y altos (3,7%-5,09%), pH cercanos a la neutralidad, textura franco arcillosa), además, de una menor temperatura y una mayor humedad del suelo, debido a que en los sistemas silvopastoriles el suelo está menos expuesto a altas temperaturas, por la

protección brindada por especies forrajeras como la leucaena, y cultivos de pastos como *Cynodon nlemfuensis*, que hacen las fluctuaciones en la temperatura menos profundas a nivel del suelo, evitando la evaporación del agua, máxime si se tienen en cuenta las altas temperaturas de la región de estudio. Estos resultados son similares a los de GÓMEZ (1998), quien atribuye la variación de las poblaciones de colémbolos al contenido de materia orgánica y humedad del suelo, lo que se hace evidente en nuestro estudio donde el sistema silvopastoril 8 años con materia orgánica (5,09%, clasificado como alto), fue el de mayor abundancia.

El número de colémbolos fue menor en los meses de mayor sequía, donde probablemente como lo registran ARBEA & BLASCO (2001), los organismos no se encuentran en un estado fisiológico activo que permita su captura con los métodos de extracción utilizados. Es de anotar, que la precipitación no es el único limitante para la abundancia de colémbolos, es así, que el menor número de organismos, que se registró en los meses de octubre y noviembre, puede ser también atribuido al aumento en las prácticas de manejo en el cultivo de arroz (aplicación de insecticidas y fungicidas, remoción de la vegetación), además de que en el mes de octubre, en los sistemas silvopastoriles se realizó pastoreo durante 35 días.

Tanto a nivel general como por familias, se observó variación temporal, que puede indicar que existen fluctuaciones estacionales en la tasa reproductiva de algunas especies que modifican la estructura de la comunidad, tal como lo encontraron FRAILE & SERAFINO (1978) y TAKEDA (1987), donde cambios estacionales en las condiciones ambientales, pueden promover explosiones demográficas en los colémbolos y que ARBEA & BLASCO (2001), asocian la humedad y la temperatura, como factores determinantes del hábitat óptimo de los colémbolos, que influyen en la tasa de reproducción, crecimiento de los individuos y en su distribución vertical a lo largo del perfil; es así que GONZÁLEZ *et al.* (2001), encontraron que la producción de espermatoforos disminuye con la temperatura, y bajo condiciones de altas temperaturas se incrementa el riesgo de depredación, ya que los animales se hacen más vulnerables a sus enemigos debido al elevado número de mudas.

Medición de la diversidad Alfa

La alta diversidad en cuanto a la riqueza de especies en cada uno de los sistemas encontrado por el índice de Margalef, puede ser explicado por el alto número de especies euritípicas encontradas en el estudio y la escasa presencia de especies específicas para cada sistema. La evaluación de la diversidad Alfa mediante curvas de acumulación, donde las curvas de los estimadores no paramétricos tuvieron un comportamiento asintótico, mientras las curvas de las especies representadas sólo en una o dos muestras (uniques, duplicates) tendieron a descender, indicó que el muestreo realizado fue suficiente para hallar el número de especies en cada uno de los sistemas. El índice de Shannon-Weiner, mostró que las especies no se distribuyen de manera proporcional, y existe dominancia de algunas especies, que puede ser explicada por el incremento en la proporción de individuos de la familia Isotomidae en todos los sistemas, sumado a que los valores son variables en otro estudios y sus comparaciones son difíciles por las diferencias en el método de muestreo y extracción de la fauna.

El índice de Simpson, interpretado según CAVIEDES (1999), también presentó una alta dominancia, que es favorecida por un elevado número de organismos

isotomidos, entre los cuales pueden presentarse especies oportunistas, que se ven favorecidas en el cultivo y en los sistemas silvopastoriles, como son las morfoespecies: *Microisotoma* sp., *F. americanus*, *Isotomiella* sp., *Proisotoma* sp. y *Folsomia* sp.

Medición de la diversidad Beta

El dendrograma correspondiente a la clasificación jerárquica de los sistemas construido con base al índice de Jaccard, mostró dos agrupamientos: un grupo correspondiente a los tres sistemas silvopastoriles y el otro al cultivo arroz, varias de las especies que comparten todos los sistemas, son isotomides y algunos Entomobrydes, que se consideran cosmopolitas. La presencia exclusiva de especies como *Isotoma* sp., a un ecosistema, sugiere sensibilidad a la perturbación ocasionada por el aprovechamiento agrícola, tal como lo ha encontrado CUTZ (2003). La similitud encontrada entre sistemas, concuerda con los resultados de CHAUVAT *et al.* (2007), quienes reportan que dos poblaciones pueden compartir un gran número de especies, pero cada especie tiene una representación diferente en el total de biomasa de la comunidad y por lo tanto las comunidades son disímiles, presentando una tendencia a incrementar la similaridad con la edad del pastizal.

En el Análisis Factorial de Correspondencia, se puede observar que de acuerdo a sus poblaciones de colémbolos, se distinguen dos grupos que corresponden con una cobertura vegetal y un grado de perturbación del medio natural diferente. Por un lado, están los sistemas con mayor cobertura vegetal (silvopastoriles de 8 y 3 años), que representan una similaridad faunística muy alta; y por otro lado, comunidades más degradadas, como el arroz o en proceso temprano de reconversión (silvopastoril 7 meses), que poseen una cobertura vegetal escasa. Los resultados del análisis factorial de correspondencia, efectuado sobre las morfoespecies presentes en los sistemas estudiados, muestran que los dos primeros ejes del análisis, explican el 85% del total de la varianza, y reflejan lo más importante de la estructura de las poblaciones de colémbolos. El eje 1 (62,75% de la varianza), separa los sistemas más similares, con igual número de especies en común (silvopastoril 3 y 8 años), en los valores más positivos del eje 1. En los valores más negativos del eje 1, aparecen los sistemas arroz y silvopastoril 7 meses, junto con las especies características de estos biotopos.

Esta división entre sistemas, puede deberse a los estados sucesionales, donde las especies mejor adaptadas a suplir recursos locales (isotomidos), podrían dividir el espectro de recursos disponibles de una manera jerárquica, y forzar a otras especies a roles secundarios en la comunidad, tal como lo registran VEGTER *et al.* (1988). Estos resultados son concordantes con los de SIEMANN *et al.* (1999), en la dinámica sucesional de la diversidad de plantas y artrópodos en una pradera norteamericana y que encuentran una clara correlación entre la diversidad de ambas comunidades, la cual MORALES & SARMIENTO (2002), interpretan en función que un mayor número de especies vegetales representan una mayor variedad de recursos y de hábitat para los artrópodos, y que LONGCORE (2003) encontró que el lapso de tiempo de revegetación, tiene efecto sobre la estructura de la comunidad de artrópodos, pero no es gradual el retorno a una comunidad natural, exhibiendo un menor número de artrópodos nativos.

HAZRA & CHOUDHURI (1993), encontraron que la densidad y número de especies de estos organismos disminuye con la pérdida de materia orgánica, en hábitat naturales y sitios cultivados, está perdida de materia orgánica en suelos agrícolas, CURRY & GOOD (1992), la asocian principalmente al manejo de las parcelas y periodos de monocultivo continuo, lo cual es evidente en el cultivo de arroz, donde además se presentan contenidos de materia orgánica bajos. Las especies que tienen rangos de tolerancia más restringidos, como es el caso de las morfoespecies *Xenilla* sp., *Cyphoderus* sp., *Mesaphorura* sp., y que se presentaron como exclusivas para los sistemas silvopastoriles, y *Lepidocyrtus* sp., que fue encontrado en arroz, al igual que *Isotoma* sp., exclusiva para el sistema silvopastoril 7 meses, determinaron las diferencias entre sistemas.

DUNGER *et al.* (2004), han mostrado la importancia de los Onychiuridea como indicadores, en especial algunas especies del género *Mesaphorura*, indicadoras de suelos en zonas de baja precipitación, sin exceso de humedad y posibles indicadores de fertilidad. Estos organismos, también son pioneros en sucesiones, sobre suelos recultivados, estas observaciones, pueden validar la presencia de *Mesaphorura* en los sistemas silvopastoriles. Los miembros de la familia Cyphoderidae, son comensales facultativos u obligados a insectos sociales, según los registros de VÁSQUEZ & PALACIOS (1990), además según PALACIOS *et al.* (2000), su distribución está limitada por la propia distribución de sus comensales (himenópteros y termitas), razones por las cuales se puede justificar la aparición de esta morfoespecie sólo en los sistemas silvopastoriles, que presentaron una mayor abundancia de insectos sociales asociados (datos no publicados).

En cuanto a los Entomobriomorfos, los géneros *Entomobrya*, *Heteromurus*, *Lepidocyrtus* y *Seira*, son especies epigeas, que presentan adaptaciones morfológicas para reducir la transpiración de la superficie del cuerpo (escamas, cubierta densa de pelos, intensa pigmentación), que las favorecen de condiciones extremas de humedad y temperatura y que según BILDE & TOFT (2000), algunas especies del género *Lepidocyrtus*, utilizan estrategias que le sirven como defensa contra los predadores (escamas o sustancias fenólicas). Estas características de la familia Entomobridae, en especial del género *Lepidocyrtus*, puede explicar la presencia de este organismo sólo en el cultivo de arroz, a pesar de ser un sistema con una gran cantidad de prácticas de manejo, que afectan a los colémbolos.

AGRADECIMIENTOS

Al Comité Central de Investigaciones - Universidad del Tolima y a la Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuaria -CORPOICA-, por la financiación de este trabajo. A Roberto Mejía, propietario hacienda El Chaco (Piedras - Tolima), José Guadalupe Palacios Vargas (Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos - UNAM), Claudia Marcela Ospina y Jairo Rodríguez Chalarca (CIAT). A Jaime Vicente Estévez y Luis Alfredo Lozano, por sus valiosas sugerencias en el análisis de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARBEA, J. & BLASCO, J., 2001.- Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en los Monegros (Zaragoza, España). *Aracnet*, 7 (28): 35-48.
- BANASCO, J., 1985.- *Colémbolos en el complejo de microartrópodos de los suelos cultivados de Cuba*: Tesis, Universidad de Moscú, Departamento de Ciencias Biológicas, Moscú.
- BILDE, J. & TOFT, S., 2000.- The value of collembolan from agricultural soils as food for a generalist predator. *Journal of Applied Ecology*, 37: 672-683.
- CASSAGNE, N.; BAL-SERIN, M.; GERS, C. & GAUQUELIN, T., 2004.- Changes in humus properties and collembolan communities following the replanting of beech forests with spruce. *Pedobiología*, 48: 267-276.
- CAVIEDES, B., 1999.- *Manual de Métodos y Procedimientos Estadísticos*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- CHAUVAT, M.; WOLTERS, V. & DAUBER, J., 2007.- Response of collembolan communities to land-use change and grassland succession. *Ecography*, 30: 183-192.
- CHRISTIANSEN, K. & BELLINGER, P., 1980.- The Collembola of North America, North of the Rio Grande Iowa. *Grinnell College*, 3: 785-1042.
- , 1981.- The Collembola of North America, North of the Rio Grande Iowa. *Grinnell College*, 4: 1043-1322.
- CURRY, J. & GOOD, J., 1992.- Soil faunal degradation and restoration. *Soil Science*, 17: 171-215.
- CUTZ, L., 2003.- *Colémbolos edáficos de dos agrosistemas de San Salvador, Hidalgo*: Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.
- CUTZ, L.; PALACIOS, J. & VÁZQUEZ, M., 2003.- Comparación de algunos aspectos ecológicos de Collembola en cuatro asociaciones vegetales de Noh-Bec, Quintana Roo, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 42 (1): 91-101.
- DRESS, W. & BOERNER, R., 2004.- Patterns of microarthropod abundance in oak-hickory forest ecosystems in relation to prescribed fire and landscape position. *Pedobiología*, 48: 1-8.
- DUNGER, W.; SCULZ, H.; ZIMDARS, B. & HOHBERG, K., 2004.- Changes in collembolan species composition in Eastern German mine sites over fifty years of primary succession. *Pedobiología*, 48: 503-517.
- EATON, R.; BARBERCHCK, M.; BUFORD, M. & SMITH, W., 2004.- Effects of organic matter removal, soil compaction, and vegetation control on Collembolan populations. *Pedobiología*, 48 (2): 121-128.
- FRAILE, M. & SERAFINO, A., 1978.- Variaciones mensuales en la densidad de microartrópodos edáficos en un cafetal de Costa Rica. *Rev. Biología Tropical*, 26: 291-301.
- GÓMEZ, J., 1998.- *Ecología de collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México*: Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, División de Estudios de Postgrado, México.
- GONZÁLEZ, V.; DIAZ, M. & PRIETO, D., 2001.- Comunidades de la mesofauna edáfica en el ciclo de caña-planta (*Saccharum* spp.). *Revista Biología*, 15 (2): 1-6.
- HAZRA, A. & CHOUDHURI, D., 1993.- A study of collembola communities in cultivated and uncultivated sites of West Bengal in relation to three major soil factors. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 20: 385-401.
- JANSSENS, F., 2003.- Checklist of the collembola: Families. [On Line]. Belgium. University of Antwerp (RUCA). [Citado en octubre 16 de 2004]. Available from internet: <http://www.collembola.org/taxa/collembol.htm>
- KOGAN, M., 1981.- Dynamics of insect adaptations to soybeans: impact of integrated pest management. *Environmental Entomology*, 10 (3): 663-670.
- LONGCORE, T., 2003.- Terrestrial arthropods as indicators of ecological restoration success in coastal sage scrub (California, USA). *Restoration Ecology*, 11 (4): 397-409.
- MENDOZA, S.; VILLALOBOS, F.; RUIZ, L. & CASTRO, A., 1999.- Patrones ecológicos de los Colémbolos en el cultivo de maíz en Balun Canal, Chiapas, México. *Acta Zool. Mex.*, 78: 83-101.
- MORALES, J. & SARMIENTO, L., 2002.- Dynamics of soil macroinvertebrates and its relationships to vegetation in a secondary succession of the Venezuelan paramo. *Ecotropicos*, 15 (1): 99-110.
- MUTT, A., 1987.- Collembola from two localities near Buenaventura, Colombia. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 60 (3): 364-379.
- OSPINA, C.; RODRÍGUEZ, J.; MOJOCOA, M.; SERNA, F. & PECK, D., 2004.- Colémbolos asociados a cultivos de maíz y algodón en el Valle del Cauca, Colombia: 57 (en) *Resúmenes XXXI Congreso SOCOLEN: Sistemática y Taxonomía*.
- OSPINA, C.; SERNA, F.; PEÑARANDA, M. & SERNA, S., 2003.- Colémbolos asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 21(3): 129-141.
- PALACIOS-VARGAS, J., 1990.- Diagnóstico y clave para determinar familias de los collembola de la región neotropical: 1-15 (en) *Manuales y guías para el estudio de microartrópodos*. UNAM, México.
- , 1991.- Introducción a los insectos sin alas (Protura, Diplura, Collembola, Thysanura): 1-23 (en) *Manuales y guías para el estudio de microartrópodos*. UNAM, México.
- PALACIOS-VARGAS, J.; CASTAÑO, G. & MEJÍA B., 2000.- Collembola: 249-273 (en) LLORENTE J., GONZÁLEZ E. & PAPAYERO N. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, México.
- PEÑARANDA, M.; SERNA, F. & PALACIOS, J., 2004.- Colémbolos (Hexapoda: Collembola): 61 (en) *Resúmenes XXXI Congreso SOCOLEN: Sistemática y Taxonomía*.

- SIEMANN, E.; HAARSTAD, J. & TILMAN, D., 1999.- Dynamics of plant and arthropod diversity during old field succession. *Ecography*, 22: 406-414.
- TAKEDA, H., 1987.- Dynamics and maintenance of collembolan community structure in a forest soil system. *Res. Pop. Ecol.*, 29: 291-346.
- URIBE, F., 2000.- Revalorización de la investigación hacia la innovación en sistemas de producción tropical: 8 (en) *Memorias Seminario Internacional sobre Modelos y Metodologías de Investigación en Sistemas Agroforestales*.
- VÁZQUEZ, M. & PALACIOS, J., 1990.- Nuevos registros y aspectos biogeográficos de los colémbolos de la Sierra de la Laguna, México. *Folia Entomologica Mexicana*, 78: 5-22.
- VEGTER, E.; ERNSTING, G. & JOOSSE, G., 1988.- Community structure, distribution and population dynamics of entomobrydae (collembola). *Journal of Animal Ecology*, 57: 971-981.
- WATANABE, H. & RUAYSOONGNERN, S., 1989.- Estimation of arboreal arthropod density in a dry evergreen forest in Northeastern Thailand. *Tropical Ecology*, 5: 151-158.
- WOLTERS, V. & EKSCHMITT, K., 1997.- Gastropods, Isopods; Diplopods, and Chilopods: Neglected Groups of the decomposer food. *Fauna in Soil Ecosystems*, 1: 265-306.

BUTTERFLIES AND VEGETATION IN RESTORED GULLIES OF DIFFERENT AGES AT THE COLOMBIAN WESTERN ANDES*

Oscar Ascuntar-Osnas¹, Inge Armbrécht¹ & Zoraida Calle²

Abstract

Erosion control structures made with green bamboo *Guadua angustifolia* and high density plantings have been combined efficiently for restoring gullies in the Andean hillsides of Colombia. However, the effects of these practices on the native fauna have not been evaluated. Richness and abundance of diurnal lepidopterans were studied between 2006-2007 in five 10 m² transects within each of eight gullies. Four gullies restored using the method mentioned above (6, 9, 12 and 23 months following intervention), each with its corresponding control (unrestored gully) were sampled four times with a standardized method. A vegetation inventory was done at each gully. More individuals and species (971, 84 respectively) were found in the restored gullies than in the control ones (501, 66). The number of butterfly species tended to increase with rehabilitation time. Ten plant species, out of 59, were important sources of nectar for lepidopterans. Larval parasitoids were also found indicating the presence of trophic chains in the study area. This paper describes the rapid and positive response of diurnal adult butterflies to habitat changes associated with ecological rehabilitation of gullies through erosion control structures and high density planting. Introducing and maintaining a high biomass and diversity of plants may help to reestablish the food chain and ecological processes in degraded Andean landscapes.

Key words: ecological restoration, erosion control, *Guadua angustifolia*, Lepidoptera, nectar.

MARIPOSAS Y VEGETACIÓN EN CÁRCAVAS RESTAURADAS DE DIFERENTES EDADES EN LOS ANDES OCCIDENTALES DE COLOMBIA

Resumen

Las estructuras biomecánicas para el control de la erosión hechas con guadua y la siembra de plantas en alta densidad han sido aplicadas eficientemente para restaurar cárcavas en las laderas de los Andes colombianos. Sin embargo, los efectos de estas prácticas sobre la fauna nativa no se han evaluado hasta ahora. Se estudiaron la riqueza y la abundancia de lepidópteros diurnos entre 2006 y 2007 en cinco transectos de 10 m² dentro de cada una de ocho cárcavas. Se muestrearon cárcavas que habían sido restauradas usando el método mencionado anteriormente (6, 9, 12 y 23 meses después de la intervención), cada una con su control correspondiente (cárcava sin restaurar) cuatro veces con un método estandarizado. Se realizó un inventario de la vegetación en cada cárcava. Se encontraron más individuos y más especies (971, 84 respectivamente) en las cárcavas restauradas que en las control (501, 66). El número de especies de mariposas tendió a incrementar con el tiempo de rehabilitación. Diez especies de plantas de un total de 59 fueron fuentes importantes de néctar para lepidópteros.

* FR: 7-IV-2010. FA: 11-XII-2010

¹ Departamento de Biología, Universidad del Valle. Calle 13 No. 100-00, Cali, Colombia. Tel. 57(2)3212221 Ext. 2570 or (57)(2)3393243. E-mails: askuntar.osnas@gmail.com, inge.armbrecht@correounivalle.edu.co

² Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria –CIPAV–. Cra. 25 No. 6-62, Cali, Colombia. Tel. 57(2)5243061. E-mail: zoraida@cipav.org.co

Se encontraron parasitoides de larvas indicando la presencia de cadenas tróficas en el área de estudio. Este trabajo evidencia la rápida y positiva respuesta de las mariposas diurnas a los cambios de hábitat asociados con la rehabilitación de cárcavas a través de estructuras de control de la erosión con una alta densidad de siembra. El aumento en la biomasa y la diversidad de plantas puede ayudar a reestablecer cadenas tróficas y procesos ecológicos (i.e. polinización) en las laderas Andinas degradadas.

Palabras clave: restauración ecológica, control de la erosión, *Guadua angustifolia*, lepidóptera, néctar.

Landslides and the formation of headward-migrating gullies are two common problems linked to land degradation in the Andean region, where most of the Colombian population is concentrated (ETTER & VAN WYNGAARDEN, 2000). Gullies are open erosion channels formed when fast-flowing water converges on a small surface depression and the energy of water scours away the soil. Once the topsoil and vegetation are removed, gullies spread rapidly up or down the drainage lines (RIVERA & SINISTERRA, 2006). Natural factors such as geologic instability, deep slopes and heavy rainfall act together with anthropogenic disturbances related to overgrazing, road construction and poor soil conservation practices (RIVERA, 1998), causing human deaths, economic losses and ecosystem degradation.

One method for restoring severely degraded areas (i.e. gullies) combines erosion control structures made with giant bamboo *Guadua angustifolia* (Kunth) and high density planting of native plants that exhibit quick growth and sprouting (RIVERA & SINISTERRA, 2006). The interlocking roots of trees and shrubs provide deep and lateral anchorage in the soil profile. This vegetation restores slope stability by enhancing soil resistance to breaking (RIVERA, 1998). In turn, both, soil stabilization and vegetation growth promote the recovery of ecological processes, and contribute to support the local flora and fauna (BURYLO et al., 2007). Therefore, this method enhances hillside stability and recovers ecosystem structure and function (WALTZ & CONINGTON, 2004).

Evaluating the results of any type of ecosystem intervention (natural or human induced) is vital in order to understand which characteristics have affected the recovery of its ecological components (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005). For this purpose, the diversity and abundance of arthropods, have been recognized as efficient indicators of certain functional aspects of ecosystems (i.e. pollination, decomposition of organic matter, trophic webs), all of which have applications to conservation planning (ROSENBERG et al., 1986; KREMEN et al., 1993; FAGUA, 1996). Arthropods also contribute to the maintenance of ecosystem processes such as energy transfer and nutrient cycling (HOLL, 1996; WALTZ & CONINGTON, 2004).

Butterflies are sensitive to changes in temperature, humidity and solar radiation associated to habitat disturbance. The inventory and comparison of butterfly communities might be useful for monitoring the effects of ecologically sound practices and for evaluating the success of restoration and rehabilitation projects (KREMEN et al., 1993; FAGUA et al., 1999). However, there are different ways in which butterfly assemblages respond to ecosystem disturbance. Their richness decreases after logging events (HAMER et al., 2003; WALTZ & CONINGTON, 2004) and also throughout the transition from natural to urban areas (BLAIR & LAUNER,

1997; BLAIR, 1999; HARDY & DENNIS, 1999), albeit their diversity usually increases in forest canopy openings (WALTZ & COVINGTON, 2004). Our understanding of the factors that explain ecological patterns of lepidopteran communities such as the spatial and temporal distribution of species is still limited in relatively undisturbed ecosystems (DEVRIES et al., 2009) and almost inexistent in restored areas (HOLL, 1996; RIES et al., 2001; LOMOV et al., 2006).

Knowledge regarding the way resource availability and habitat quality in restored habitats interact to determine species diversity of consumers (SUMMERVILLE et al., 2005) is still incomplete. This study compares the composition and diversity of the diurnal adult butterfly assemblages in areas previously affected by severe erosion and later subjected to a rehabilitation treatment based on erosion control structures made with bamboo *G. angustifolia* and high density planting in Colombian hillsides. The purpose was to characterize the community (abundance and richness) of diurnal lepidopterans that transit or settle in restored and unrestored gullies of the municipality of Cali in the Western Andes of Colombia. The study was also intended to identify nectariferous plants that provide energetic resources for adult butterflies in treated gullies and to discuss the efficiency of diurnal Lepidopterans as a bioindicator of habitat restoration.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was carried out at three localities of the eastern slope of the western Andes or Cordillera Occidental of Colombia, near to the city of Cali: (1) Los Andes (N 03°26'33.4" W 076°35'51.8") at 1.628 m a.s.l., (2) El Saladito (N 03°29'07.9" W 076°36'29.8") at 1755-1796 m a.s.l., and (3) Felidia (N 03°28'28.1" W 076°37'09.2") at 1719 m a.s.l. The average annual rainfall at the three localities varies between 1365 and 2500 mm, with occasional heavy rains (> 70 mm in a single event); mean annual temperature ranges between 17 and 18 °C. The region is classified as a lower humid montane forest in the Holdridge system (ESPINAL, 1968). The three localities show severe erosion, associated with deforestation, inadequate location of rural housing, water leaks caused by deficient plumbing, and inadequate road drainage structures, all of them factors which exacerbate the local problems related to leaching and run-off water management.

Four Restored Gullies (RG) with different recovery times following the restoration intervention were sampled at the three localities: El Cabuyal - 23 months (RG₂₃), El Saladito - 12 months (RG₁₂), Felidia - 9 months (RG₉) and El Saladito - 6 months (RG₆). The rehabilitation treatment applied in the gullies included (1) building bamboo terraces at regular intervals to control runoff and underground bamboo filters to drain internal water (RIVERA & SINISTERRA, 2006) and (2) planting fast growing shrubs, herbs and grasses such as *Trichanthera gigantea* H&B Nees (Acanthaceae), *Arachis pintoi* Krapov & WC Gregory (Leguminosae - Papilionoideae), *Tithonia diversifolia* Hemsl Gray (Asteraceae), *Bambusa vulgaris* var. *Vittata* A&C Rivière (Poaceae), *Gynerium sagittatum* (Aubl) Beauv (Poaceae), *Tripogandra* sp. (Commelinaceae), *Cynodon plectostachyus* K. Schum (Poaceae) and *Canavalia ensiformis* L. DC (Leguminosae - Papilionoideae) (GIRALDO et al., 2008). The four gullies were restored at different time periods (although close, in terms of months).

For each restored gully, there was a very close unrestored gully, i.e. without any human intervention; each of these unrestored gullies hereinafter will be called "Control Gullies" (CG₂₃, CG₁₂, CG₉, CG₆). Even though all of the gullies were formed by the same human-induced factors, their location varied within the landscape (Table 1). Each gully was sampled four times. Five 5 m x 2 m horizontal transects (i.e. perpendicular to the slope) were established within each gully. These transects, which will be considered sub-samples, were separated at least 1 m from one another.

Table 1. Study sites: restored and control gullies in three localities of the western Andes.

Gullies	Área (m ²)	Height (m a.s.l.)	Slope	Restoration time (months)	Surrounded by
RG ₂₃	2000	1621	72°	23	Agricultural matrix
CG ₂₃	600	1631	52°	0 (control)	Agricultural matrix
RG ₁₂	550	1755	48°	12	Urban matrix
CG ₁₂	154	1755	63°	0 (control)	Urban matrix
RG ₉	198	1721	48°	9	Wooded path
CG ₉	210	1718	51°	0 (control)	Semi-forested area disturbed during the construction of a rural aqueduct
RG ₆	630	1796	53°	6	Urban matrix
CG ₆	510	1790	71°	0 (control)	Urban matrix

Butterfly sampling

Butterflies were sampled between November-December 2006 (wet period) and January-February 2007 (dry period). All butterfly censuses and captures were carried out by the same person (OAO) and in standardized time through direct visual search and entomological net catch. In order to enhance independence, only those individual butterflies flying below 10 m height and perched on the vegetation were recorded in each transect.

The complete field work included a total of 32 sampling events in the three localities (8 gullies x 4 samplings). All censuses and captures were done between 9:30 a.m. and 12:30 p.m. along the five transects (36 minutes/transect), for a total sampling effort of 96 hours (3 h x 8 gullies x 4 samplings). Butterfly behavior was also registered (sucking, flying, perching). A reference collection (one individual of

each species) was mounted from the specimens collected during the first samplings. Further captures were done only for specimens with doubtful *in situ* identification. Samplings were carried out only in the absence of rain, preferably on sunny days. Voucher specimens are deposited at the Entomology Museum of the Universidad del Valle (MUSENUV) in Cali.

Richness and abundance data were totalized for each sampling and gully, and were further compared using the Shannon-Wiener (H') diversity index and Pielou's (J') equitability index. Butterfly abundance and species richness were plotted against the recovery time following restoration intervention and a linear regression was used to relate them (ZAR, 1996). The composition of butterfly assemblages was assessed through cluster analyses. Butterfly assemblages were qualitatively analyzed in terms of the existing vegetation at the gullies.

Vegetation structure and nectariferous plants

Because plants represent the food resources and refuge of diurnal butterflies, all individuals were counted and identified once within three 10 m² plots (2 x 5 m) in each gully. An Importance Value Index (IVI) was calculated for each species by adding its relative abundance, frequency and a cover class estimation value (based on DAUBENMIRE, 1959). Additionally, the vegetation height was measured five times. For this purpose, each vegetation plot was divided in five sub-subplots, 1 m x 2 m each. Plants were labeled and identified whenever a feeding behavior by butterflies occurred during the sampling periods.

RESULTS

Butterfly inventory. A total of 1476 individuals sorted in 102 species of butterflies were found in the gullies (Table 2). Nymphalidae was the richest family with 39 species, followed by Hesperidae (23), Pieridae (16), Lycaenidae (13), Riodinidae and Papilionidae (six and five respectively). Nymphalidae, was represented by eight subfamilies, from which Heliconiinae was the richest (10 species), followed Satyrinae (9) and Nymphalinae (7). Subfamilies such as Danainae (2), Biblidinae (1) and Morphinae (1) were represented by a few species.

Butterfly assemblages: richness and abundance

The accumulated richness for the four restored gullies was 84 species (average of 19.15 ± 5.7 per transect), while a total of 66 species were found in the four controls (average of 13.5 ± 6.6 per transect). Shannon-Wiener index was $H' = 1.8$ for restored gullies and $H' = 1.73$ for the controls, and the Hutcheson test revealed statistical differences between the two means ($t_{[253]} = 3.03$; $P = 0.005$).

From the total lepidopteran fauna, 36 species were exclusively found in the restored gullies, while 18 were detected only in the controls. Hesperidae (36%) and Lycaenidae (19.4%) most contributed to the exclusive species in the restored gullies, while Heliconiinae contributed the most to the controls with 16.66%. In terms of butterfly abundance, 66% and 34% of the registered events occurred in restored and control gullies, respectively. The most common species in the restored

gullies was *Ypthimoides renata* (Nym.: Satyrinae) while *Siproeta epaphus* (Nym.: Nymphalinae) was the most abundant one in the control gullies.

Table 2. Butterfly species in restored (RG) and unrestored or control gullies (CG) at three localities of the Colombian Andes. The taxonomic classification followed LAMAS (2004).

TAXON	Restored Gullies (RG) and Control Gullies(CG)							
	CG ₂₃	RG ₂₃	CG ₁₃	RG ₁₃	CG ₉	RG ₉	CG ₆	RG ₆
HESPERIIDAE								
Hesperinae								
<i>Anthoptus epictetus</i> (Fabricius, 1793)				X				
<i>Cyamaenes tripunctus</i> (Herrich-Schäffer, 1865)			X					X
<i>Quasimellana</i> sp. Burns, 1994		X						
<i>Morys valerius</i> (H.B Möschler)		X			X			X
<i>Nyctelius</i> sp. (Hayward, 1948)								X
<i>Psoralis degener</i> (Plötz, 1882)		X						
<i>Vacerra caniola</i> (Herrich-Schäffer, 1869)				X		X		
Pyrginae								
<i>Achlyodes pallida</i> (Felder, 1869)	X							
<i>Astraptus chiriquensis</i> (Staudinger, 1876)		X						
<i>Chionodes catillus</i> (Cramer, 1779)	X	X	X	X	X			
<i>Cogia calchas</i> (Herrich-Schäffer, 1869)		X						X
<i>Eracon paulinus</i> (Stoll, 1782)		X						
<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)	X	X		X	X			X
<i>Mylon lassia</i> (Hewiston, 1868)				X			X	X
<i>Noctuana noctua</i> (C. & R. Felder, 1867)				X				
<i>Pyrgus oileus</i> (Linnaeus, 1767)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Staphylus</i> sp. Godman & Salvin, 1896		X						
<i>Theagenes albiplaga</i> (C. & R. Felder, 1867)					X			X
<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)			X			X		

TAXON	Restored Gullies (RG) and Control Gullies(CG)							
	CG ₂₃	RG ₂₃	CG ₁₃	RG ₁₃	CG ₉	RG ₉	CG ₆	RG ₆
<i>Urbanus simplicius</i> (Stoll, 1790)								X
<i>Urbanus telex</i> (Hübner, 182)		X			X			X
<i>Xenophanes tryxus</i> (Godman & Salvin, 1895)				X				
PAPILIONIDAE								
Papilioninae								
<i>Heracles paeon thrason</i> (C. & R. Felder, 1865)				X	X	X	X	
<i>Papilio polixenes americus</i> (Kollar, 1850)		X		X		X		
<i>Papilio thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1905)	X	X						
<i>Parides</i> sp. Hübner, 1819				X				
<i>Protesiliaus</i> sp. Swainson, 1832		X						
PIERIDAE								
Coliadinae								
<i>Anteos clorinde</i> (Godart, 1824)			X	X				
<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1776)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eurema mexicana</i> (Boisduval, 1836)					X			
<i>Eurema salome</i> (C. & R. Felder, 186)			X		X	X	X	X
<i>Eurema</i> sp. Hübner, 1819					X		X	X
<i>Eurema xantochlora</i> (Doubleday, 1847)	X			X	X		X	X
<i>Phoebis neocypris rurina</i> (C. & R. Felder, 1861)	X	X		X	X	X	X	X
<i>Phoebis philea philea</i> (Winhard, 2000)		X			X	X	X	X
<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pirysitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)	X							
<i>Pirysitia venusta</i> (Boisduval, 1836)	X	X			X	X	X	X
Dismorphiinae								
<i>Dismorphia crisia foedora</i> (Lucas, 1852)						X		

TAXON	Restored Gullies (RG) and Control Gullies(CG)							
	CG ₂₃	RG ₂₃	CG ₁₃	RG ₁₃	CG ₉	RG ₉	CG ₆	RG ₆
<i>Pseudopieris viridula</i> (C. & R. Felder, 1861)	X		X	X	X	X	X	X
Pierinae								
<i>Catastica flisa</i> (Herrich & Schäffer, 1854)						X		
<i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)	X	X	X	X	X		X	X
NYMPHALIDAE								
Danainae								
<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775)	X				X			X
<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)			X					
Heliconiinae								
<i>Actinote anteus</i> (Doubleday, 1847)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Altinote ozomene</i> (Godart, 1819)	X	X	X	X	X			X
<i>Dione juno</i> (Cramer, 1779)	X	X			X			
<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X		X			
<i>Heliconius charitonia</i> (Linnaeus, 1767)						X		X
<i>Heliconius clysonimus</i> (Latreille, 1817)			X		X			X
<i>Heliconius cydno weymeri f. gustavi</i>					X			
<i>Heliconius erato chestertoni</i> (Hewitson, 1872)		X	X	X	X			
<i>Heliconius cydno</i> (E. Doubleday, 1847)					X			
<i>Heliconius sara</i> (Staudinger, 1896)	X							
Ithomiinae								
<i>Dirccena dero</i> (Hübner, 1823)								X
<i>Greta andromica</i> (Hewitson, 1855)	X		X		X	X	X	X
<i>Hypothesis lycaste</i> (Fabricius, 1793)		X						
<i>Mechanitis polymnia</i> (Linnaeus, 1758)			X		X			

TAXON	Restored Gullies (RG) and Control Gullies(CG)							
	CG ₂₃	RG ₂₃	CG ₁₃	RG ₁₃	CG ₉	RG ₉	CG ₆	RG ₆
Melitacinae								
<i>Anthanassa drusilla drusilla</i> (Higgins, 1981)				X				
<i>Castillia eranites</i> (Hewitson, 1854)						X		
<i>Chlosyne</i> sp. Butler 1870				X				
<i>Tegosa anieta</i> (Hewitson, 1864)	X	X		X	X	X	X	
Morphinae								
<i>Morpho peleides peleides</i> (Kollar, 1850)					X		X	
Nymphalinae								
<i>Adelpha alala</i> (Hewitson, 1847)						X		
<i>Adelpha serpa celerio</i> (Bates, 1864)	X	X			X			
<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)		X			X	X		
<i>Catonephele numilia</i> (Cramer, 1779)					X	X		X
<i>Epiphile epimenes</i> Hewitson, 1857	X							
<i>Siproeta epaphus</i> (Latreille, 1819)	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Vanessa myrinna</i> (Doubleday, 1849)	X			X				
Biblidinae								
<i>Marpesia zerynthia</i> (Hübner, 1823)			X					
Satyrinae								
<i>Corades enyo</i> Hewitson, 1849					X			
<i>Euptychia hesione</i> (Sulzer, 1776)	X	X						
<i>Euptychoides saturnus</i> (Butler, 1867)	X	X			X			
<i>Euptychoides griphe</i> (C. & R. Felder, 1867)			X					
<i>Hermeuptychia bermes</i> (Fabricius, 1775)		X		X			X	
<i>Oressinoma typhla</i> Doubleday, 1849	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pronophila</i> cf. <i>unifasciata brennus</i> Thieme, 1907	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pronophila</i> sp. Doubleday 1864	X	X	X		X	X	X	X

TAXON	Restored Gullies (RG) and Control Gullies(CG)							
	CG ₂₃	RG ₂₃	CG ₁₃	RG ₁₃	CG ₉	RG ₉	CG ₆	RG ₆
<i>Ypthimoides renata</i> (Stoll 1780)	X	X	X	X	X	X		X
RIODINIDAE								
Riodiniinae								
<i>Adelotypa elpinice</i> (Godman, 1903)			X					
<i>Calephelis laverna</i> (Godman & Salvin, 1880)						X		
<i>Calephelis</i> sp. Grote & Robinson, 1869						X		
<i>Detritivora barnesi</i> (Hall & Harvey, 2001)		X						
<i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)			X					
Euselasiinae								
<i>Euselasia mys</i> (Herrich & Schäffer, 1853)						X		
LYCAENIDAE								
Polyommatainae								
<i>Cupido (Everes) comyntas</i> (Godart, 1824)							X	
<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)				X				
<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)		X	X			X	X	
<i>Zizula cyna</i> (Edwards, 1881)		X		X	X	X		
Theclinae								
<i>Contrafacia abola</i> (Hewiston, 1867)								X
<i>Contrafacia imma</i> (Prittwitz, 1865)		X		X				
<i>Electrostrymosn</i> sp. Clench, 1961				X				
<i>Erora carla</i> (Schaus, 1902)					X			
<i>Panthiades bathildis</i> (C. & R. Felder, 1865)						X		
<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)				X	X			
<i>Rekoa palegon</i> (Cramer, 1779)	X		X	X	X			
<i>Strymon bazochii</i> (Godart, 1824)				X				
<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)				X				

Changes in butterfly composition with recovery after restoration

The highest species richness was observed in one control gully CG₉, followed by the four restored gullies RG₂₃, RG₁₂, RG₉ and RG₆. The remaining three controls, CG₂₃, CG₁₂ and CG₆ showed the lowest richness values (Table 3). A significant positive correlation was found between recovery time after restoration and butterfly species richness ($r^2 = 0.953$; d.f. 3; $P = 0.004$) (Fig. 1a) and a nearly significant relation was observed between restoration time and butterfly abundance ($r^2 = 0.766$; d.f. 3; $P = 0.052$) (Fig. 1b). A cluster analysis based on the Bray-Curtis similarity index showed that no gullies were very similar to each other (result not shown) regarding their butterfly composition. These results must be interpreted with caution because they might be influenced by the surrounding matrix and other landscape attributes.

Table 3. Diurnal butterfly richness, abundance, diversity (Shannon H') and equitability (J') in four restored (RG) and unrestored (CG) gullies of the Colombian Andes.

Gullies	Total number of species	Number of species/Plot, average \pm standard deviation	Abun.	H'	J'
RG ₂₃	43	25 \pm 4.24	393	1.572	0.962
CG ₂₃	33	13.4 \pm 6.61	119	1.474	0.971
RG ₁₂	39	17.4 \pm 5.89	159	1.538	0.967
CG ₁₂	28	9.80 \pm 3.27	78	1.4	0.968
RG ₉	35	17.4 \pm 4.44	264	1.483	0.96
CG ₉	46	20.6 \pm 6.42	224	1.604	0.964
RG ₆	35	16.8 \pm 4.86	84	1.495	0.968
CG ₆	26	10 \pm 3.80	155	1.377	0.973

Vegetation structure and nectariferous plants

A total of 59 plant species were present in the complete set of gully vegetation plots (RG + CG). The richest families were Asteraceae and Poaceae with nine and six species, respectively. The total number of plant species in the restored gullies was 34 (11.5 ± 1.13 per transect) while the controls had 25 plant species (9 ± 1.89 per transect). Plant richness was neither related to restoration time nor with butterfly richness. Poaceae had a strong presence in the gullies, especially in the controls, and showed high Importance Value Indices (IVI%) at the initial restoration stages. The gullies with the longest recovery periods showed different dominant plants, belonging to the Asteraceae and Acanthaceae families. These were the same species planted at high densities in the restored gullies (Table 3). The restored gullies showed taller vegetation in average than the controls, with values exceeding 150 cm in the gully with the longest recovery time. Two events affected the vegetation during the study: first, the vegetation RG₁₂ was pruned several times and second, CG₉ was surrounded by vegetation more than 150 cm high.

Plant species with abundant inflorescences such as *Althernantera* sp., *Vernonia* sp. (Asteraceae) and *Hyptis pectinata* L. Poit (Lamiaceae) offered flower resources permanently and attracted a variety of butterflies. Important energetic sources for the lepidopterans in the area include Asteraceae such as *Acmella* sp., Asteraceae sp2., *Calea glomerata* Klatt, *Pseudoelephantopus spiralis* Less and *Tithonia diversifolia* (Asteraceae); *Verbena* sp. (Verbenaceae), *Cordia* sp. (Boraginaceae) and *Kohleria* sp. (Gesneriaceae) along with Malvaceae such as *Gaya* cf. *mutiriana* Krapov and *Sida* sp. The butterflies most frequently observed sucking nectar were hesperiids such as *Chioides catillus*, *Heliopetes arsalte*, *Pyrgus oileus orcus*, *Cymaenes tripunctus*, the heliconid *Heliconius erato*, the lycenids *Leptotes cassius*, *Rekoa palegon*, the nymphalids *Anartia amathea*, *S. epaphus*, *Actinote antea*s, and the pierids *Eurema salome* and *Phoebis sennae*. HesperIIDae and LycenIDae were frequent visitors of the plants growing in the studied gullies, and rare butterflies, e.g. *Panhiades bathildis* (Lyc.: Theclinae) visited these areas whenever floral resources were available.

Opportunistic observations of butterfly larvae feeding on gully plants were done throughout the study. A total of 23 lepidopteran larvae were found, most of them moths (19 larvae). One SaturnIDae species was reared to adult (16 larvae), feeding on *Mimosa albida* Humb. & Bonpl. ex Willd (Mimosaceae) and another moth belonging to the *Josia* genus (2 larvae) (Lepidoptera: DiopTIIDae), whose host plant is an unidentified Asteraceae. Five immature diurnal butterflies were also found: a pupa was found on a stem of *T. gigantea* (Acanthaceae), from which an adult of *Papilio polixenes americus* (Pap.: Papilioninae) emerged. Four additional collected larvae were reared, all of them parasited by TachinIDae flies. All of these were found only in the restored gullies. Host plants for these larvae were *T. gigantea* and Mexican sunflower (*T. diversifolia*).

DISCUSSION

One of the main objectives of some restoration projects is to promote the recovery, maintenance and development of biodiversity. The results of this study suggest that butterflies are a sensitive group that effectively responds to the restoration technique described above, which involves high density planting intended to rehabilitate severely eroded areas.

However, it is important to consider that butterflies were censused in small areas, which means that probably not all of the individuals were using resources within the transects. Even though we tried to overcome this inconvenient by setting a height limit above which butterflies were not considered (10 m) complete independence of each observation was not 100% guaranteed, and the same individual could have been counted twice. The error was though minimized since the same person made all samplings and was aware of this potential pitfall.

This study did not find a correlation between butterfly diversity and vegetation richness at a small spatial scale, an aspect that coincides with the studies done by HOLL (1996) and WALTZ & COVINGTON (2004). However, different butterfly species dominated the different gullies and the cluster analysis showed low similarities between them. This result suggests that the studied gullies supported visitors from the surroundings and that species turnover is high, which is quite reasonable considering that the sampling was made on flying and foraging diurnal butterflies.

Table 4. Plant species with highest importance values IVI in restored (RG) and unrestored or control (CG) gullies. CG₁₂ had no vegetation.

Gullies	Family	Species	IV%
RG ₂₃	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	22.06
	Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	22.06
		Morphotype 11	14.12
RG ₁₂	Papilionaceae	<i>Arachis pintoii</i>	26.09
		Morfotype 6	12.47
	Poaceae	<i>Cynodon plectostachyus</i>	10.54
RG ₉	Poaceae	<i>Cynodon plectostachyus</i>	40.18
	Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	24.67
	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	22.84
RG ₆	Poaceae	<i>Cynodon plectostachyus</i> .	31.01
	Gesneriaceae	<i>Kohleria</i> sp.	13.37
	Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	12.6
	Fabaceae	<i>Rynchosia schomburgkii</i>	31.78
CG ₂₃	Poaceae	<i>Schyzachyrium</i> sp.	19.28
	Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i>	16.56
	Convolvulaceae	sp. 2	28.52
CG ₉	Poaceae	<i>Paspalum sacharoides</i>	11.71
	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	7.4
	Asteraceae	sp. 2	24.63
CG ₆	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	12.98
		Morphotype 4	8.98

Other studies have demonstrated that butterfly assemblages positively respond to vegetation type, quality (BLAIR & LAUNER, 1997; COLLINGE et al., 2003; MACCHERINI et al., 2009) and complexity (HOLL, 1996), which in turn determine microhabitat physical conditions such as temperature and humidity (DIDHAM & LAWTON, 1999; MESQUITA et al., 1999; WEATHERS et al., 2001). These subtle changes were not directly measured in this study but qualitatively observed and described (Ascuntar-Osnas, pers. obs.). The oldest restored gullies, where the vegetation was taller, provided more microhabitat choices than the young gullies and the controls (except for CG₉, where the complex surrounding vegetation might have influenced

butterfly presence). Therefore vegetation development may have also determined different “environmental qualities” within the gullies. Large butterflies, such as *S. epaphus*, *Pronophila* cf. *unifasciata brennus* (Nym.: Satyrinae) and *Phoebis neocypris rutina* (Pie.: Coliadinae) which are good and rapid fliers were frequently found in the controls, while smaller butterflies such as *Y. renata*, *Eurema daria* (Pie.: Coliadinae), *P. oileus orcus* (Hes.: Pryrginae), *Eurema albula* (Pie.: Coliadinae), were frequently found in the restored gullies. This result is reasonable because butterflies with a vigorous flight are more likely to cross open and hostile environments than species with flight limitations. In this way, Satyrinae, which are sensitive to humidity changes and changes in canopy cover (HAMER et al., 2003), were best represented (76% of the observations) in gullies with taller vegetation and higher plant density (which did not prevent them from visiting control gullies). Hesperidae and Lycaenidae include many species displaying hilltopping behavior; they fly to mountain tops in search of mates (PRIETO & DAHNERS, 2006). This behavior might be contributing to the high diversity of these families in this study, given that the gullies are close to hill tops (obs. pers. O.A.O.). PRIETO & DAHNERS (2006) reported hilltopping events at the nearby Cerro de San Antonio area. However, this must be studied in more detail.

Even though this study provides evidence of a positive response of butterflies to gully restoration, it is remarkable that two of controls, CG₉ and CG₆, were very rich in butterflies and plants. In control gully CG₉ the high butterfly diversity is probably related to the dense surrounding vegetation, taller than 1.5 m; in CG₆ the roots of a large tree remained at the base of the gully after the landslide and facilitated rapid plant regeneration. Plant assemblages in the studied gullies, particularly in the restored ones, were composed of herbaceous species, characteristic of early succession stages, 10 of which are important nectar sources for butterflies. Given that either a few or a wide variety of these plant species can be used by specialist or generalist butterflies respectively (BAZ, 2002), the presence of a particular group of butterflies in the studied gullies confirms the recovery of a variety of food resources following the restoration treatment. Specialist butterflies include *Dismorphia crissia foedora* (Pie.: Dismorphiinae), *Phoebis neocypris rurina*, *Altinote ozomene* (Nym.: Heliconiinae) and *Catasticta flisa* (Pie.: Pierinae); some generalists were *Heliconius clysonimus* (Nym.: Heliconiinae), *Danaus plexippus* (Nym.: Danainae), *Eurema xantochlora* (Pie.: Coliadinae) and *Dione juno* (Nym.: Heliconiinae).

This result confirms that the process of gully restoration is dynamic and facilitates succession through the sowing of pioneer plant species. These results are consistent with those obtained by BURYLO et al. (2007) who found increased herbaceous plants at the initial stages of restoration in the French Alps, followed by the emergence of woody species three years later. Although the herbaceous plants showed the same trend in this study, it is not clear to what degree butterfly abundance is positively influenced by nectar offer, because our method was not explicitly designed to answer this question. HOLL (1996) found a positive correlation between plant and moth (Lepidoptera) diversity in rehabilitated mines, while WALTZ & COVINGTON (2004) did not observe any trend. Other elements of a trophic structure, such as parasitism by tachinid dipterans were observed in the restored gullies, showing that a food web structure is present. The reestablishment of biological interactions is another way of evaluating the success of restoration activities and the presence of complex interactions might be interpreted as a sign of increased ecosystem resilience (RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005).

Even though this study did not strictly involve butterfly monitoring (repeated observations over a long period of time), our results suggest that butterflies might be useful for long term biodiversity studies of restored areas as has been done in Europe and North America (HOLL, 1996; KLEINTJES et al., 2004; POYRY et al., 2004; WALTZ & COVINGTON, 2004; DUMBRELL & HILL 2005; LOMOV et al., 2006). The use of diurnal butterflies as bioindicators is advantageous because they are an attractive group for people, and field guides are available for non-specialists, who may start working with local communities after receiving some technical training, as compared to other groups such as moths, more difficult to sample and identify.

However, gullies represent a special challenge for biodiversity studies given their relatively small size and contrasting matrices. It is very difficult, perhaps impossible, to come up with a perfectly designed experiment with replicated restored and control gullies of the same size, age and landscape context. The richness and composition of flying insects will obviously be affected not only by vegetation within the gullies but also by their surroundings. Our study took advantage of a set of paired restored and unrestored gullies of different ages in a mountainous degraded area, and tried to provide insight into the effects of gully restoration on the lepidopteran fauna. Complementary studies are required in order to understand the separate effects of gully size, age, restoration treatment and landscape context on the recovery of butterfly assemblages.

Finally, the results of this study indicate that ecological restoration of highly degraded areas (i.e. migrating gullies) with erosion control structures (biologically originated), and high density planting had positive effects on the composition, abundance and richness of the associated lepidopteran fauna. Butterfly richness did not relate directly to plant richness, perhaps because the spatial and time scales of the study were not adequate to reveal such a pattern.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Luis A. González, Carlos Prieto, Sandra B. Muriel and Keith Willmott for their help in specimen identification. María E. Cardona, Alba M. Torres and Phillip Silverstone-Sopkin from the Botany section at Universidad del Valle, identified the collected plants. James Montoya-Lerma provided useful comments on an early draft. Biologists Clara Solis-Sandoval and Juan C. Abadía-Lozano provided field assistance. Thanks CIPAV Foundation for financing this research, and The Entomology section of Universidad del Valle provided logistical support.

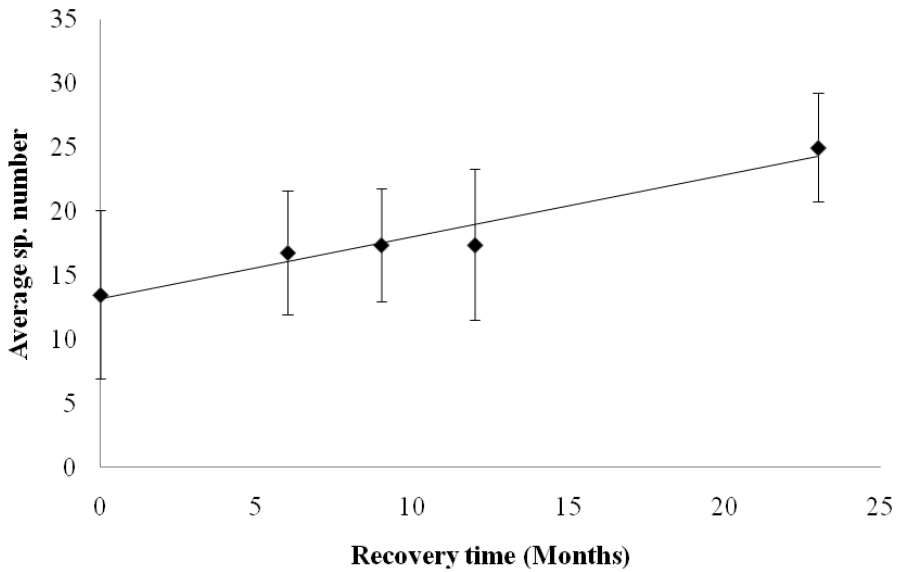


Figure 1a.

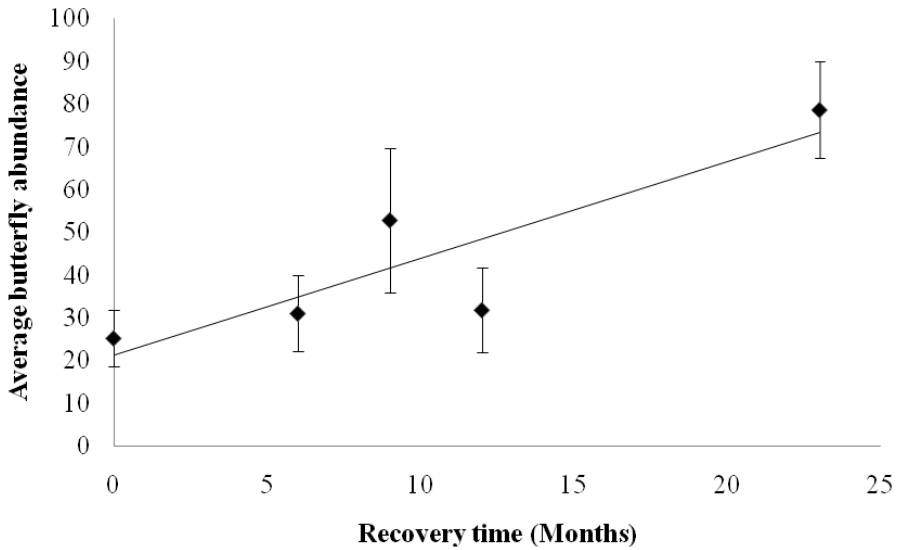


Figure 1b.

Figure 1. Linear regression between (a) the butterfly richness and (b) butterfly abundance, and gully recovery time following the restoration intervention. Points and vertical bars show average values and standard deviations.

BIBLIOGRAPHY

- BAZ, A., 2002.- Nectar plant sources for the threatened apollo butterfly (*Parnassius apollo* l. 1758) in populations of central Spain. *Biol Conserv.*, 103: 277-282.
- BLAIR, R.B., 1999.- Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity. *Ecol. Appl.*, 9: 194-170.
- BLAIR, R.B. & LAUNER, A.E., 1997.- Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biol. Conserv.*, 80: 113-125.
- BURYLO, M.; REY, F. & DELCROS, P., 2007.- Abiotic and biotic factors influencing the early stages of vegetation colonization in restored marly gullies (Southern Alps, France). *Ecol. Engin.*, 30: 231-239.
- COLLINGE, S.K.; PRUDIC, K.L. & OLIVER, J.C., 2003.- Effects of local habitat characteristics and landscape context on grassland butterfly diversity. *Conserv. Biol.*, 17: 178-187.
- DAUBENMIRE, R., 1959.- A canopy coverage method of vegetation analysis. *Nort. Sci.*, 33: 43-64.
- DEVRIES, P.J.; WALLA, T.R. & GREENEY, H.F., 1999.- Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biol. J. Linn. Soc.*, 68: 333-353.
- DIDHAM, R.K. & LAWTON, J.H., 1999.- Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotrópica*, 31: 17-30.
- DUMBRELL, A.J. & HILL, J.K., 2005.- Impacts of selective logging on canopy and ground assemblages of tropical forest butterflies: Implications for sampling. *Biol. Conserv.*, 125: 123-131.
- ESPINAL, L. S., 1998.- Visión ecológica del departamento del Valle del Cauca. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- ETTER, A. & VAN WYNGAARDEN, W., 2000.- Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio*, 29: 432-439.
- FAGUA, G., 1996.- Comunidad de mariposas y artopofauna asociada con el suelo de tres tipos de vegetación de la serranía de Taraira (Vaupés, Colombia), una prueba del uso de mariposas como bioindicadores. *Rev. Colom. Entomol.*, 22: 143-151.
- FAGUA, G.; AMARILLO, A. & ANDRADE, G., 1999.- Mariposas (lepidóptera) como bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá): 284-315 (in) AMAT-ANDRADE G.; Fernández-F. (eds.) *Insectos de Colombia, volumen II*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. Bogotá, Colombia.
- GIRALDO, C.; DOMÍNGUEZ, Y.; RIVERA, L.; CALLE, Z.; PIEDRAHITA, L. & SINISTERRA, J.A., 2008.- Diversidad de insectos y plantas en cárcavas restauradas con bioingeniería: 137-147 (in) BARRERA-CATAÑO J.L., AGUILAR-GARAVITO M.; RONDÓN-CAMACHO D.C. (eds.) *Experiencias de restauración ecológica en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. 274p.
- HAMER, K.C.; HILL, J.K.; BENEDICK, S.; MUSTAFFA, N.; SHERRATT, T.N.; MARYATI, M. & CHEY, V.K., 2003.- Ecology of butterflies in natural and selectively logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity. *J. Appl. Ecol.*, 40: 150-162.
- HARDY, P.B. & DENNIS, R.L., 1999.- The impact of urban development on butterflies within a city region. *Biodiver. Conserv.*, 8: 1261-1279.
- HOLL, K.D., 1996.- The effect of coal surface mine reclamation on diurnal lepidopteran conservation. *J. Appl. Ecol.*, 33: 225-236.
- KLEINTJES, P.K.; JACOBS, B.F. & FETTIG, S.M., 2004.- Initial response of butterflies to an overstorey reduction and slash mulching treatment of a degraded pinon-juniper woodland. *Restor. Ecol.*, 12: 231-238.
- KREMEN, C.; COLWELL, R.K.; ERWIN, T.L.; MURPHY, D.D.; NOSS, R.F. & SANJAYAN, M.A., 1993.- Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conserv. Biol.*, 7: 796-809.
- LAMAS, G., 2004.- Atlas of Neotropical Lepidoptera, Check list: Part 4A, Hesperoidea-Papilionoidea. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville. 439p. In *Tropical Andean Butterfly Diversity Project (TABDP)*. 2007. Darwin Database of Andean Butterflies. <http://www.andeanbutterflies.org/database.html>. Consulted on June 2008.
- LOMOV, B.; KEITH, D.; BRITTON, D. & HOCHULI, D., 2006.- Are butterflies and moths useful indicators for Restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland Plain Woodland. *Ecol. Manag. Restor.*, 7: 204-210.
- MACCHERINI, S., BACARO, G., FAVILLI, L., PIAZZINIA, S., SANTI, E. & MARIGNANI, M., 2009.- Congruence among vascular plants and butterflies in the evaluation of grassland restoration success. *Acta. Oecol.* 35: 11-17.
- MESQUITA, R.C.G.; DELAMONICA, P. & LAURANCE, W.F., 1999.- Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biol. Conserv.*, 91: 129-134.
- POYRY, J.; LINDGREN, S.; SALMINEN, J. & KUUSSAARI, M., 2004.- Restoration of butterfly and moth communities in semi-natural grasslands by cattle grazing. *Ecol. Appl.*, 14: 1656-1670.
- PRIETO, C. & DAHNER, H., 2006.- Eumaeni (Lepidoptera: Lycaenidae) del cerro de San Antonio: Dinámica de la riqueza y comportamiento de "Hilltopping". *Rev. Colomb. Entomol.*, 32: 179-190.
- RIES, L.; DEBINSKY, D.M. & WIELAND, M., 2001.- Conservation value of roadside prairie restoration butterfly communities. *Conserv. Biol.*, 15: 401-411.

- RIVERA, H., 1998.- Control de cárcavas remontantes en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos. *Avances técnicos Cenicafé*, 256: 8.
- RIVERA, H. & SINISTERRA, J.A., 2006.- *Uso social de la bioingeniería, para el control de la erosión severa*. CIPAV, Cali, Colombia.
- ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V. & LUHMKUHL, D.M., 1986.- Importance of insects in environmental impact assessment. *Enviro. Manag.*, 10: 773-783.
- RUIZ-JAÉN, M.C. & AIDE, M., 2005.- Restoration success: how is it being measured? *Restor. Ecol.*, 13: 569-577.
- SUMMERVILLE, K.S.; STEICHEN, R.M. & LEWIS, M.N., 2005.- Restoring lepidopteran communities to oak savannas: contrasting influences of habitat quantity and quality. *Restor. Ecol.*, 13: 120-128.
- WALTZ, A. & COVINGTON, W., 2004.- Ecological restoration treatments increase butterfly richness and abundance: mechanisms of response. *Restor. Ecol.*, 12: 85-96.
- WEATHERS, K.C.; CADENASSO, M.L. & PICKETT, T.A., 2001.- Forest edges as nutrient and pollutant concentrators: potential synergisms between fragmentation, forest canopies, and the atmosphere. *Conserv. Biol.*, 15: 1506-1514.
- ZAR, J.H., 1996.- *Biostatistical analysis*. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey.

COLEOPTERA (VIII)

**COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)
EN LA RESERVA NATURAL LAS DELICIAS (RND), SIERRA NEVADA
DE SANTA MARTA (SNSM), COLOMBIA***

Neis José Martínez-H.¹, Lidis María Cañas-M.², Jorge Luis Rangel-A.², Orlando Blanco-R.², Jesús David Mendoza-P.² y Sandra Cohen-B.²

Resumen

Se determinó la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), SNSM, Colombia. Se seleccionaron dos localidades de muestreo con diferentes grados de intervención. La primera está ubicada a una altitud entre 400 y 550 msnm y la segunda a 200 m. Se realizaron cuatro muestreos desde abril hasta julio de 2008. En cada lugar, se instaló un transecto con 10 trampas de caída separadas por 40 m, cebadas con excremento humano durante 24 horas. Se capturaron 4929 individuos distribuidos en cinco tribus y 18 especies, predominando *Dichotomius belus* con 1284 individuos (26% del total). La mayor riqueza (16), diversidad ($N1 = 7,683$ y $N2 = 6,515$) y equitabilidad de Pielou ($J' = 0,8206$) se presentó durante junio y la mayor abundancia (1036) en la localidad 2 en julio. La prueba de ANOSIM demostró diferencias significativas entre las épocas de muestreo ($R = 1$; $P = 0,036$). El número de especies observadas corresponden entre el 98% y 100% de las especies esperadas por los estimadores ICE y Chao 2. Los resultados de este estudio muestran que la precipitación y la disponibilidad de recursos son factores importantes para explicar los cambios en la riqueza y abundancia de la fauna de Scarabaeinae en el Bs-T en la RND.

Palabras clave: abundancia, bosque seco tropical, *Dichotomius belus*, riqueza, trampas de caída.

COLEOPTERA (VIII)

**COPROPHAGOUS COLEOPTERA (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)
IN LAS DELICIAS NATURAL RESERVE (DNR), SIERRA NEVADA DE
SANTA MARTA, (SNSM) COLOMBIA**

Abstract

The richness and abundance of coprophagous beetles (Scarabaeinae) in Las Delicias Natural Reserve (DNR), SNSM, Colombia was determined in this study. Two sampling locations with different intervention degrees were selected. This first is located at latitude between 400 and 500 m.a.s.l. and the second at 200 m. Four samplings were carried out between April

* FR: 9-VIII-2010. FA: 7-IX-2010

¹ Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, km 7 vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia. E-mail: neyjosemartinez@gmail.com

² Semillero Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano. Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, km 7 vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia. E-mail: lidiscamer@gmail.com

and July, 2008. A transect with ten 40m separate pitfall traps baited with human excrement was installed in each location during 24 hours. 4,929 individuals were captured distributed in five tribes and 18 species, being *Dichotomius belus* the predominant one with 1,284 individuals (26% out of the total.) The greatest richness (16), diversity ($N1 = 7,683$ y $N2 = 6,515$) and Pielou equitability ($J' = 0.8206$) were present in June, and the greatest abundance (1,036) in the second location in July. The ANOSIM test showed significant differences between the sampling periods ($R = 1$; $P = 0.036$.) The number of species observed correspond between 98% and 100% to the species expected by the ICE and Chao 2. The results of this study show that rainfall and the availability of resources are important factors to explain the changes in the richness and abundance of the Scarabaeinae fauna in the Bs-T in the DNR.

Key words: abundance, dry forest, *Dichotomius belus*, richness, pitfall traps.

INTRODUCCIÓN

En el Caribe colombiano, el bosque seco tropical (Bs-T) ha quedado reducido a pequeños remanentes de vegetación primaria y secundaria. Estas mismas condiciones se presentan en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), donde se encuentran parches de bosque seco tropical (Bs-T) secundario que están sometidos a la presión antrópica por el aumento de las fronteras agrícolas, ganaderas y urbanas (IAvH, 1998). Estos remanentes se encuentran completamente aislados y mantienen una fauna representativa de grupos tróficos como los escarabajos coprófagos, perteneciente a la subfamilia Scarabaeinae. Éste es un grupo importante en los estudios ecológicos, debido a la facilidad de su recolecta por métodos estandarizados, a su taxonomía manejable e historia natural bien conocida (HALFFTER & FAVILA, 1993; ESCOBAR, 1998). Su participación en el reciclaje de nutrientes, lo convierte en un elemento esencial dentro de los ecosistemas; al enterrar y consumir el excremento, los escarabajos estercoleros incrementan la tasa de reciclaje de nutrientes y aireación del suelo (PECK & FORSYTH, 1982). De igual manera, son controladores de organismos perjudiciales para la salud humana y animales domésticos y dispersores secundarios de semillas depositadas en los excrementos de animales frugívoros (BORNEMISSZA, 1960; MITTAL, 1993; MEDINA & KATTAN, 1996; ANDRESEN, 2001). Además, son particularmente sensibles a perturbaciones en sus ambientes y se utilizan en estudios de diversidad a corto y largo plazo (HALFFTER & FAVILA, 1993, 1997).

Sin embargo, los estudios realizados sobre Scarabaeinae en fragmentos de Bs-T en el país son escasos. Además, la mayoría de estudios no han documentado la dinámica de la riqueza y abundancia de este grupo de insectos en el Bs-T, donde las condiciones ambientales como la humedad y la precipitación cambian entre la época seca y lluvias. En los fragmentos de bosque seco del Caribe colombiano los estudios se han enfocado en la realización de inventarios, como los desarrollados por ESCOBAR (1997, 1998), NORIEGA *et al.* (2007) y JIMÉNEZ *et al.* (2008). Otros estudios, se han orientado en la distribución de *Digitonthophagus gazella* por NORIEGA *et al.* (2006, 2007) y RIVERA & WOLFF (2007) en el Magdalena y en el Atlántico, y la abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* por BOHÓRQUEZ & MONTOYA (2009) en el departamento de Sucre. Los fragmentos de Bs-T localizados en el piedemonte de la SNSM han sido poco estudiados, y es posible que esta zona mantenga una alta diversidad de este grupo de insectos y de esta forma puedan ofrecer información ecológica valiosa sobre la dinámica de

este tipo de ecosistemas en el Caribe colombiano. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó la variación de la riqueza y abundancia de los coleópteros coprófagos (Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia.



Figura 1. Localización de la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia. Tomado y modificado de CARBONÓ *et al.* 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Natural Las Delicias (RND) es de carácter privado, perteneciente a la sociedad civil y presenta una extensión de 200 ha. Está localizada en el departamento del Magdalena, en las estribaciones del margen noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), al sur de la ciudad de Santa Marta, Colombia (Figura 1). La ubicación geográfica es $11^{\circ}08'07''$ N y $74^{\circ}11'28''$ O, con una altitud entre los 200 y 650 m. Posee un clima cálido y seco, con precipitación media anual de 362 mm, humedad relativa del 77% y rango de temperatura entre los 23-32 °C (IAvH, 1998). Lo anterior, concuerda con las características descritas para formaciones tropicales

de bosque seco, según el sistema propuesto por HOLDRIDGE (1979). Este fragmento de Bs-T en recuperación presenta una cobertura boscosa discontinua, con uno o dos periodos marcados de sequía al año. El clima está determinado en gran parte por la influencia de los alisios del noroeste y por la elevación sobre el nivel del mar. En el pasado, parte de su vegetación original fue remplazada para la siembra de cultivos ilícitos. La vegetación está dominada por especies de las familias Fabaceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Anacardiaceae, Rubiaceae, Moraceae, Sapotaceae, Poaceae y Solanaceae (DEVENISH & FRANCO, 2008). La Reserva posee un relieve quebrado, rocoso, con pendientes fuertes y un suelo franco-arcilloso (DEVENISH & FRANCO, 2008).

Actualmente, la presión antrópica en sus alrededores ha aumentado por colonos, quienes siguen ampliando la frontera agrícola y de esta forma afectan el equilibrio en la Reserva. En el lugar, se han observado actividades ilícitas tales como: el corte de especies maderables y caza de animales que son apetecidos por su carne y piel. Hay que destacar que estas últimas actividades están prohibidas en la Reserva.

En el área de estudio se ubicaron dos localidades distanciadas 3,0 Km. La localidad 1 (L1) se encuentra en la parte alta de la Reserva (entre 450 y 550 m de altitud), en las coordenadas 11°08'24.87" N y 74°11'16.96" O. Presenta algunas diferencias en su estado de conservación, con un marcado gradiente de humedad. Esta localidad constituye una zona colindante con áreas transformadas para cultivos y pastoreo de ganado vacuno. También, se observaron áreas quemadas y presencia de cazadores que eventualmente invaden la Reserva. También, presenta vegetación exuberante con arboles maderables, bambú (*Rhipidocladum racemiflorum*), enredaderas y áreas de pastizales. La escasez de agua superficial es una limitante en el filo del cerro; sin embargo, en la parte más baja de este lugar existen nacederos de agua. La segunda localidad (L2) se encuentra localizada a 11°82'00"N y 74°11'42.43"O, a una altitud de 200 m. El transecto se ubicó en una zona aledaña a una quebrada que atraviesa la RND. Esta permanece con agua la mayor parte del tiempo y en la época de sequía existen charcas de agua; por lo que el recurso hídrico predomina en esta zona y permite el establecimiento de la vegetación exuberante y la presencia de diversos grupos faunísticos. Presenta arboles maderables de gran altura (10 a 15 m) propios del Bs-T, enredaderas, sotobosque y árboles frutales, observándose una estratificación de la vegetación y mucha sombra. En este lugar se observó la extracción de algunas especies maderables y presencia de personal ajeno a la Reserva, sobre todo por ser un lugar de fácil acceso y su cercanía a la zona urbana.

Diseño y métodos de captura

El trabajo de campo fue realizado entre abril y julio de 2008; llevándose a cabo un muestreo mensual por localidad, para un total de ocho muestreos en la RND. En cada localidad se ubicó un transecto lineal de 360 m de longitud, donde se marcaron 10 puntos distanciados 40 m. En cada punto se colocó una trampa de caída ("pitfall traps"), que consistió en un vaso plástico de 16 onzas, y en la parte superior se colocó un alambre en forma de U invertida, al cual se colocó el cebo (excremento humano) envuelto en gasa. Las trampas fueron enterradas a ras de suelo, con un tercio de su volumen con solución de detergente con sal, y retiradas a las 24 horas de ser colocadas. Los especímenes recolectados fueron envasados en un nuevo recipiente plástico que contenía alcohol al 96% y etiquetas con especificaciones como el sitio de muestreo, la fecha y el número de la trampa, y fueron revisadas en

el laboratorio y separados por morfotipos. La determinación taxonómica se realizó con la ayuda de las claves taxonómicas de MEDINA & LOPERA (2000), VAZ-DE-MELO & EDMONDS (2007) y la confirmación con la colección de referencia de coleópteros coprófagos presente en la Universidad del Magdalena y el IAvH.

Por otro lado, los muestreos realizados fueron separados en época seca (abril) y lluvias (mayo, junio y julio), teniendo en cuenta los datos de precipitación en la zona suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

Análisis de datos

Se determinó la riqueza como el número de especies por localidad y muestreos, y la abundancia como el número de individuos. Las especies de coleópteros coprófagos colectadas en los muestreos, fueron separadas por los hábitos de relocalización del alimento en tres grandes gremios funcionales: cavadores, rodadores y residentes (ESCOBAR, 1997). Por otra parte, la diversidad en cada localidad y muestreo fue estimada mediante los números de Hill (N_1 y N_2), los cuales son una medida del número de especies, cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (HILL, 1973; MAGURRAN, 1988) y prácticamente no son afectados por la riqueza de especies. Para cuantificar el componente de equitabilidad de la diversidad, se calculó el índice Pielou (J'). La descripción de estos índices se encuentran en MORENO (2001) y VILLAREAL *et al.* (2004).

Se estableció la similitud entre muestreos por localidad, teniendo en cuenta los valores de abundancia, los cuales se ordenaron con base en el índice de similaridad de Bray-Curtis, transformando las abundancias a $\log n(x+1)$ para contrarrestar el peso de las especies más dominantes, pero sin disminuir su importancia (CLARKE & WARWICK, 2001). A partir de la matriz obtenida, se obtuvo un dendrograma de similitud elaborado por medio de un análisis de agrupamiento por pares, mediante el método de promedios no ponderados (UPGMA). El agrupamiento se hizo por medio de índice de similitud de Bray-Curtis. Los valores de esta medida de similitud oscilan entre cero a 100% y es bastante apropiado para datos de abundancia de especies. Para el análisis y construcción del agrupamiento, fue utilizado el programa PRIMER 6.0. Con el fin de determinar si existen diferencias en la composición de escarabajos coprófagos entre las localidades y épocas, se aplicó la técnica de ANOSIM (Análisis de similaridades) con diseño a una vía (CLARKE & WARWICK, 2001). Considerando a las especies que aportaron más del 10% de la abundancia total, se determinó las especies que tipificaron o caracterizaron las épocas basado en la abundancia (rutina SIMPER, PRIMER 6.0).

Mediante el análisis de curva de acumulación, se evaluó la eficiencia de los muestreos para el área en general. Para esto se utilizaron los estimadores de riqueza no paramétricos basados en presencia-ausencia de ICE y Chao 2, los cuales pueden ser usados cuando el tamaño y número de muestreos es muy bajo. Los cálculos se realizaron con el programa EstimateS 8.2 (COLWELL, 2009).

RESULTADOS

Se capturaron 4927 individuos agrupados en ocho géneros y 17 especies. El género mejor representado fue *Canthon* Hoffmannsegg con cuatro especies. La mayor riqueza (16) se presentó en julio en la localidad 2 (L2) y la menor (8) en abril para ambos lugares (Tabla 1). Los valores de mayor abundancia se presentaron en julio (1036) y la menor en abril con 61 individuos en la L2 (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron *Dichotomius belus* y *Uroxys* sp. 1 en julio y la menos abundante fue *Canthon lituratus* que apareció como especie única durante julio (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza, abundancia y gremios funcionales de escarabajos coprófagos capturados por muestreo y localidad (1 y 2) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia. Abreviaturas: Cavadores (CAV), Rodadores (ROD), Endocópridos (ENDO). (*) Especie única.

Especies / Muestreros	Abril		Mayo		Junio		Julio		Total	Gremio
	1	2	1	2	1	2	1	2		
<i>Canthidium</i> sp. 1	1	2	124	98	158	132	67	64	646	CAV
<i>Canthidium</i> sp. 2	7	0	54	32	44	147	48	32	364	CAV
<i>Canthon aberrans</i> Harold, 1868	42	23	24	36	61	94	52	14	346	ROD
<i>Canthon juvenis</i> Harold, 1868	0	2	29	44	12	29	8	13	137	ROD
<i>Canthon lituratus</i> Germar, 1813	0	0	0	0	0	0	1	0	1	ROD
<i>Canthon mutabilis</i> Lucas, 1857	0	0	17	10	20	19	0	0	66	ROD
<i>Deltochilum gibbosum</i> Howden, 1966	0	0	2	2	0	1	2	1	8	ROD
<i>Eurysternus plebejus</i> Harold, 1880	2	1	0	0	3	0	10	0	16	ENDO
<i>Malagoniella astyanax</i> Harold, 1867	0	0	1	2	0	0	1	0	4	ROD
<i>Onthophagus acuminatus</i> Harold, 1880	21	0	0	0	0	12	16	0	49	CAV
<i>Onthophagus landolti</i> Harold, 1880	3	2	0	0	0	1	3	0	9	CAV
<i>Onthophagus marginicollis</i> Harold, 1880	0	6	46	5	21	0	17	0	95	CAV
<i>Phanaeus hermes</i> Harold, 1868	0	0	0	0	11	4	1	0	16	CAV
<i>Phanaeus prasinus</i> Harold, 1868	0	0	0	0	12	22	12	2	48	CAV
<i>Uroxys</i> sp. 1	0	13	106	233	101	237	162	286	1138	CAV

<i>Uroxys</i> sp. 2	5	12	39	121	60	143	75	245	700	CAV
Riqueza	8	8	11	11	12	13	16	9	17	
Abundancia	82	61	776	857	519	946	650	1036	4927	

Por otro lado, se observó un aumento progresivo de la riqueza y abundancia promedio por trampa con el incremento de las lluvias en junio y julio (Tabla 2). Sin embargo, los valores de riqueza disminuyen durante el último muestreo en la L2 (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza (número de especies promedio por trampas), abundancia (número de individuos promedio por trampas), diversidad y precipitación por muestreo y localidad en la RND, Magdalena, Colombia.

	Abril		Mayo		Junio		Julio	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Riqueza	2,3	2,7	8	7,2	7,2	8,5	8,5	6,5
Abundancia	9,7	6,1	77,8	85,7	51,9	94,6	65	103,6
Pielou (J')	0,669	0,793	0,738	0,735	0,821	0,794	0,732	0,672
Número de Hill (N1)	4,02	5,201	5,865	5,822	7,683	7,658	7,602	4,373
Número de Hill (N2)	2,931	4,176	4,112	4,648	5,864	6,515	5,799	3,689
Precipitación (mm)	6,95		136,7		206,2		287,8	

La riqueza de los gremios funcionales está representado por un 35,3% de rodadores, 58,8% de cavadores y 5,9% de endocópridos. Con respecto a la abundancia, se capturaron un 11,5% de rodadores, 88,2% de cavadores y 0,3% de endocópridos. La mayor riqueza (10) y abundancia (1594) de cavadores se presentó en julio (Figura 2A, B). Los rodadores presentaron mayor riqueza (5) en mayo, mientras que su mayor abundancia se presentó en junio con 236 individuos (Figura 2A, B).

En junio, se observaron los valores más altos para los números de Hill en la localidad 1 (L1) (N1 = 7,683 y N2 = 5,864) y en la 2 (N1 = 7,658 y N2 = 6,515). En este mismo mes, se presentó la mayor equitabilidad de Pielou (J) = 0,8206 en la L1 (Tabla 2). También se determinó que ambas localidades comparten el 94% de las especies.

El análisis de similitud de Bray-Curtis demuestra que hay tres grupos bien definidos en la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos (Figura 3). Un grupo formado por los muestreos realizados en mayo, junio y julio con una similitud mayor al 75%. Los otros dos grupos están formados por los muestreos en abril en ambas localidades, presentándose la menor similitud durante este mes (Figura 3).

La prueba ANOSIM evidenció diferencias en la estructura de Scarabaeinae entre las épocas de muestreo (Estadístico R = 1; nivel de significancia P = 0,036). Por otro lado, no se demostró diferencias significativas entre las dos localidades (Estadístico

$R = -0,052$; $P = 0,571$). La rutina SIMPER demostró que la época seca se caracterizó por las especies *C. aberrans*, *Uroxys* sp. 2 y *Uroxys* sp. 1, las cuales aportaron un 84% a la abundancia total de esta época. La época de lluvia fue tipificada por estas mismas especies junto con *Dichotomius* cf. *belus*, *Canthidium* sp. 1 y *Canthidium* sp. 2, las cuales aportaron un 91% de la abundancia (Tabla 3). Esta misma rutina específica que *D. cf. belus*, *Uroxys* sp. 1, *Canthidium* sp. 1, *Uroxys* sp. 2 y *Canthidium* sp. 2 discriminaron las épocas con respecto a la abundancia, haciéndolas diferentes en un 82%.

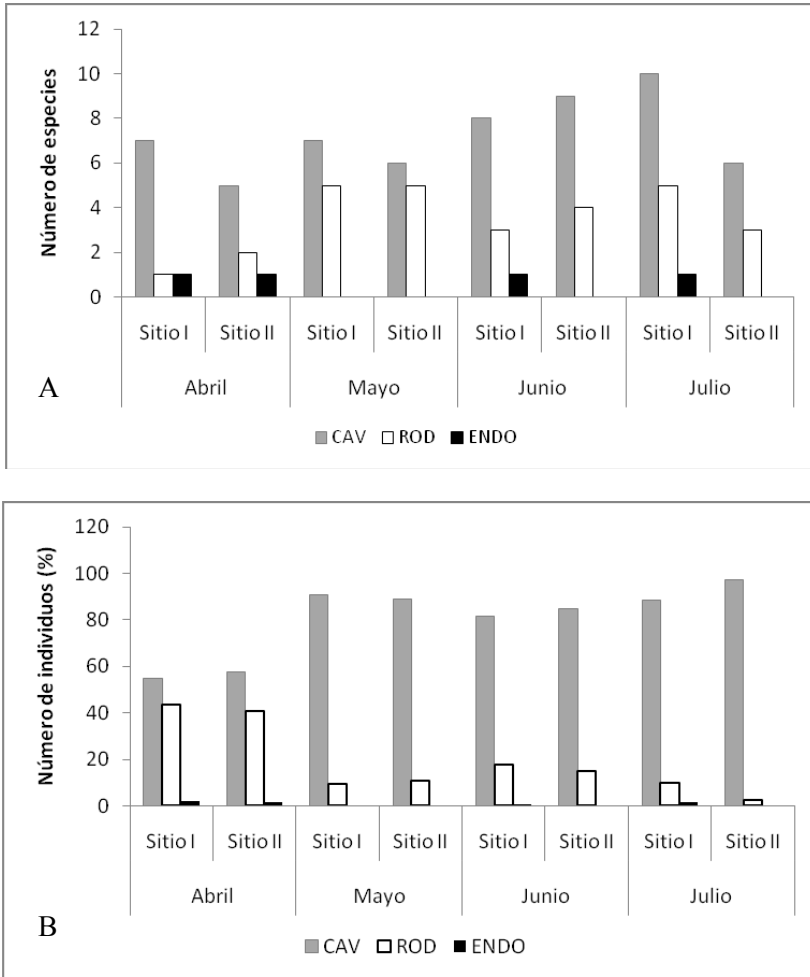


Figura 2. Variación de la riqueza (A) y abundancia (B) de los gremios tróficos de escarabajos coprófagos en el área de estudio. Abreviaturas: Cavadores (CAV), Rodadores (ROD), Endocópridos (ENDO).

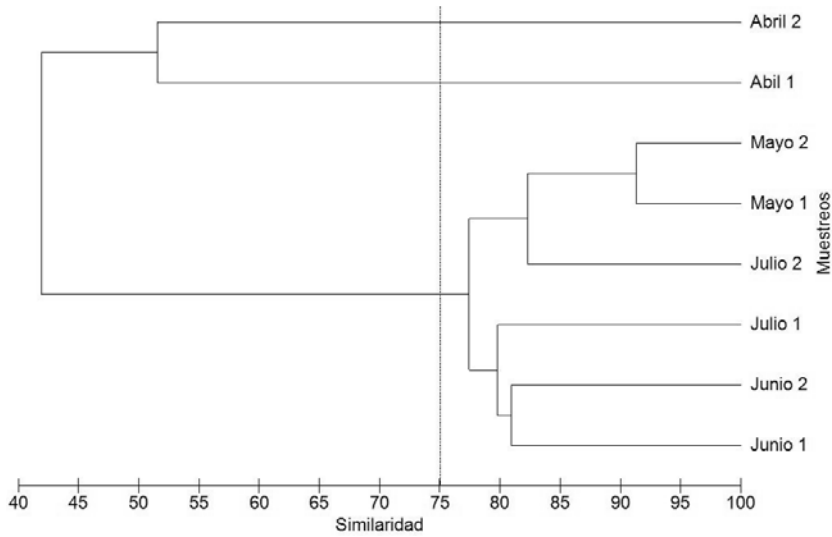


Figura 3. Dendrograma entre los muestreos por localidad de los escarabajos coprófagos en la RND, Magdalena, Colombia; utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (datos de abundancia transformados a $\log n(x+1)$).

Las curvas de acumulación de especies, indican que se recolectó la gran mayoría de las especies presentes en el lugar durante el periodo de estudio. El número total de las especies registradas (17) corresponden al 98% y el 100% del número de especies esperadas, según los estimadores ICE (18) y Chao 2 (Figura 4).

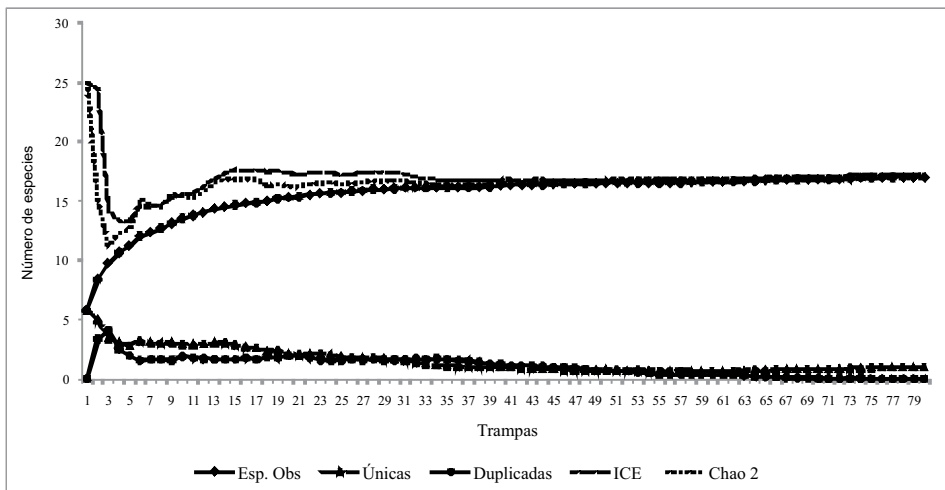


Figura 4. Curva de acumulación de especies de escarabajos coprófagos en la RND, Magdalena, Colombia.

Tabla 3. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies que caracterizan a cada una de las épocas, en la RND, Magdalena, Colombia.

Especies que caracterizan	Época seca	Época lluvia
<i>Canthon aberrans</i>	42,63	10,45
<i>Uroxys</i> sp. 2	24,04	13,6
<i>Onthophagus landoltri</i>	14,74	
<i>Canthidium</i> sp. 2		14,11
<i>Uroxys</i> sp. 1		15,72
<i>Dichotomius belus</i>		14,04
<i>Canthidium</i> sp. 2		11,66
Similaridad promedio	81,41	79,58

DISCUSIÓN

Las especies capturadas corresponde al 77,2% de las descritas por ESCOBAR (1998) para la región Caribe colombiana, y el 7,14% de las registradas por MEDINA *et al.* (2001) para Colombia. JIMÉNEZ *et al.* (2008) reportan 22 especies de Scarabaeinae para ambientes secos de la región de Santa Marta (Colombia), compartiendo 10 especies con este trabajo. Lo anterior, demuestra que la RND alberga parte de la fauna representativa de Scarabaeinae presente en el Caribe colombiano. Por otro lado, se capturó un número muy similar de especies que las registradas por ESCOBAR (1997) y BUSTOS & LOPERA (2003) en fragmentos de bosque seco del Tolima, y por MARTÍNEZ *et al.* (2009) en la zona baja del río Gaira (Santa Marta, Magdalena). Esto indica que el Bs-T en Colombia comparte un alto número de especies de escarabajos coprófagos, con algunas especies particularmente asociadas a este tipo de ecosistema; como es el caso de *Malagoniella astyanax*, *Phanaeus hermes* y *P. prasinus* (ESCOBAR, 2000).

La menor riqueza y abundancia en abril en ambos sitios, puede estar relacionada con los bajos niveles de precipitación (6,95 mm). En este mes, los suelos franco-arcillosos presentes en esta zona tienen poca humedad, y la alta incidencia solar en la superficie del suelo por la caída del follaje en muchas de las especies vegetales, puede disminuir la actividad de muchas especies de escarabajos coprófagos adultos en la zona. Adicional a esto, la cantidad y calidad del excremento disminuye, lo que incide directamente en la disminución de las poblaciones de Scarabaeinae durante este mes. Estos resultados concuerdan con los encontrados por BARRAZA & MONTES (2009) en el bosque seco de Bahía Concha, Santa Marta, Colombia. El aumento de la riqueza y abundancia durante las primeras lluvias, se debe al incremento del número de individuos de *Dichotomius* cf. *belus* y *Canthon aberrans*, así como por las especies de los géneros *Uroxys* y *Canthidium*, las cuales aportan el 91% del total de escarabajos capturados.

Los valores de los índices (números de Hill) son muy similares entre las dos localidades, ya que ambas comparten la gran mayoría de las especies. Los bajos valores, en estos índices, se deben a que sólo seis especies (*Dichotomius belus*, *Uroxys* sp. 1, *Uroxys* sp. 2, *Canthidium centrale*, *C. haroldi* y *Canthon aberrans*) son las que contribuyen a la diversidad en la RND. Además, es posible que algunas especies estén representadas por poblaciones con muy pocos individuos y su captura será mucho más aleatoria que la de otras especies (HALFFTER & MORENO, 2005). Por otro lado, muchas especies de escarabajos coprófagos requieren hábitat naturales con una buena cobertura boscosa, y esto es consistente con las condiciones que se presentan en algunos sectores en la L2, lo que puede estar incidiendo en la mayor equitabilidad (0,821) en este lugar durante junio. Los valores de estos índices, son muy similares a los descritos por MARTÍNEZ *et al.* (2009) en fragmentos de bosque seco en la zona baja del río Gaira.

Es posible que la similaridad en la estructura de Scarabaeinae entre las dos localidades en la RND, se pueda atribuir a que ambos lugares presentan el mismo tipo de vegetación y poca diferencia en la altitud, con unas condiciones ambientales muy similares, lo que posiblemente permita el flujo de individuos entre los dos lugares. Estos resultados coinciden con los reportados por MARTÍNEZ *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias en la comunidad de escarabajos coprófagos en un gradiente altitudinal en la cuenca media y baja del río Gaira, SNSM, Colombia. La disimilaridad entre las épocas de muestreo, demuestra que la precipitación es un factor importante en el ensamblaje de coleópteros coprófagos; demostrándose la estacionalidad de este grupo de escarabajos en ambientes donde las condiciones cambian drásticamente entre la época seca y lluvias (ESCOBAR, 2000). Con la aparición de las lluvias, hay un incremento en la humedad del suelo, se humedece la cámara de pupación y facilita la emergencia de los escarabajos (BUSTOS & LOPERA, 2003). Además, se presenta un aumento de la cobertura boscosa en estos ecosistemas y la disponibilidad de recursos vegetales para mamíferos es mayor. De esta forma, la cantidad, calidad y distribución homogénea de las heces en la zona pueden ser aprovechadas por los escarabajos coprófagos (HUSTON, 1994).

Este mismo comportamiento, se presenta en regiones tropicales donde se registran marcados cambios en la riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de escarabajos coprófagos de acuerdo con los regímenes de lluvia (JANZEN, 1982; BREYTENBACH & BREYTENBACH, 1986; ROUGON & ROUGON, 1991; ESCOBAR, 1997). La baja similaridad en los muestreos realizados en abril, se puede atribuir a las condiciones imperantes en las dos localidades. En la 2, se observó la presencia de agua en la quebrada durante la época seca, lo cual es un recurso que atrae a muchos vertebrados, aumentando la densidad de excrementos en el lugar. Además, la fenología del bosque con un dosel homogéneo y gran cobertura mantienen unas condiciones microclimáticas óptimas, para que el excremento y carroña, la hojarasca y otros restos vegetales se mantengan húmedos, facilitando la acción y proliferación de hongos que sirven como alimento a muchos escarabajos coprófagos.

La rutina SIMPER demostró que cada una de las épocas fue tipificada por especies diferentes de acuerdo a su abundancia. *Canthidium* sp. 2 y *Canthon aberrans* tipificaron las dos épocas de muestreos, lo cual puede estar sujeto a que son especies generalistas y capaces de aprovechar otro tipo de recursos como frutos en descomposición, carroña y hongos, que pueden suplir las necesidades de fósforo y nitrógeno en ausencia del excremento (HANSKI & CAMBEFORT, 1991). La época

de lluvia también fue tipificada por las especies *Dichotomius* cf. *belus*, *Uroxys* sp. 1, *Uroxys* sp. 2 y *Canthidium* sp. 1, las cuales aparecieron con las primeras lluvias. Es posible que la etapa reproductiva de estas especies esté sincronizada con la aparición de este evento en el área de estudio. Estos resultados concuerdan con los encontrados por BARRAZA & MONTES (2009), BOHÓRQUEZ & MONTOYA (2009) y MARTÍNEZ *et al.* (2009) en el Bs-T del Caribe colombiano.

La mayor presencia de especies cavadoras, puede estar relacionada con el tipo de suelo franco-arcilloso en el área de estudio. A este grupo funcional, se le facilita construir sus madrigueras para esconder el excremento y la cría de sus larvas en este tipo de suelo (MARTÍNEZ *et al.*, 2009) Por otro lado, con la llegada de las lluvias el terreno se humedece y favorece el establecimiento de nidos en galerías, lo que facilita que las especies entierren el alimento más rápidamente (HANSKI & CAMBEFORT, 1991) en especial en zonas donde las condiciones son tan cambiantes como el Bs-T. Durante este estudio, la mayoría de las trampas se colocaron en zonas de pendiente, lo que puede impedir que los rodadores puedan transportar más fácilmente la bola de excremento. Es por esto que en próximos trabajos, se recomienda tener en cuenta esta variable en áreas de Bs-T con terreno muy pronunciado. El bajo porcentaje de endocópridos, se presenta por la forma de vida de estas especies, debido a que son residentes en el excremento y la metodología utilizada no es la adecuada para capturar un mayor número de individuos (HALFFTER & EDMONDS, 1982). Similares resultados son reportados por PULIDO *et al.* (2003), ESPARZA & AMAT (2007) y BARRAZA & MONTES (2009) para bosques colombianos.

La asíntota obtenida con los diferentes estimadores es buen indicador de la representatividad de este estudio, que arroja datos suficientes sobre la diversidad local de escarabajos coprófagos, reflejándose en las curvas de especies únicas y duplicadas que decrecen con el incremento del número de trampas. Esto indica que el número de trampas y muestreos fueron suficientes para aproximarse al número de especies para la zona (MORENO, 2001; VILLAREAL *et al.*, 2004). También, se demuestra que el estudio de este grupo de insectos, puede servir para hacer evaluaciones ecológicas de una zona en corto tiempo.

Si bien la utilidad de los escarabajos coprófagos como indicadores de biodiversidad ha sido probada (SPECTOR, 2006), los resultados presentados aquí sirven como herramienta para reforzar los esfuerzos de conservación en esta área. También, esperamos que este estudio sirva para llevar a cabo una investigación más exhaustiva sobre la dinámica temporal de la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos en la zona de estudio, y como herramienta ecológica para conocer la dinámica de los fragmentos de Bs-T secundario en recuperación y otros ecosistemas similares en el piedemonte de la SNSM.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los propietarios de la Reserva Natural "Jardín Las Delicias". A Vicente por su guía y colaboración durante la estadía en la Reserva. A Héctor García por su ayuda y guía en la identificación de los especímenes. A la Universidad del Atlántico por facilitar sus instalaciones, y a los miembros del Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, por su apoyo en campo y colaboración durante la separación de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78.
- BARRAZA, J.M. & MONTES, J.M., 2009.- *Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un paisaje de bosque seco tropical en Bahía Concha, Santa Marta, Colombia*. Tesis de pregrado, Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Barranquilla, Colombia. 60p.
- BOHÓRQUEZ, J.C. & MONTOYA, J., 2009.- Abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre. *Bol. Mus. Entomol. Univ. Valle*, 10 (1) :1-7.
- BORNEMISSZA, G.F., 1960.- Could dung eating insects improve our pastures? *Journal of Australian Insect Agriculture Science*, 26: 54-56.
- BREYTENBACH, W. & BREYTENBACH, G.J., 1986.- Seasonal patterns in dung feeding Scarabaeidae in the Southern Cape. *J. Entomol. Soc. South Africa*, 49: 359-366.
- BUSTOS, L. & LÓPERA, A., 2003.- Preferencia por Cebo de los Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un Remanente de Bosque Seco Tropical al Norte del Tolima (Colombia): 59-65 (en) ONORE, G.; REYES-CASTILLO, P. & ZUNINO, M. (Comps.) *Escarabajos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento*. M3m- Monografías Tercer Milenio, Vol. 21. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza.
- CARBONÓ, E.; TORRIJOS, P. & MARTÍNEZ, J., 2004.- Clave taxonómica para Poaceae (gramíneas) del Parque Nacional Natural Tayrona, Colombia. *Rev. Intropica*, 1 (1): 13-27.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 2001.- *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.
- COLWELL, R.K., 2009.- ESTIMATES: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 8.2. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- COLWELL, R. & CODDINGTON, J., 1994.- Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 345: 101-118.
- DEVENISH, C. & FRANCO, A.M., 2008.- *Directorio Nacional de AICAS de Colombia. Jardín de Las Delicias*. Edición cartográfica: Unidad de SIG - IAvH - Instituto Humboldt - Cartografía y análisis. http://aicas.humboldt.org.co/ficha_aica.php?cod=COXX1
- ESCOBAR, F., 1997.- Estudio de la Comunidad de Coleópteros (Scarabaeidae) en un Remanente del Bosque Seco del Norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 19 (3): 419-430.
- , 1998.- Análisis regional de las comunidades de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los bosques secos de la región Caribe Colombiana: 72-75, Tomo I (en) M.E. CHAVES & N. ARANGO (eds.) *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad - Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente.
- , 2000.- Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *PRIBES-2000*, 1: 197-210.
- ESPARZA, A. & AMAT, G., 2007.- Composición y riqueza de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un gradiente altitudinal de selva húmeda tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo - Barí (Norte de Santander, Colombia). *Actu. Biol.*, 29 (87): 181-192.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W.D., 1982.- *The nesting behavior of dung beetle (Scarabaeinae)*. Instituto de Ecología, México. 220p.
- HALFFTER, G. & FAVILA, M.E., 1993.- The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27: 15-21.
- , 1997.- The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, 72:1-25.
- HALFFTER, G. & MORENO, C., 2005.- Significado de las diversidades alfa, beta y gamma ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78. (in) HALFFTER, G.; SOBERON, J.; KOLEFF, P. & MELIC, A. (eds.) *M3-Monografías 3er Milenio*. CONABIO, DIVERSITAS y S.E.A. Publicaciones de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Vol. 4: 5-18. Disponible en: <http://www.sea-entomologia.org/HALFFTER/M3M4-001.pdf>
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y., 1991.- *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, New Jersey. 520p.
- HILL, M.O., 1973.- Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54 (2): 427-432.
- HOLDRIDGE, L., 1979.- *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 159p.
- HUSTON, M. 1994.- *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge, University Press N.Y. 671p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH), 1998.- Programa de inventarios de la biodiversidad. Grupo de exploración y monitoreo GEMA. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. <http://araneus.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/doc3.pdf>
- JANZEN, H.D., 1982.- Seasonal changes in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pastures. *Oikos*, 33: 274-283.

- JIMÉNEZ, L.; MENDIETA, W.; GARCÍA, H. & AMAT, G., 2008.- Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, 13 (2): 203-208.
- MAGURRAN, A., 1988.- *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. 200p.
- MARTÍNEZ, N.J.; GARCÍA, H.; PULIDO, L.A.; OSPINO, D. & NARVÁEZ, J.C., 2009.- Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology*, 38 (6): 708-715.
- MEDINA, C.A. & KATTAN, G., 1996.- Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva natural de Escalerete. *Cespedesia*, 21:89-102.
- MEDINA, C. & LOPERA, A., 2000.- Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Caldasia*, 21 (1): 70-94.
- MEDINA, C.; LOPERA, A.; VÍTOLO, A. & GILL, B., 2001.- Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2 ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78. (2): 131-144.
- MITTAL, I. ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78.
- MORENO, C.E., 2001.- *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza. 84p.
- NORIEGA, J.A.; SOLIS, C.; ESCOBAR, F. & REALPE, E., 2007.- Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana*, 8 (1): 77-86.
- NORIEGA, J.A.; SOLIS, C.M.; QUINTERO, I.; JEREZ, L.G.; GARCÍA, H.G. & OSPINO, D.A., 2006.- Registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia. *Caldasia*, 28 (2): 379-381.
- PECK, B. & FORSYTH, A., 1982.- Composition, structure and comparative behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Can. J. Zool.*, 60: 1624-1634.
- PULIDO, L.A.; RIVEROS, R.A.; GAST, F. & VON HILDEBRAND, P., 2003.- Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de Chiribiquete", Caquetá, Colombia (Parte I): 51-58 (en) ONORE, G.; REYES-CASTILLO, P. & ZUNINO, M. (eds.) *Escarabajos de Latinoamérica: Estado de su conocimiento*. Monografías Tercer Milenio, Vol. 3, SEA, Zaragoza.
- RIVERA, C. & WOLFF, M., 2007.- *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae): distribución en América y dos nuevos registros para Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.*, 33 (2): 190-192.
- ROUGON, D. & ROUGON, C., 1991.- Dung beetles of the Sahel Region: 230- 254 (in) HANSKI, I. & Y. CAMBEFORT (eds.) *Dung beetle ecology*. Princeton University, New Jersey.
- SPECTOR, S., 2006.- Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin*, Monograph Number 5: 71-83.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. & EDMONDS, W.D., 2007.- *Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas*. Versión 2.0 Español. 30p.
- VILLAREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. & UMAÑA, A., 2004.- *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.

HISTOLOGÍA DE *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA) COMO APORTE ENTOMOLÓGICO*

PARTE I: REGIONES CORPORALES, ORGANIZACIÓN ANATÓMICA E INTEGUMENTO.

Alfonso Villalobos-M.¹, Juan Carlos Agudelo M.² y Dagoberto Manuel Arrieta P.³

Resumen

Se realizaron cortes histológicos en planos horizontal, vertical y sagital, usando cabezas y protórax de abeja, con el objetivo de aportar material docente a la asignatura: Electiva Profesional I - Entomología Avanzada. Las láminas fueron seleccionadas por su calidad y se escogieron las mejores para tomar fotos digitales. Se señalaron estructuras y detalles importantes, con los cuales se realizó el presente documento.

Palabras clave: docencia, epidermis, histología, insectos.

HISTOLOGY OF *APIS MELLIFERA* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA) AS AN ENTOMOLOGICAL CONTRIBUTION.

PART I: BODY REGIONS, ANATOMICAL ORGANIZATION AND INTEGUMENT.

Abstract

Histological cuts were made in transverse, vertical and sagittal planes, using bees' heads and prothorax with the purpose of contribute with teaching material to the subject: Professional Elective I - Advanced Entomology. The prints were selected because of their quality and the best ones were chosen to be digitally photographed. Structures and important details were pointed out which made possible the making of this document.

Key words: teaching, epidermis, histology, insects.

* FR: 2-III-2010. FA: 22-VI-2010

¹ Director Grupo de Investigaciones Entomológicas y Ambientales –GENA–. Profesor Asociado UIS. Calle 9 con carrera 27, Edificio Camilo Torres. Consultor Corporación CTAS. Consultor FUSDECOL. E-mail: alfvillalmo@gmail.com

² Biólogo UIS. Estudiante de Maestría en Entomología, Universidad Nacional de Colombia. E-mail: jcagudelo@gmail.com

³ Profesor Asociado UIS. Director Laboratorio de Histotecnica, Universidad Industrial de Santander. Calle 9 con carrera 27, Edificio Camilo Torres. E-mail: darrietadap@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En entomología, el conocimiento de la morfología del insecto es muy importante para comprender su origen, fisiología, taxonomía, evolución, comportamiento, etc., razón por la cual, dicho estudio es ampliamente utilizado. Sin embargo, la anatomía y la histología se estudian sólo a nivel teórico o se realizan algunas pocas prácticas puntuales, creando serios vacíos cuando se pretende profundizar en temas específicos. Está claro que existen gráficos, esquemas y dibujos detallados, que a pesar de estar a blanco y negro (y tener cierta antigüedad), fueron realizados con calidad y precisión, y son utilizados como textos de apoyo en procesos de disección e interpretación de la anatomía de los insectos. Algunos de estos esquemas pueden ser encontrados en SNODGRASS (1935), WIGGLESWORTH (1956), ROSS (1967), CORONADO & MÁRQUEZ (1976), BORROR *et al.* (1989), DE LA FUENTE (1994) y OSUNA (1995).

También es posible encontrar fotografías y descripciones histológicas de gran calidad y con un excelente contenido. Algunos son el resultado de disecciones y montajes *in toto* como los que se observan en SÁNCHEZ *et al.* (2000) y VILLALOBOS *et al.* (2009), en otros casos son citologías como las de BRUN *et al.* (1995) y CASELÍN *et al.* (2008), cortes para microscopía óptica como en AYALI *et al.* (2002) y NICULITA *et al.* (2007), o imágenes de microscopía electrónica como en HARTFELDER (2000), SÁNCHEZ *et al.* (2000) y CURRIE *et al.* (2006).

El objetivo de este trabajo fue establecer una metodología para realizar montajes permanentes de tejidos de insectos bajo las condiciones del Laboratorio de Histotecnica-UIS, generando material didáctico que complementa el estudio de la anatomía y la histología de insectos, y finalmente, realizar breves descripciones de los cortes obtenidos usando la literatura disponible.

TÉCNICAS HISTOLÓGICAS

Las técnicas histológicas usadas en entomología van desde la observación macroscópica de órganos y estructuras, hasta el reconocimiento de modificaciones celulares y estudio de cromosomas politénicos. En general, estas técnicas se dividen en:

Montajes *in toto*. Se usa la estructura completa y se realizan las observaciones directas, haciendo tinción con productos poco específicos, como azul de metileno. Algunas aplicaciones de esta técnica se observan en el análisis de estructuras en ontogenia pupal, seguimiento de modificaciones tegumentarias, estructura de gónadas y tubo digestivo (SÁNCHEZ *et al.*, 2000; VILLALOBOS *et al.*, 2009). Los montajes *in toto* son usados en procesos de diafanización para analizar genitalia de lepidópteros, coleópteros y hemípteros (WOODRUF, 1973; YÉLAMOS, 1990; HERNÁNDEZ & ORTUÑO, 1992; BAHILLO DE LA PUEBLA, 1996; GUTIÉRREZ-S., 1999; CASTAÑEDA *et al.*, 2007; MURILLO, 2007).

Cortes histológicos. Son usados para el estudio detallado de tejidos, y pueden ser seriados o no, dependiendo de los objetivos del trabajo. En el presente documento se aplica esta técnica, la cual presenta un mayor grado de complejidad y requiere gran experiencia en la elaboración de los montajes e interpretación de los mismos.

Como los insectos presentan un exoesqueleto rígido y un interior con órganos blandos y delicados, se plantean desafíos en el momento de elaborar los cortes, pues se podrían deteriorar los órganos internos o fracturar el integumento. La elaboración de cortes histológicos tiene cinco pasos básicos:

1. Fijación. Consiste en someter los tejidos a sustancias que impidan la variación sustancial tanto de la forma como de la constitución celular. En entomología son usados por lo general fijadores como la solución Carnoy, la solución Bouin, el FAA (usado en plantas pero también en insectos) y el FAATD, este último usado en el presente trabajo. Es importante ajustar la información encontrada en otras experiencias, a las necesidades propias y especialmente a las dimensiones de la muestra.

2. Deshidratación. Consiste en reducir el nivel de agua de la muestra a través del paso por una serie de alcoholes que van desde etanol 70% hasta etanol 100%, mezcla de etanol-xilol 50-50 y xilol 100%. Este proceso garantiza que el fijador sea reemplazado por xilol que por su alta volatilidad facilita el paso siguiente.

3. Impregnación. Consiste en incorporar a la muestra algún tipo de medio sólido o semisólido que permita realizar un buen corte. Para este fin, pueden ser usados geles, plástico, combinaciones de gel-parafina o sencillamente parafina, que por su economía y fácil manipulación suple las necesidades de cualquier laboratorio de histotecnía. En el caso de los insectos, este paso debe realizarse con especial cuidado, puesto que la naturaleza impermeable del exoesqueleto genera problemas en la entrada de parafina. Así, la entrada está determinada por el nivel de esclerotización del segmento a tratar, de tal manera que en el abdomen se facilita la entrada de parafina mientras que en la cabeza el proceso se hace más lento.

4. Corte. De manera tradicional se han usado micrótomos con cuchillas de acero. También existe el criostato, que corta muestras que han sido congeladas con nitrógeno líquido.

5. Tinción. La coloración celular y de tejidos es una combinación de fenómenos físicos y químicos. Los físicos son absorción, capilaridad y ósmosis, y los químicos están definidos por la afinidad de colorantes básicos por componentes ácidos y viceversa. Las sustancias utilizadas son muy diversas, pero en la UIS se usa frecuentemente hematoxilina, eosina, azul de metileno, azul de toluidina y Sudan III, entre otras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se contó con un micrótomos marca *American Optical Corporation*, un baño maría marca *Lipshaw*, cuchillas desechables de acero inoxidable, un dispensador de parafina *Tissue TeK*, parafina en lentejas *Paraplast*, láminas portaobjetos y cubreobjetos, canastillas metálicas, cajas de madera, una batería de alcoholes, albúmina de Mayer, bálsamo del Canadá y una batería de tinción de hematoxilina-eosina (Figura 1).

Se realizaron cortes histológicos seriados de cabeza y protórax de *A. mellifera*, en planos vertical, horizontal y sagital. En la Figura 2 se observan ejemplos de los

tipos de cortes realizados. **Vertical:** (a la izquierda) se identifican los ocelos en la parte superior, los ojos a los lados y componentes del aparato maxilolabial abajo. **Horizontal:** (a la derecha) se reconocen los ojos en posición lateral. **Sagital:** (abajo) se observa el cerebro, apéndices cefálicos y partes del cuello (este plano presentó el mayor nivel de fragmentación). Se ensayó con tres tiempos de ablandamiento con KOH (10, 15 y 30 minutos), tres soluciones de fijación (FAA, FAADMSO y FAATD) y cuatro tiempos de fijación (12, 24, 48 y 72 horas). Además, se evaluaron tres tiempos de impregnación en parafina (24, 48 y 72 horas).



Figura 1. Laboratorio de Histotecnia con los materiales utilizados.

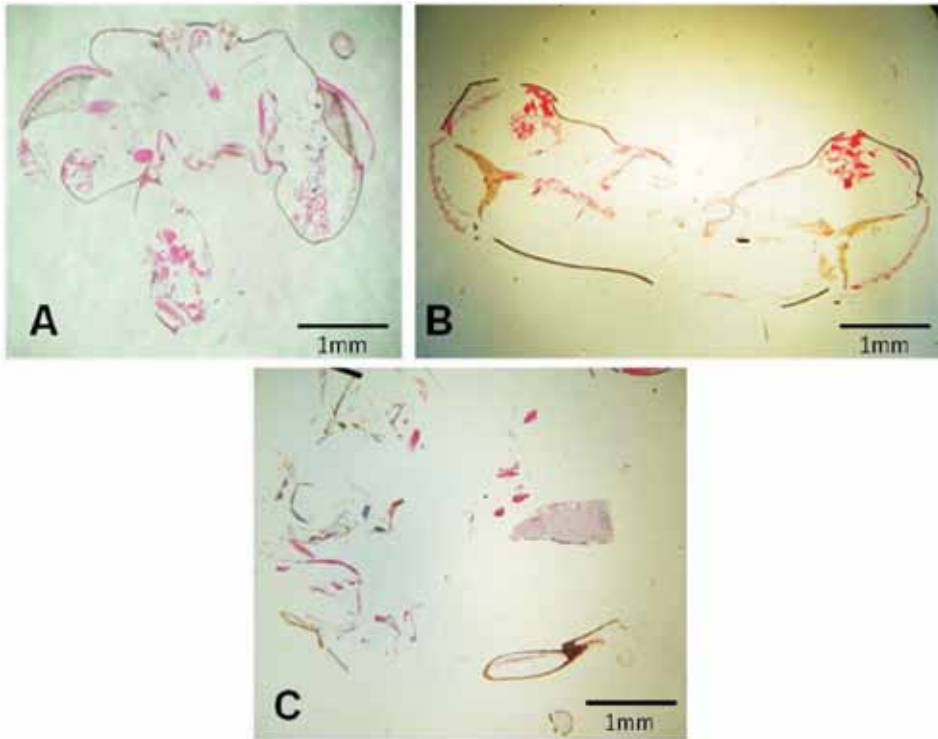


Figura 2. Planos de los cortes realizados. A: vertical. B: horizontal. C: sagital.

RESULTADOS

Se realizaron más de mil cortes, que fueron organizados en 310 montajes permanentes, de los cuales se seleccionaron 152 láminas por la calidad del montaje. En la Figura 3, se observa un corte con evidente deterioro (izquierda) y uno de los cortes seleccionados por buena calidad y poca fragmentación (derecha), e incluso se observan numerosos detalles. A los mejores montajes se les hicieron fotos digitales con una cámara *SONY Cybershot* adaptada a un microscopio *Olympus*, obteniéndose 191 fotografías que fueron analizadas y procesadas con la ayuda de los programas *Microsoft Office Picture Manager*, *CorelDraw Graphics Suite X3* y *Adobe Photoshop CS2*.

Los ensayos demuestran que el uso de KOH permite lograr mejores resultados, pero que más de 15 minutos provocan notable deterioro de los tejidos. Además, se concluyó que debido a que la impregnación de parafina es uno de los pasos que presenta mayores inconvenientes por la impermeabilidad y grosor del integumento (especialmente la cabeza de los insectos), el uso de FAATD durante más de 48 horas permitió obtener los mejores montajes, puesto que se aumenta la entrada de parafina. También se concluyó que el mayor tiempo de impregnación en parafina determinó la mejor calidad de los montajes.

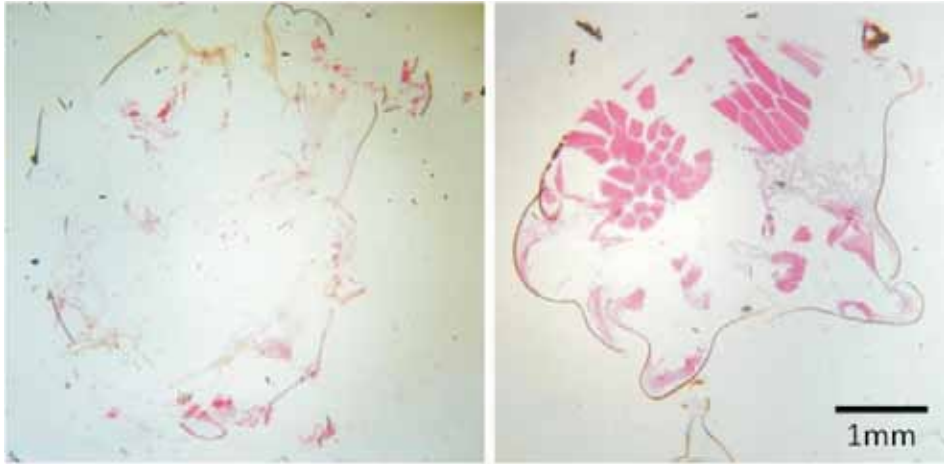


Figura 3. Ejemplo de cortes verticales obtenidos a nivel de protórax.

Con el propósito de comprender e interpretar mejor los resultados, la información está organizada en siete secciones de las cuales se presentan las primeras tres en el presente documento. En cada sección se muestran algunas de las imágenes digitales obtenidas, se señalan algunas estructuras y se hacen breves descripciones.

I. Regiones corporales y organización anatómica

En la Figura 4A, se observan las regiones corporales de la siguiente manera: el **tergo** en posición dorsal y que se reconoce como la placa más grande, el **esterno** en posición ventral es la placa más pequeña, y las **pleuras** se observan como zonas laterales plegadas. En la Figura 4B, se observa la organización anatómica de los insectos (similar a la de anélidos y artrópodos en general). Dorsalmente se encuentra el sistema circulatorio constituido por el vaso aórtico, en el centro está el sistema digestivo representado por un corte de esófago, y ventralmente el sistema nervioso específicamente el cordón nervioso ventral (CNV). En la Figura 5 se indican los diafragmas dorsal y ventral que separan la cavidad corporal de los insectos en sus tres senos o lagunas (lo que define al sistema circulatorio como abierto o lagunar). Dorsalmente se señala el **seno pericárdico**, hacia el centro se observa el **seno perigástrico** y ventralmente el **seno perineural**.

En la Figura 6 se observan detalles de un corte transversal de esófago, donde se evidencia una capa quitinosa interna, ubicada hacia la luz del tubo, lo cual expone su origen tegumentario, incluso se notan las formas hexagonales características de la deposición de quitina en lamelas. En la misma figura, se observan cortes transversales de la musculatura oblicua y circular del tubo digestivo.

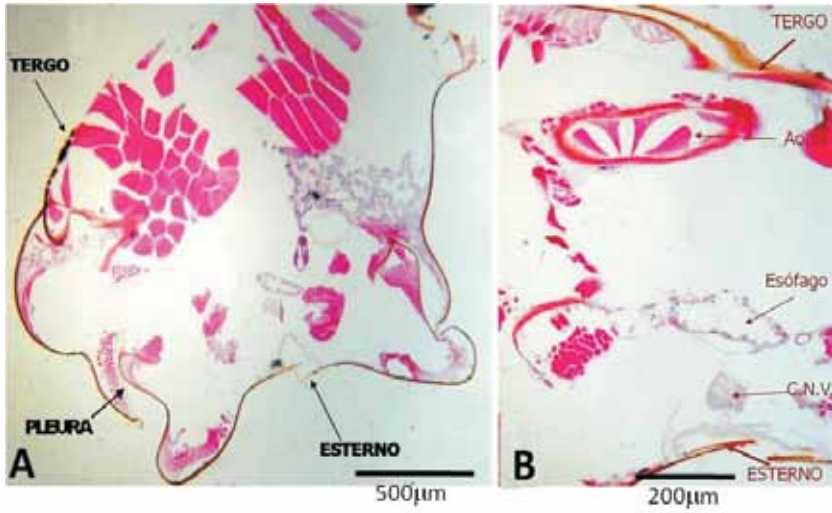


Figura 4. A: regiones corporales. B: organización anatómica.



Figura 5. Organización anatómica: diafragmas y senos.

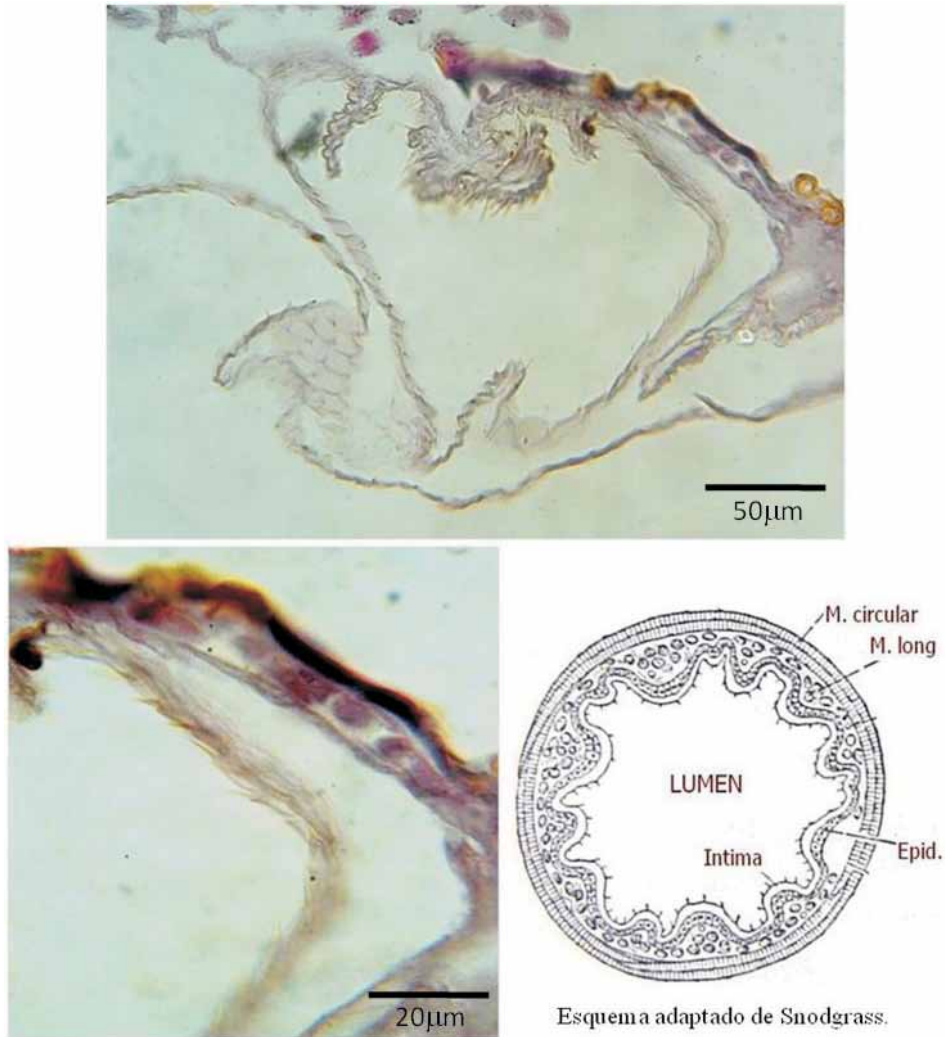


Figura 6. Corte transversal a nivel de esófago. Esquema adaptado de SNODGRASS (1935).

II. Integumento

El integumento de los insectos, y de los artrópodos en general, presenta dos componentes básicos: *epidermis* y *cutícula* (Figura 7). El primero es una sola capa de células con apariencia sincitial, y el segundo se encuentra formado por quitina, varios tipos de proteínas, componentes fenólicos y pigmentos, en combinaciones que varían según la región corporal y capa cuticular (epicutícula, exocutícula y endocutícula). La cutícula tiene un grosor entre 100 y 300 µm, y es secretada por la epidermis siguiendo una disposición en lamelas según el modelo parabólico o perfil de equilibrio (Figura 7) (RESH & CARDÉ, 2003).

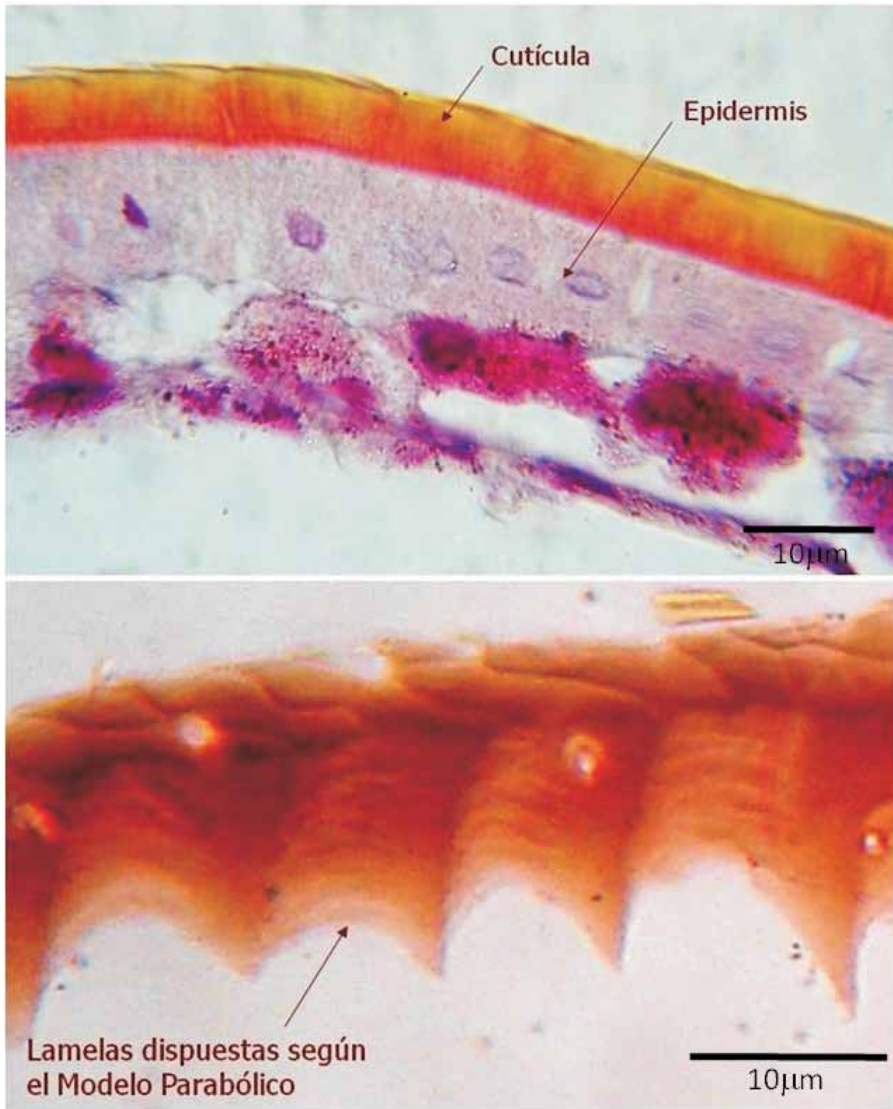


Figura 7. Estructura del integumento.

Al integumento se le considera un tejido dinámico con responsabilidades diversas como la reelaboración de la cutícula cada vez que un insecto hace ecdisis, la participación en procesos glandulares y la conformación de varios órganos de los sentidos (RESH & CARDÉ, 2003). La importancia del integumento también radica en ser el límite protector, evitando la entrada de agentes patógenos, e impidiendo la salida de agua. Además, presenta numerosas modificaciones que le aportan al insecto sitios de inserción muscular, puntos de articulación, gran rigidez y flexibilidad, etc.

III. Modificaciones integumentarias

Dentro de las modificaciones integumentarias de los insectos existen las siguientes clases: **apodemas** (fragmas y tendones), **procesos externos** (cuernos, setas, espinas, nódulos, estrías, etc.), **suturas** (líneas, pseudosuturas y suturas verdaderas) y **articulaciones** (membranas articulares y articulaciones específicas). La mayoría de estas estructuras son observadas con facilidad realizando disecciones muy sencillas, sin embargo otras, como los tendones, sólo se aprecian si se hacen cortes microscópicos. En las láminas permanentes de *A. mellifera*, se pudieron observar algunas de estas modificaciones.

Tendones (Figura 8): corresponde a una clase de modificación interna que consiste en células epidérmicas que se alargan para unirse a cada una de las fibrillas musculares, las cuales también presentan sus propias modificaciones para acoplarse, llamadas tonofibrillas.

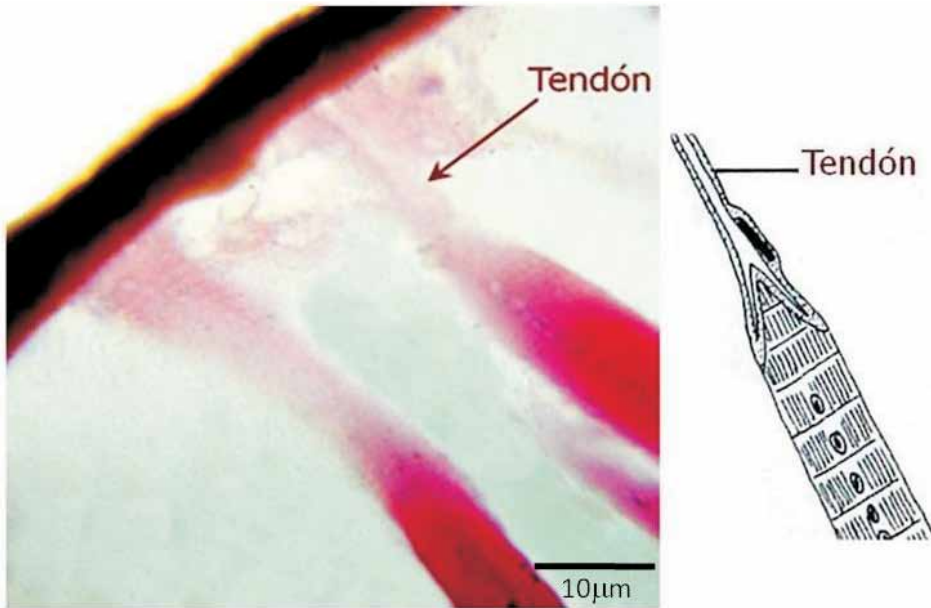


Figura 8. Tendones. La banda oscura es la cutícula y las dos estructuras eosinófilas son fibras musculares a nivel de pronoto. Esquema adaptado de SNODGRASS (1935).

Setas (Figura 9): son modificaciones externas donde intervienen dos células epidérmicas. La **tricógena**, forma el componente filiforme que sobresale, y la **tormógena**, crea el espacio para que la primera se mueva libremente y cumpla con sus funciones sensitivas sin riesgo de fracturarse. En algunos casos, toda la estructura es ocupada por una célula secretora de origen mesodérmico, y se convierte en una seta glandular.

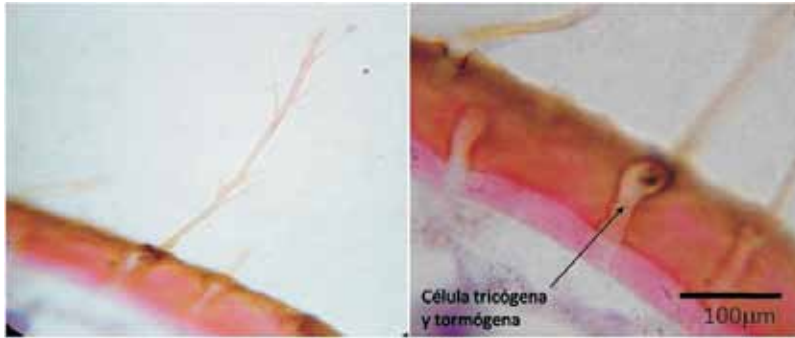


Figura 9. Setas de un corte vertical de cabeza. A la izquierda una seta ramificada observada en la región occipital.

Sensilas (Figura 10): en los cortes de antenas y palpos de *A. mellifera* se identificaron dos tipos de sensilas. Las *setáceas* que tienen forma de pelo corto y se encuentran relacionadas con la recepción de estímulos mecánicos y químicos, y las *placódeas* que tienen forma de copa y cumplen funciones de recepción de estímulos térmicos y químicos.

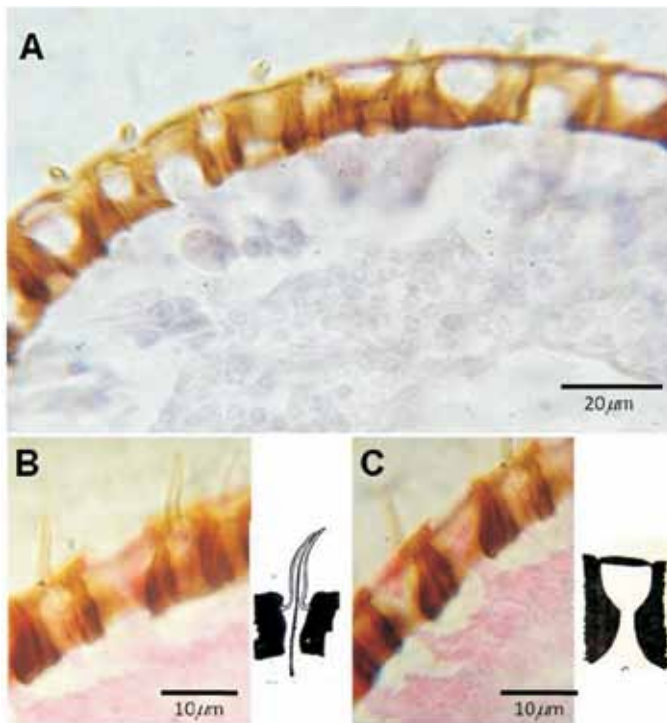


Figura 10. Sensilas. A: corte de antena con abundantes sensilas y neuronas. B: sensila setácea. C: sensila placodea. Esquemas adaptados de SNODGRASS (1935).

Articulaciones (Figura 11): se definen como modificaciones externas que se convierten en espacios de inflexión y apoyo. Se clasifican en dos grupos, las **membranas articulares** que corresponden a zonas originalmente no esclerotizadas (por ejemplo: las membranas intersegmentarias y las pleuras), y las **articulaciones específicas** (monocondílicas y dicondílicas) que se caracterizan por ser puntos de contacto entre dos escleritos. En la Figura 11 se observa el detalle de una **articulación específica** (a la izquierda) donde se hace evidente la presencia de un cóndilo mandibular, y un corte a nivel de cuello (a la derecha) mostrando la **articulación dicondíllica** que une la cabeza con el protórax.

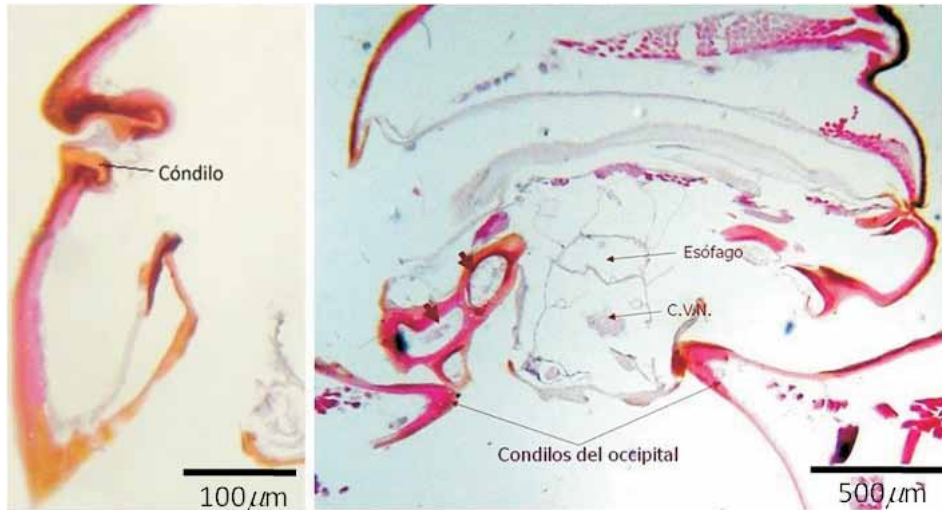


Figura 11. Articulaciones específicas. En la figura de la derecha se señalan los cóndilos occipitales y los escleritos cervicales (flechas gruesas).

Córnea (Figura 12): modificación netamente cuticular que corresponde a la parte más externa del ojo compuesto. Se observa al microscopio como una capa gruesa y eosinófila. La modificación forma un lente hexagonal de superficie convexa llamado faceta (Figura 12, foto de abajo). Las células epidérmicas (debajo de la córnea) se modifican y especializan para formar complejas estructuras fotorreceptoras llamadas ommatidas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a todas y cada una de las personas que hicieron posible este artículo, especialmente a nuestras familias y amigos por su paciencia en los momentos en que no estuvimos presentes por estar realizando esta investigación. A nuestros amigos Wilson Medina (q.e.p.d.), Jorge Villamizar Cobos, Arnaldo Báez, Jorge Niño Rondón, Adolfo Hernández García e Inés Johanna Gómez por su colaboración y acompañamiento permanente. A los doctores Jaime Alberto Camacho Pico, Sergio Isnardo Muñoz Villareal y Óscar Gualdrón por su apoyo para

asistir al XXXV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología en la ciudad de Cali, donde se presentaron avances de este trabajo.

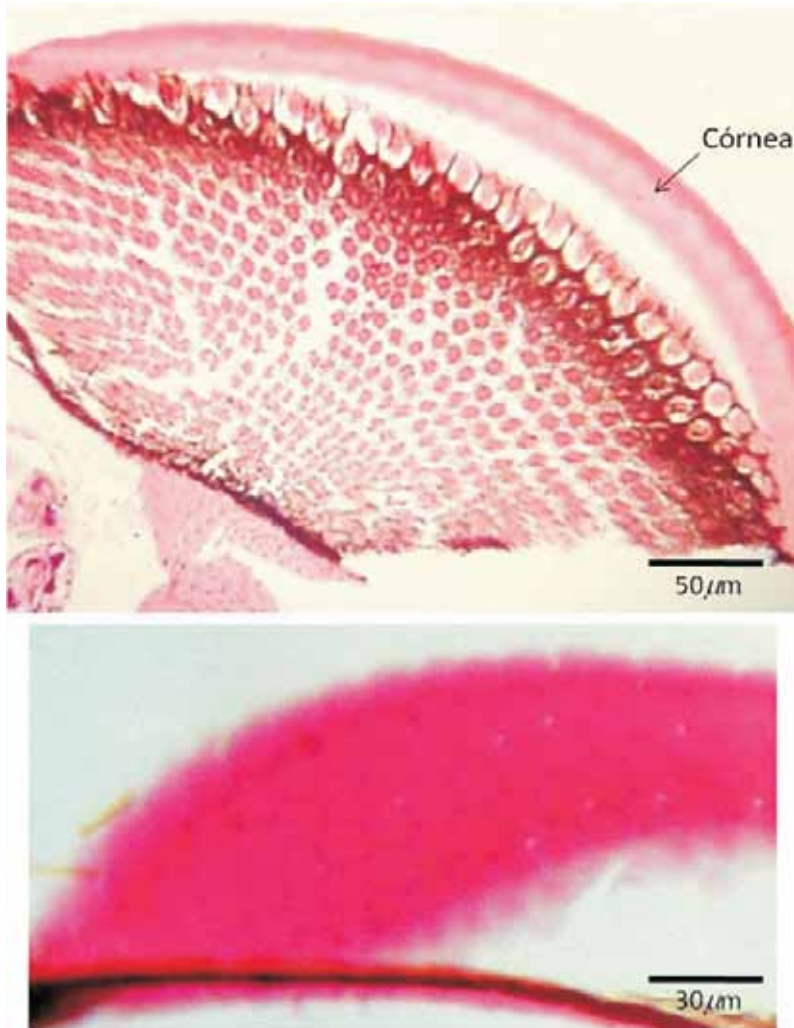


Figura 12. Córnea. Abajo, un corte superficial, mostrando la forma hexagonal de las facetas.

BIBLIOGRAFÍA

- AYALI, A.; ZILBERSTEIN, Y. & COHEN, N., 2002.- The locust frontal ganglion: a central pattern generator network controlling foregut rhythmic motor patterns. *Journal of Experimental Biology*, 205: 2825-2832.
- BAHILLO DE LA PUEBLA, P., 1996.- Sobre la recolección, tratamiento y conservación de los cerambícidos. *Bol. SEA*, 14: 55-62.

- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, C.M., 1989.- *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing, USA. 875p.
- BRUN, L.O.; STUART, J.; GAUDICHON, V.; ARONSTEIN, K. & FRENCH-C., R.H., 1995.- Functional haplodiploidy: A mechanism for the spread of insecticide resistance in an important international insect pest. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 92: 9861-9865.
- CASELÍN-C., S.; LLANDERAL-C., C.; RAMÍREZ-C., A.; SOTO-H., M. & MÉNDEZ-M., J.T., 2008.- Caracterización morfológica de hemocitos de la hembra de *Dactylopius coccus* (Hemiptera: Coccoidea). *Agrociencia*, 42: 349-355.
- CASTAÑEDA-V., A.; VALDEZ-C., J.; EQUIHUA-M., A.; GONZÁLEZ-H., H.; ROMERO-N., J.; SOLÍS-A., J.F. & RAMÍREZ-A., S., 2007.- Genitalia de tres especies de *Heilipus* (Coleoptera: Curculionidae) que dañan frutos de aguacate (*Persea americana*) en México y Costa Rica. *Neotropical Entomology*, 36 (6): 914-918.
- CORONADO, P. & MÁRQUEZ, A., 1976.- *Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de los insectos*. Limusa-Wiley, México. 282p.
- CURRIE, C.R.; POULSEN, M.; MENDENHALL, J.; BOOMSMA, J.J. & BILLEN J., 2006.- Coevolved crypts and exocrine glands support mutualistic bacteria in fungus-growing ants. *Science*, 311: 81-83.
- DE LA FUENTE, J.A., 1994.- *Zoología de Artrópodos*. Interamericana / McGraw-Hill, Madrid, España. 805p.
- GUTIÉRREZ-S., F., 1999.- Valor de la genitalia como carácter taxonómico en la identificación de géneros de Apiomerini (Hemiptera: Reduviidae). *Bioagro*, 11 (1): 29-39.
- HARTFELDER, K., 2000.- Insect juvenile hormone: from "status quo" to high society. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, 33 (2): 157-177.
- HERNÁNDEZ, J.M. & ORTUÑO, V.M., 1992.- Estudio de la genitalia femenina en *Iberodorcadzon* (Breuning, 1943) y comentarios sobre su valor taxonómico (Coleoptera: Cerambycidae). *Graellsia*, 48: 91-97.
- MURILLO, L.R., 2007.- Un método para la identificación de tres especies crípticas de *Protesilaus* (Lepidoptera: Papilionidae) del sur de Brasil, basado en su morfología genital. *Rev. Biol. Trop.*, 55 (2): 665-671.
- NICULITA, H.; BILLEN, J. & KELLER, L., 2007.- Comparative morphology of cephalic exocrine glands among castes of the black ant *Lasius niger*. *Arthropod Structure and Development*, 36: 135-141.
- OSUNA, E., 1995.- *Morfología del exoesqueleto de los insectos*. Volumen I: Origen y evolución, el exoesqueleto y Volumen II: Trabajo de laboratorio. Anaco Editores, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 475p.
- RESH, V. & CARDÉ, R., 2003.- *Encyclopedia of Insects*. Elsevier Science, USA. 1295p.
- ROSS, H., 1967.- *A text book of Entomology*. John Wiley, New York, USA. 539p.
- SÁNCHEZ, P.A.; SÁNCHEZ, F.; CAETANO, F.H. & JAFFÉ, K., 2000.- El tubo digestivo en adultos de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): Morfología y ultraestructura. *Bol. Entomol. Venez.*, 15 (2): 195-216.
- SNODGRASS, R.E., 1935.- *Principles of Insect Morphology*. McGraw-Hill, London, England. 667p.
- VILLALOBOS-M., A.; AGUDELO-M., J.C.; BARAJAS-S. A.F.; HERRERA-Q., S. & CÉSPEDES, J.C., 2009.- Cambios morfológicos durante la ontogenia del estado pupal de *Melanoloma viatrix* (Diptera: Richardiidae). *Rev. Col. Entomología*, 35 (1): 98-100.
- WIGGLESWORTH, V.B., 1956.- *Insect physiology*. 5th Ed. Methuen & Co., London, England. 134p.
- WOODRUF, R.E., 1973.- *Arthropods of Florida and Neighboring Lands Areas*. Volume 8: The Scarab beetles of Florida (Coleoptera: Scarabaeidae Part I). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida, USA. 220p.
- YÉLAMOS, T., 1990.- Preparación de genitalias de insectos. *Bol. SEA*, 8: 35-36.

DESCRIPTION OF NEW SPECIES AND NEW RECORDS OF RIODINIDS (LEPIDOPTERA, RIODINIDAE) FROM COLOMBIA*

Gabriel Rodríguez¹, Julián A. Salazar E.² y Luis M. Constantino³

Abstract

In the present study, seven new species of Riodinidae from Colombia are described based on material deposited in the authors' collections and by comparative analysis of literature and revision of other collections in Colombia: *Colaciticus seitzii* n. sp., *Lucillella aphrodita* n. sp., *Euselasia tenebrosa* n. sp., *Machaya aenigmatica* n. sp., *Esthemopsis chocoana* n. sp., *Adelotypa andresi* n. sp., and *Symmachia titiana occidentalis* n. ssp. New records of thirteen species belonging to the genera *Esthemopsis*, *Themone*, *Napaea*, *Cyrenia*, *Menander*, *Euselasia*, *Symmachia*, *Ithomeis*, *Nahida*, *Pachytone* and *Panaropsis*, are also presented and comments on the taxonomic status of each species are provided.

Key words: Colombia, Ecuador, mimicry, Rhopalocera, Riodinidae, new taxa, new records.

DESCRIPCIÓN DE NUEVAS ESPECIES Y NUEVOS REGISTROS DE RIODINIDOS (LEPIDOPTERA: RIODINIDAE) PARA COLOMBIA

Resumen

En el presente trabajo se describen siete nuevas especies de Riodinidae para Colombia basados en material depositado en la colección de los autores y por análisis comparativo al revisar otras colecciones colombianas: *Colaciticus seitzii* sp. n., *Lucillella aphrodita* sp. n., *Euselasia tenebrosa* sp. n., *Machaya aenigmatica* sp. n., *Esthemopsis chocoana* sp. n., *Adelotypa andresi* sp. n., y *Symmachia titiana occidentalis* ssp. n. Se presentan nuevos registros de trece especies descritas previamente pertenecientes a los géneros *Esthemopsis*, *Themone*, *Napaea*, *Cyrenia*, *Menander*, *Euselasia*, *Symmachia*, *Ithomeis*, *Nahida*, *Pachytone* y *Panaropsis* y se suministran comentarios taxonómicos de cada una.

Palabras clave: Colombia, Ecuador, mimetismo, Rhopalocera, Riodinidae, nuevos taxa, nuevos registros.

INTRODUCTION

Colombia is one of the richest Neotropical countries in species of Riodinidae (CALLAGHAN, 1985), and proof is the constant discovery of new species in our diverse ecosystems, particularly from the tropical humid forest. Other species already described, today are very rare and known only from one or two specimens

* FR: 30-VI-2010. FA: 10-I-2011

¹ Ingeominas, Medellín, Colombia. E-mail: gabrieldimera@yahoo.com

² Centro de Museos, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: julianadolfo@gmail.com

³ Museo Entomológico Marcial Benavides, Cenicafé, km 4, Chinchiná, Colombia.

E-mail: luismiguel.constantino@hotmail.com

deposited in natural history museums or other institutions (THIEME, 1907; SEITZ, 1924; BROWN, 1993; D' ABRERA, 1994; JAUFFRET & JAUFFRET, 2009). The purpose of this paper is to describe some of the new species collected over the past 25 years and disclose the presence of rare species from Colombia through new records.

METHODS

The specimens of the genera and species dealt with here are deposited in the collections of the authors. Exceptions are *Themone pulcherrima* (Herrich-Schäffer, 1853), located in the entomological collection of the University of Nariño (Pasto) and *Menander aldasi* (Hall & Willmott, 1995) deposited in the collection of the Alexander von Humboldt Research Institute (Villa de Leyva, Boyacá). Extended specimens are described using the morphological character terminology of adults following SALAZAR & CONSTANTINO (2007). The character terminology of the wings and genitalia is adapted from BEUTELSPACHER (1975) and DE VRIES (1997). Literature is cited in the text and in the reference section.

Specimens were examined from the following public and private collections and the collections acronyms used throughout the text are listed below:

IAvH: Instituto de investigaciones Alexander von Humboldt, Villa de Leyva (courtesy Edwin Daniel Torres auxiliar de colecciones biológicas).

MHN-UC: Museo de Historia Natural-Universidad de Caldas, Julián Salazar, Manizales (CJS), Caldas.

CGR: Germán Ramírez collection, Mitú, Vaupés.

CFC: Constantino Family collection, Cali, Valle.

CJIV: José I. Vargas collection, Villamaría, Caldas.

CUN: Biology Department, Universidad de Nariño collection, Pasto, Nariño (material recorded by Ana Milena Mora).

FW: Forewing.

HW: Hindwing.

RESULTS

New Species

Genus *Colaciticus* Stichel, 1910

The genus *Colaciticus* was created by H. Stichel in 1910 to include 2 or 3 species of Riodinidae singular for imitating several species of diurnal moths with their yellow coloration. One of this species, *C. jordani* Seitz 1917, described from Brazil is considered by CALLAGHAN & LAMAS (2004) a synonym for an infrasubspecific form of *C. johnstoni*, Damatt 1904, the type species of the genus. However the color pattern of both entities is different, therefore *C. jordani* should be considered as good species (*status rest.*). We have an example close to *jordani*, from the Magdalena River far removed from the Brazil region and is consequently denominated:

1.- *Colaciticus seitzii* Salazar, Constantino & Rodríguez, **n. sp.** (Plate II, Fig. 10, 11)

Holotype: male, COLOMBIA, **TOLIMA:** Fresno-La Parroquia (oil field), at 800 m, VIII-1999, José I. Vargas *leg.* Deposited in the collection MHN-UC, Julián A. Salazar (CJS), Manizales, Colombia.

Diagnosis

Male (Figs. 10-11): forewing length 18 mm. DFW black interrupted by two characteristic yellow spots. The first small and isolated, circumscribed in the basal submedial area and separated from the other even smaller oval spot by a black oblique stripe which limits it to the upper medial area. Apical and marginal area wide and black as in *C. jordani*. HW with the same pattern and color. Underside with a notable yellow spot that extends from the costal margin to the postmedial area, but unlike *jordani*, it terminates in the upper post basal area, while in *jordani* it ends in the basal region. This spot on the new species presents a more concave entry at the lower edge, while *jordani* is well rounded. The VHW has the same coloration and position of the spots. This new species also differs from *C. jordani* by the absence of the silver premarginal line present on the HW of this last species. Head with elongated palps typical for the genus, thorax and abdomen dark brown except for the latter with a yellow spot located on each side. Short antennae but with elongated antenal club culminating in a point.

Female unknown.

Male genitalia (Fig. 55-56) as illustrated. Atypical, Uncus broad and slightly curved distally; Tegumen twice as large as the Uncus, with margins curved distally and basally; two falces curved dorsally at an angle of 45°, tapering to pointed tip; Vinculum very narrow and long, slightly curved distally; Valvae very narrow and long, slightly curved distally with a peculiar tip armed with a round ball with rows of microspines; Aedeagus long and curved basally with a pointed tip. Everted vesica bulbous at base with two flat process of the same size aligned laterally to the Aedeagus.

Etymology: the species name alludes to the famous German lepidopterist Adalbert Seitz (1869-1938) who contributed significantly to the study of the Neotropical Riodinidae and described in 1917 two of the four known species of *Colaciticus*, *C. jordani* and *C. banghaasi*.

Discussion: SEITZ (1917: 672) noted that the species of *Colaciticus* mimic moths of the genus *Cyloppoda* Dalman, 1823. Indeed, this new species along with *Colaciticus jordani* faithfully imitates the wing spots and coloration of *Cyloppoda latiflava* Warren, 1905 of Colombia and *Cyloppoda expansifascia* Prout, 1917 of Bolivia. Both *Colaciticus banghaasi* mimics *Cyloppoda radiata* Warren, 1906 in Brazil and *Colaciticus johnstoni* mimics *Cyloppoda osirisprotmeta* Prout, 1938 in Peru and Ecuador (LEWIS & COVELL, 2008). Likewise, certain other Riodinids resemble *Colaciticus* and *Cyloppoda* in wing pattern, such as the female of *Setabis myrtis* Wetswood, 1851 and diverse species of the genus *Chamaelimnas* Felder, 1863. No more individuals of *C. seitzii* were subsequently seen despite numerous returns to the type locality.

Genus *Lucillella* Strand, 1932

A unique Andean genus described in 1932, consisting of six species: *Lucillella camissa* (Hewitson, 1870) from E. Ecuador and S.E. Colombia, *L. asterra* (Grose-Smith, 1989) from the Central Cordillera, Antioquia, Colombia, *L. suberra* (Hewitson, 1877) from E. Ecuador, *L. pomposa* (Stichel, 1910) from S.E. Peru, *L. splendida* Hall & Harvey, 2007 from the Eastern Cordillera, Boyacá, Colombia, and *L. arcoirisa* Hall & Willmott, 2010 from S. Ecuador, but in this paper a new species from W. Colombia is described, raising the total to seven known species, being Colombia the richest country with four species. *L. asterra* was described from our country (GROSE-SMITH, 1898: 72) and the holotype figured shortly afterwards without apparently mentioning any specific locality capture data (GROSE-SMITH, 1902: Pl. D). In recent times D`ABRERA (1994: 1025) provided a full color photo of the type with capture data as the locality of Valdivia, located in Antioquia, central mountain range. We have specimens of the same mountain range from the localities of Amagá, Amalfi, Envigado and Rionegro, Antioquia which coincide in all respects with this species morphotype. However, recently we found other specimens from the Western Cordillera, west slope, which differ significantly in the form of the scarlet red FW spot and by the extension of the silver-white spot on the HW, here much more extensive and manifest. From these differences we recognize as a new species:

2.- *Lucillella aphrodita* Rodríguez, Salazar & Constantino, **n. sp.** (Plate I, Figs. 1, 2, 3)

Holotype: male, COLOMBIA, **RISARALDA:** San Antonio del Chamí-quebrada Sutú, 1800 m, 6-I-1986, Julián Salazar *leg.* Deposited in the collection of the Natural History Museum, Caldas University (MHN-UC 318).

Allotype: female, COLOMBIA, **RISARALDA:** San Antonio del Chamí-quebrada Sutú, 1800 m, 6-I-1986, Julián Salazar *leg.* (CJS).

Paratypes: male, COLOMBIA, **RISARALDA:** San Antonio del Chamí-quebrada Sutú, 1800 m, 6-I-1986, Julián Salazar *leg.* (CJS). Male, **RISARALDA:** Puerto de Oro, at 1700 m, X-1993, Germán Ramírez *leg.* (CGR-99).

Diagnosis

Male (Figs. 1-3): forewing length 18 mm. DFW black with a dark blue reflectance, except for a scarlet red spot located in the inferior part of the discal cell and medial area that is rectangular and shorter than in *L. asterra* (elongated and thin in this species) and reaches the Cu2. The reverse is opaque and dull with the red spot translucent while *asterra* turns orange. There is also a series of 5-6 transverse grey rays which begin in the medial area and end close to the margin. DHW black with dark blue reflections only evident in the discal region and medial superior including the tornus. The rest of the wing presents a whitish silver blue spot from the inferior discal area that spreads to touch the wing margin. This spot is intensely colored and covers veins 3A, 1A + 2A, Cu2, Cu1 and M3, while in *asterra* this coloration is spaced and arranged in the manner of elongated triangular rays that are separated from each other. These rays are elongated, translucent and dull on the VHW.

Female: (Pl. I, Fig. 3) wingspan 19.5 mm. Dark brown hue on the FW, with a broad and transverse reddish spot that originates on the costa of the FW and is wide extending beyond the vein Vu_2 ; in *L. aterra* the spot is more elongated and yellowish (Figs. 6, 9). The rest of the FW and HW have spotted opaque grey rays that are equally evident in the subapical and apical zone of the FW. The female lacks the distinctive glossy reflective blue color of the male and the ventral side is like the dorsal but the rays of the grey spots are more patent and thick.

Male genitalia (Figs. 41, 42, 43, 44) as illustrated. Uncus large and rectangular in shape bearing a short, downwardly curved projection from the middle of the dorsal posterior margin; tegumen same length as uncus, rectangular in shape and thin bearing two falces (gnathos) curved at an angle of 45° pointed distally to pointed tip; vinculum narrow and slightly curved at the middle. Saccus very short and straight ending to pointed tip in lateral view, broad with a rounded tip in ventral view. Valvae short with a rectangular posteroventral portion and a dorsally elongated portion larger that is posteriorly pointed as its tip in lateral view. Valvae in ventral view with a long basal hook curved distally (in *L. aterra* the valvae are more narrow basally and swollen distally with a curved tooth (Figure 48)). Yuxta on ventral view squared and articulated to the Saccus [Yuxta triangular and smaller in *L. aterra* (Figure 47)]. Aedeagus short, broad, and slightly curved at the middle. Everted vesica bulbous at base with two evenly spaced cornutal bands of very dense anteriorly projecting spines of the same size [in *L. aterra* the cornutal bands different in shape and with the dorsal band very short with longer projecting spines being the ventral band much longer (Figure 45)].

Etymology: species whose name comes from the Greek mythological deity Venus or Aphrodite, for its beauty and alluding to the foamy whitish silver blue stain in the HW.

Discussion: this new species differs from *Lucillella aterra* (Plate I, Figs. 4, 5, 6 and Pl. 2, Fig. 9) by the placement of the scarlet red stain the FW and the silver blue of the HW more widespread and not imposed as rays as occurs in *asterra*. It is distinguished from other known species of the genus by the characters previously described, especially *Lucillella splendida* Hall & Harvey of the Cordillera Oriental of Colombia (Plate I, Figs. 7, 8) and *L. arcoirisa* Hall & Willmott, 2010 of southeast Ecuador because these last two are larger (22-24 mm), and have a FW reddish spot more oblate and transverse. The HW has the extensive whitish blue silver spot covering almost all the wing and arranged in separate rays. Equally, *splendida* has an obvious orange spot on the costal margin of the HW, being most evident on the underside of the wing and is absent in *L. aterra* and *aphrodita*. The new species that we describe here differs from *L. camissa* from the south of Eastern Cordillera by having a more orange FW coloration and a shiny gray opaqueness of the HW. *L. aphrodita* was previously known as "*Lucillella* sp. nov.", by CALLAGHAN (1985: 66) registering it from the biogeographic region of the Chocó, flying in lowland tropical rainforest habitats. However we only have records from higher altitudes (1500-1800 m) in cloud forest habitats.

Genus *Euselasia* Hübner, 1819

Euselasia is the Riodinid genus that contains the greatest number of species with 150 species known from the Neotropical region of which 70 species are found in Colombia (SALAZAR, 2006). These numbers will be increasing due to a revision of this group that has revisited and from which we describe the following species:

3.- *Euselasia tenebrosa* Constantino, Rodríguez & Salazar, **sp. n.** (Plate 3, Fig. 24 and Pl. 4, Fig. 25)

Holotype: male, COLOMBIA, VALLE: Queremal-km 55, 1200 m, 8-IV-1985, Julián Salazar *leg.* Deposited in the Museum of Natural History, Caldas University (MHN-UC 232).

Male paratypes: COLOMBIA, CHOCÓ: Tadó, 200 m, 21-III-1990, Julián Salazar *leg.* Deposited in the Alexander von Humboldt Research Institute collection (IiAvH-9678), Villa de Leyva. NARIÑO: río Nambí, 800 m, 20-VIII-2003, V. Solarte *leg.* (CFC). VALLE: Queremal-km 55, 1200 m, 8-IV-1985, Julián Salazar *leg.* Deposited in the MHN-UC collection, Manizales, Colombia.

Diagnosis

Male (Figs. 24-25): forewing length 16 mm. DFW and DHW entirely black without markings or violet-blue reflection as in other related species. The HW distal margin is slightly toothed or pointed near Cu1. The VFW is a uniform light brown, the medial area presents a somewhat straight longitudinal dark brown line but is truncated before reaching the costal margin and in the postmedial zone is another wider disperse dark strip that runs parallel to the outer margin. On the VHW the dark brown line is more elongated and lower medial area turns abruptly in a rounded angle to culminate in the anal margin. The postmedial area with a vestigial dark stripe in the space between Cu1 and M3 presents a triangular black spot near the distal margin with whitish scales on its edges. The marginal area close to the tornus and dentate margin, has 5 white dusted blackish tiny points. Head, antennae, thorax and abdomen black.

Female unknown.

Male genitalia (Fig. 53) as illustrated. Uncus same length as Tegumen, squared with a small dorsal notch; Tegumen rounded caudad with a long blunt lateral projections nearly reaching the Valvae; Vinculum narrow, slightly wider at base. Saccus very short with rounded tip; Valvae pointed, narrow, rounded at base with long, thick lateral setae; dorsal process on transtilla prominent and pointed; Aedeagus broad and straight slightly curved, with a rounded point.

Etymology: the species name *tenebrosa* comes from the Latin “*tenebrosus*” meaning dark, in allusion to the intense black coloration that covers the upperside of the four wings.

Discussion: this new *Euselasia* species is closely related to *Euselasia orion* Le Cerf, 1958 described from the Micay River, Cauca but differs in that the upperside is dark with characteristic purplish blue hues. The underside is identical with elements already described but in *orion* the FW apical zone is more acute and the marginal edge straight, in *tenebrosa* it is rounded. Also similar is *Euselasia eucrates* Hewitson, 1852 but this species has the upperside with reddish brown spotting and the underside spotted with a distinctive whitish grey, with the medial lines retouched with silver. Another species, *Euselasia baucis aethiops* Rebillard, 1958 presents the black upperside as in *E. tenebrosa* but is differentiated from it by its white silvery underside.

Genus *Machaya* Hall & Willmott, 1995

This extraordinary monotypic genus, known only from the type species *Machaya obstinata* was described by those authors from eastern Ecuadorian (río Machay, Tungurahua). Below we describe a second well differentiated species from the Central Cordillera of Colombia:

4.- *Machaya aenigmatica* Rodríguez, Salazar & Constantino, **sp. n.** (Plate 3, Figs. 20-21)

Holotype: male, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Amagá, 1500 m, 4-I-2002, G. Ramírez *leg.* Deposited in the collection of G. Ramírez, Mitú, Vaupés (CGR-416).

Diagnosis

Male (Figs. 20-21): forewing length 18 mm. DFW blackish with the presence of a wide oval orange blur red spot from postbasal area and all along the submedial, medial and inferior postmedial regions of the wing, with marginal edge rounded and convex. The rest of the wing has wide black edges (in *M. obstinata* this spot is more reduced and thins through the postbasal and submedial area). The VFW presents the same pattern but the orange spot is clearly translucent and is equally distributed in the same regions of the dorsal area and delimits with wide light brown edges. (in *M. obstinata* the orange spot is partially translucent, less conspicuous and is fragmented; the medial and postbasal region spotted with black).

DHW with edges of the postmedial, anal and tornus black and wide, the orange spot is broader and more extended than in *M. obstinata* with borders well rounded and is clearly translucent the ventral but has a lighter aspect. In *M. obstinata* the VHW orange spot is entirely absent, the wing surface is black. Head, thorax and abdomen black, antennae short.

Female unknown.

Male genitalia (Figs. 49-50) as illustrated. Uncus narrow laterally with basal portion elongated and rounded. Tegumen triangular in shape with narrow basal portion bearing two falces curved dorsally, tapering gradually to pointed tip; Vinculum narrow and curved basally; Saccus very short and rounded at the end. Valvae narrow and elongated tapering gradually to pointed sharp tip; Aedeagus long and curved tapering to pointed sharp tip. Cornuti absent.

Etymology: HALL & WILLMOTT (1995: 135) baptized *M. obstinate* from the Latin “*obstinate*” for its uncertain systematic position and difficulty locating it in any specific tribe or group within the Riodinidae. Following this precedent the second species continues in the mystery of this situation, and derives its name from the Latin “*aenigmaticus*” alluding to the cloudy significance of its place in the family.

Discussion: *M. aenigmatica* differs from *M. obstinata* by the characters described above, the genitalia, and its distribution much farther north in Colombia. This species is apparently restricted to the Central Cordillera cloud habitats. As claimed by HALL & WILLMOTT (1995) the *M. obstinata* color pattern (and the new species) resembles adult *Panaropsis inaria* (Westwood) and *P. thyatira* (Hewitson) (Plate 3, Fig. 22).

Likewise *M. aenigmatica* resembles other species of Amazonian origin Riodinids such as “*Symmachia*” (= *Mesenopsis*) *pena* Hall & Lamas and *Cartea vitula tapajona* (Bates) but these have narrow, elongated, intense yellow or orange wing spots, bordering the costal area and the tornus, the latter showing subapical yellowish spots that identify it easily. *Machaya aenigmatica* is known only from the type specimen. Rare.

Genus *Esthemopsis* C. & R. Felder, 1865

A genus of 10 species (CALLAGHAN & LAMAS, 2004), five of which occur in our country, and now with the existence of a new species flying in the biogeographic Chocó region and close to *Esthemopsis clonia* (Felder) from Colombia.

5.- *Esthemopsis chocoana* Constantino, Salazar & Rodríguez, **sp. n.** (Plate 2, Figs. 12-13)

Holotype: male, COLOMBIA, VALLE: río Tatabro 150 m, 7-VII-1982, Luis Miguel Constantino *leg.* (CFC).

Paratypes: male, COLOMBIA, VALLE: río Tatabro, 200 m, IV-1985, Julián Salazar *leg.* (CJS). VALLE: río Tatabro, 200 m, IV-1985, Julián Salazar *leg.* (MHN-UC).

Diagnosis

Male (Figs. 12-13): forewing length 22 mm. DFW lustrous bluish black except for a wide glassy white strip located in the upper medial and postmedial region and consists of five cells that begin on the costal and are broad and fractionated in each space up to the vein Cu2 (In *E. clonia* they are small and curved and equally placed). VFW translucent, with the same pattern and glassy spots mentioned. VHW with the same pattern but interrupted by a series of 4 vestigial white lines, arranged as spaced rays that fill the spaces of M1, M2, M2 and M3; M3 and Cu1; Cu1 and Cu2, and are translucent on the ventral wing surface but sharper and more manifest. In *E. clonia* these whitish rays on dorsal side are arranged in triangles or drops, except in the female which are large and elongated.

Male genitalia (no illustrated) but similar to *E. clonia* (Figs. 53-54), uncus rectangular in lateral view downwardly projection in dorsal posterior margin; aedeagus short evenly broad and convex; valvae thick with tip rounded and blunt.

Etymology: species named for the type locality, the Chocó biogeographic region located on the pacific slope of the Cordillera Occidental in Western Colombia.

Discussion: *Esthemopsis chocoana* differs from *E. clonia* (Plate 2, Figs. 14-15) by the above described characters, the genitalia and its habitat in areas of the tropical rainforest of Chocó. *E. clonia* is more common in the inter-Andean Central and Oriental cordilleras. Another recent species from Panama, *Esthemopsis talamanca* Hall & Harvey, 2007 has more whitish grey rays in the FW and HW and its white stripe is shorter and more continuous than in *E. chocoana*. This new species and relatives resembles diurnal moths of the genus *Hypocrita* Hübner (Pl. II, Fig.16).

Genus *Adelotypa* Warren, 1895

A genus consisting of 30 species (*sensu lato*) (CALLAGHAN & LAMAS, 2004), ten of which fly in Colombia. One of them, *Adelotypa zerna* Hewitson, 1872 is distributed from the Guianas to Brazil and Paraguay. We have found a close relative of this species that inhabits high altitudes of the Central Cordillera of Colombia and is here designated as:

6.- *Adelotypa andresi* Rodríguez, Constantino & Salazar, **sp. n.** (Plate III, Figs. 18-19)

Holotype: male, COLOMBIA, ANTIOQUIA: El Retiro, 2300-2600 m, 22-VI-2002, G. Ramírez *leg.* Deposited in the collection of G. Ramírez, Mitú, Vaupés (CGR-421).

Paratype: male, COLOMBIA, ANTIOQUIA: El Retiro, 2800 m, 26-VIII-2003 G. Ramírez *leg.* Deposited in the same collection (CGR).

Diagnosis

Male (Figs. 18-19): forewing length 13.5 mm. DFW dark brown in color with a series of five longitudinal short streaks, adorned with greenish grey located at the postbasal submedial, disc, submedial, disc, postdiscal and medial area of the FW. There is also a dark area dotted with greenish grey scales in the medial and postmedial region and a narrow hem of the same color in the premarginal area that begins on the costal vein and ends at the tornus. This precedes another thinner line close to the margin of about the same size and direction. This pattern of lines and marks is similar to *Adelotypa zerna* but more sprinkled with a characteristic greenish grey color. The VFW is whitish like *zerna*, except for a series of dark brown marks at the submedial, discal and medial zones circumscribed towards the cell and notable dark brown triangular marks near the postmedial and marginal region which are not present in *zerna*. These marks especially the spot located in the apical area, which in contrast are absent in *zerna*. The ventral side of the wing is whitish especially on the tornus. DHW with same white coloring and pattern of fragmented short streaks towards the lower portion and bordered with a greenish grey as the FW, however the postmedial area has a narrow, slightly curved, matte

greenish grey hem, that originates in the apex and culminates in the tornus, like a second marginal line of the same color which in *A. zerna* is lit up and brilliant. In this species the short streaks are more brilliant than in *A. andresi*.

The VHW is whitish in almost its entire extension and lightly sprinkled with short lines in the upper medial region. Three dark brown round spots located separately at the marginal level precede a dark brown colored thin fine marginal line only a little evident in *zerna*.

Male genitalia (Figs. 51, 52, 54) as illustrated. Uncus narrow and rectangular in shape, with Tegumen of the same size and shape. Falces curved dorsally at an angle of 45°, tapering to pointed tip; Vinculum broad and curved at the middle; Saccus short and rounded. Valvae in ventral view with two peculiar narrow arms with rounded and sclerotized tips black in color. Aedeagus broad and slightly curved

Etymology: *Adelotypa andresi* is dedicated to Andrés Rodríguez, son of the first author, for his valuable assistance in the field.

Discussion: this new entity is phylogenetically related to *Adelotypa zerna* and *A. densemaculata* Hewitson, 1870, apparently being three sisters species, but this new species differs in morphological characters and genitalia already detailed. It differs from *A. densemaculata* by this species having the dorsal brown marks or streaks on a light brown background without grey-green coloration and the verso sprinkled with numerous small dark brown marks that hem the HW margin. Furthermore, the distribution of the three species is different, *A. densemaculata* flies from Central America to Colombia in the medium altitude coffee production areas (1000-1700 m); *A. zerna* is frequent and local in the southeast of Brazil and Paraguay (D`ABRERA, 1994; SOARES, 2005; EMERY, BROWN & PINHEIRO, 2006), and this new species that inhabits high altitudes in the Central Cordillera of Colombia (2000-2800 m).

New records of little known species in Colombia

7.- *Esthemopsis macara* (Grosse-Smith) (Plate III, Fig. 17)

Grose-Smith, H. Rop. Exot., III: 9. Eryc. I. Pl. I. (1902)

This is a rare species described from Valdivia, Colombia (GROSE-SMITH, 1902). D`ABRERA (1994) which most likely refers to a town called Puerto Valdivia in Antioquia. This locality is close to the lower Cauca River located in the northeast of the department. We have a male from the cloud forest of Risaralda in the Western Cordillera which was found dead on the bank of a stream. The type figured by D`ABRERA (1994) under the genus *Lepricornis* Felder, differs from our specimen by the white stripe of the HW being narrower and thin, which suggests a probable subspecies.

ME, COLOMBIA, **RISARALDA:** San Antonio del Chamí, quebrada Sutú, a 1800 m, male, VIII-1985, Julián Salazar *leg* (CJS).

8.- *Themone pulcherrima* (Herrich-Schäffer) (Lamina IV, Figs. 27 y 28)
H-Schäffer, G. Sam. N. bekk. auss. Schmett. (1853)

The type of this species was described from “Suriname” under the genera *Eurygona* Boisduval and *Themone* Westwood and also as a subspecies of *Lymnas* Blanchard by Stichel in 1930; of *Melanis* (Hübner) by BRIDGES (1994) and finally in the genus *Themone* by REBILLARD (1958) (see details in HÄUSER *et al.*, 2003). This Riodinid has a wide distribution in the tropical rainforest of South America but is extremely local. We have a single record from record from the eastern slope of the Oriental Cordillera in the department of Putumayo, Colombia.

ME, COLOMBIA, PUTUMAYO: Mocoa-CEA, at 715 m, male, XI-2008, A.M. Mora *leg.* (CUN).

9.- *Napaea mellosa* Hall & Harvey (Plate IV, Fig. 30)
Hall, J. P. & Harvey, D., Ent. Soc. Washington: 119-120, F. 30a, b. (2005)

This species is a recent discovery from eastern Ecuador, achievement of the above mentioned authors whom cite in the material examined of their publication a male from Putumayo (“Jumbato”) deposited in the Museum of Natural History in Paris (HALL, WILLMOTT & HARVEY, 2005). Here we report another male captured in the eastern Department of Cauca.

ME, COLOMBIA, CAUCA: río Villalobos, a 800 m, male, IV-1993, Julián Salazar *leg.* (MHN-UC).

10.- *Cyrenia martia themis* Le Cerf (Plate IV, Fig. 31)
Le Cerf, H. Mem. Mus. Hist. Nat., 15 (2): 175-176, Pl. II, Fig. 12 (1958)

A monotypic genus species that has three races besides the nominate which are: *C. martia androgynae*, Stichel 1910 from Bolivia, *C. martia pyrippe* Godman & Salvin, 1878 from Panama and *C. martia themis* Le Cerf, 1958 from Colombia (CALLAGHAN & LAMAS, 2004). The latter was described from Muzo (eastern Boyacá) with additional material from the same locality and from “Bogotá” (REBILLARD, 1958). It is apparently a subspecies confined to the Magdalena river, flying in tropical rainforest areas. It was not listed by CALLAGHAN (1985) in his study on Colombian Riodinids. Here we report new recent records from Colombia.

ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Amalfi-río Porce, 9-VII-2003, E. Henao *leg.* (CJIV).
SANTANDER: Serranía de los Yariguíes, male, VII-2005, C. Ríos-Málaver *leg.* (MHN-UC 327).
TOLIMA: Natagaima, male, without data, G. Ramírez *leg.* (CGR-51).

11.- *Menander aldasi* Hall & Willmott (Plate IV, Fig. 29)
Hall, J.P. & Willmott, K., Trop. Lep., 6 (2): 133, Fig. 3a, b. (1995)

Another interesting find originally reported from Ecuador (Pastaza) by a single male deposited in the British Museum of Natural History (HALL & WILLMOTT, 1995).

This species is reported here for the first time for Colombia from a specimen captured in the eastern slope of the Eastern Cordillera and deposited in the collection of E.W. Schmidt-Mumm, (liAvH). A rare and local species, the female is

similar to *Menander laobotas* Hewitson, 1875 but without the subapical white spots in the FW. Ventral side is white, dotted with dark grey spots in the apical areas and the tornus dark brown.

ME, COLOMBIA, CAUCA: río Villalobos, at 800 m, male, IV-1993, Julián Salazar *leg.* (**IIAvH**- 10339); río Villalobos, at 800 m, female, IV-1993, Julián Salazar *leg.* (**IIAvH**-9866).

12.- *Euselasia violacea* Lathy (lamina IV, Fig. 26)
Lathy, P. Ann. Mag. Nat. Hist. 14: 283 (1924)

According to REBILLARD (1958: 147) this beautiful *Euselasia* species was described but not illustrated by its author Percy Lathy from the holotype deposited in the Museum of Natural History in Paris. The specimen that Rebillard figured in his study also comes from Colombia (“Bogotá”). We are reporting this species for the biogeographic region of Chocó and pacific slope of the Western Cordillera (see also SALAZAR, 2006).

ME, COLOMBIA, CHOCÓ: Guarato-Marmolejo, a 300 m, male, 21-VII-1990, Julián Salazar *leg.* (CJS). RISARALDA: Santa Cecilia-Tapartó, a 800 m, male, 21-VII-1980, Julián Salazar *leg.* (CJS).

13.- *Symmachia titiana* Hewitson (Plate V, Figs. 34-35)
Hewitson, W. Ch. Ecuat. Lep., 51 (1870)

A Species originally described from the town of “Ashpiyaco”, Ecuador (HEWITSON, 1872) and also reported for Colombia at that time from specimens captured on the east slope of the Central Cordillera, near the Magdalena River (SALAZAR & CONSTANTINO, 2000). This singular species is characterized by its beautiful orange colour. Related species were not known until Attal (in) GALLARD & ATTAL (2009: 165) described *Symmachia aureus*, a second species from southeast Ecuador. We have a specimen from the Western Cordillera resembling *aureus* with the VFW identical but with a wide black apical area on the ventral much more notable than *aureus*, and the marginal border wider and thinner. The HW has an extensive orange spot (in *aureus* it is smaller and the ventral is entirely dark brown) that delimits a wider sharp black wing margin than the Ecuador nominate type. For these reason we are denominating this race *Symmachia titiana occidentalis* Salazar, Rodríguez & Constantino **ssp. n.** (Plate IV, Fig. 32 and Pl. 5, Fig. 33).

Holotype: male, COLOMBIA, RISARALDA: San Antonio del Chamí, 1800 m. Deposited in the collection of G. Ramírez (CGR-544).

Symmachia titiana Hewitson, 1870: ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Envigado, female, 1800 m, 28-XII-1999, G. Ramírez *leg.* (CGR-340); Amagá, male, G. Ramírez *leg.* (CGR-227); Don Matías, female, G. Ramírez *leg.* (CGR-549). CALDAS: Manzanares, male, 15-VI-1990, Julián Salazar *leg.* (**IIAvH**-10648); Pensilvania-quebrada La Linda, a 1500 m, 2 males & 1 female, VI-1990, Julián Salazar *leg.* (MHN-UC).

14.- *Ithomeis eulema serena* Stichel (Plate V, Fig. 36)
Stichel, H. Genera Insectorum, 112: 119 (1910)

According to CALLAGHAN & LAMAS (2004: 150) this Riodinid was described in the genus *Nahida* Kirby, although both authors doubted that Colombia is its true origin. *I. eulema serena* was actually described from Colombia by STICHEL (1910: 119) but without an indication of specific locality. The holotype is deposited at the British Museum of Natural History (col. Grosse-Smith). Likewise SEITZ (1924: Fig. 127d) and D`ABRERA (1994: 953) illustrate a female from "Cachabe" (=Casabe, Antioquia), a locality in the Magdalena river in Central Colombia. We are reporting this species from the Chocó region as well as STICHEL (1926). Rare and local. The mimetic co-models are the nymphalids *Eresia ithomioides eutropia* Hewitson, 1874 and *E. ithomioides* Hewitson, 1864 (Plate V, Fig. 37).

ME, COLOMBIA, VALLE: río Tatabro, 100 m, 2 females, 12-IV-1985, Luis Miguel Constantino *leg.* (CFC).

15.- *Ithomeis aurantiaca corena* C. & R. Felder (Plate V, Fig. 40)
C. & R. Felder, Wien. Ent. Montaschr., 6 (12): 412 (1862)

The Felders, father and son, described this species as belonging to the invalid genus *Ithomiopsis* Felder with a male coming "Nueva Granada, Bogotá". Currently it is considered a race of *I. aurantiaca* Bates, 1862 (CALLAGHAN & LAMAS, 2004). In Colombia it is found in the eastern slope of the Oriental Cordillera (CALLAGHAN, 1985).

ME, COLOMBIA, META: Villavicencio, female, Ernesto W. Schmidt-M. *leg.* (IiAvH-10292); Cubarral-río Ariari, 800 m, female, 24-VIII-1989, Julián Salazar *leg.* (CJS); Villavicencio, Bosque de Bavaria, a 800 m, male, 10-IV-2002, Luis Miguel Constantino *leg.* (CFC).

16.- *Ithomeis aurantiaca mimica* Bates (no illustrated)
Bates, H.W. Trans. Linn. Soc., London, 23 (3) (1862)

Another race described from Brazilian Amazon is distributed in Colombia in this same region and the Putumayo, where we have gathered the few known records from collections. Local.

ME, COLOMBIA, AMAZONAS: Puerto Nariño, 100 m, male, 20-VII-1989. Luis M. Constantino *leg.* (CFC); río Loreto Yacú, lago de Tarapoto, 100 m, male, 20-VII-1989, Luis M Constantino *leg.* (CFC). PUTUMAYO: Mocoa, 520 m, male, Julián Salazar *leg.* (IiAvH-10285). PUTUMAYO: Mocoa-río Afán, 520 m, male, IX-1990, Julián Salazar *leg.* (CJS).

17.- *Nahida coenoides* Hewitson (Plate V, Fig. 38)
Hewitson, W. Ch. Equat. Lep., 58 (1870)

This species is known from Ecuador through Buckley's collections but was described in the invalid genus *Threnodes* (HEWITSON, 1872). In Colombia it has only been recorded in the southeast of the Cordillera Oriental flying in cloud habitats (SALAZAR, 2003). Rare and local. It flies sympatrically with the Nymphalids *Eresia*

datis fassli Röber, 1913 and *E. datis moesta* Salvin & Godman, 1868 (Pl. V, Fig. 39) whose females have the same wing color and pattern.

ME, COLOMBIA, CAUCA: Santa Rosa-río Villalobos, 1300 m, female, Julián Salazar leg. (IiAvH-10299); Santa Rosa-río Villalobos, 1300 m, 2 males, 14-XII-1994, Julián Salazar leg. (CJS).

18.- *Pachytone gigas ignifer* Stichel (Plate III, Fig. 23)
Stichel, H. Genera Insectorum, 112b: 281 (1911)

Riodinid described from the río San Juan, Chocó coming from the collection of O. Staudinger (STICHEL, 1911). SEITZ (1916) and DE VRIES (1997) affirm that it is a race of *P. gigas* Godman & Salvin which varies by having brilliant orange-red wing coloration, on the FW with an oblique blackish band that crosses it and the HW with wide black marginal borders. In addition to the Chocó, the usual region reported (CALLAGHAN, 1985) we record it also from the Magdalena river.

ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Porce, male, 1-V-2003, G. Ramírez leg. (CGR-480). CALDAS: Samaná-río Don Diego (El Corozo), a 800 m, male, 19-VII-2001, J. Vargas leg. (CJIV). VALLE: río Tatabro, a 200 m, male, 7-IV-1985, Julián Salazar leg. (CJS); río Tatabro, a 200 m, male, 7-IV-1982, Luis M. Constantino leg. (CFC).

19.- *Panaropsis thyatira* Hewitson (Plate III, Fig. 22)
Hewitson, W. Ch. Equat. Lep. (1853)

This rare species was described from the Amazon River (HEWITSON, 1872) and the genders are highly dimorphic, especially the female which resembles other Riodinid species (WATSON & WHALLEY, 1975; D`ABRERA, 1994). According to HALL (2002) *thyatira* is distributed from Colombia to Brazil and the Guianas and in Colombia has been recorded from the east side of the Cordillera Oriental and the Amazon (CALLAGHAN, 1985). Local.

ME, COLOMBIA, AMAZONAS: Puerto Nariño, Parque Nacional Natural Amacayacu, 100 m, male, 1-I-1991, Luis M. Constantino leg. (CFC). HUILA: Colombia, female, Ernesto W. Schmidt-M. leg. (IiAvH-9921).

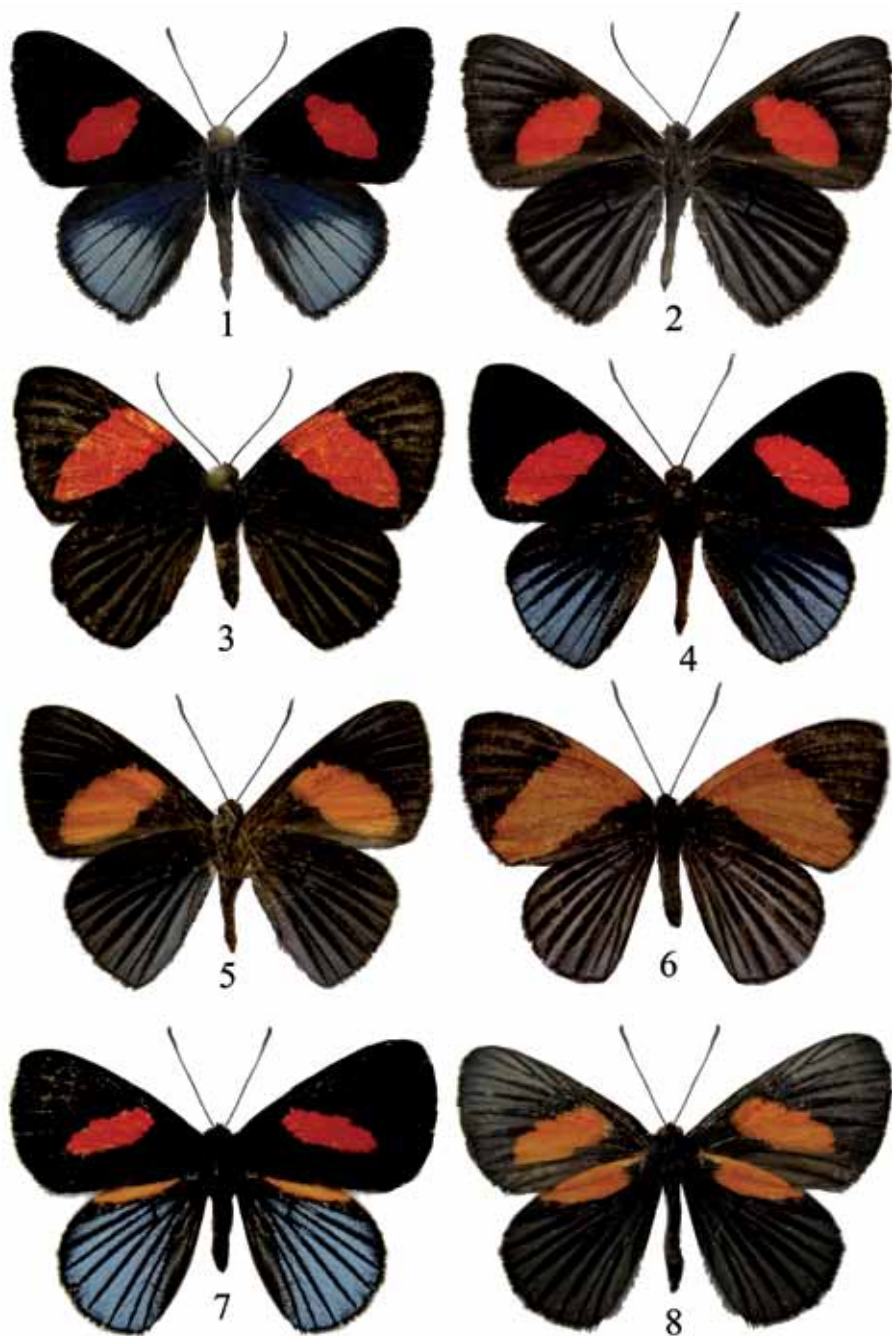
ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Emilio Constantino (Cali, Colombia), Cristóbal Ríos-Málaver, José Ignacio Vargas, Efraín Reinel Henao (Manizales, Colombia), Hannier W. Pulido (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá), Edwin Daniel Torres (Instituto Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá) and Ana Milena Mora (Universidad de Nariño, Pasto, Colombia) for help during field trips to collect material. The Instituto Alexander von Humboldt (Villa de Leyva, Colombia) for arranging permits for research the Schmidt`s collection of Riodinidae and Mr. Gregory Nielsen for assistance in the translation to the English text and for their additional support.

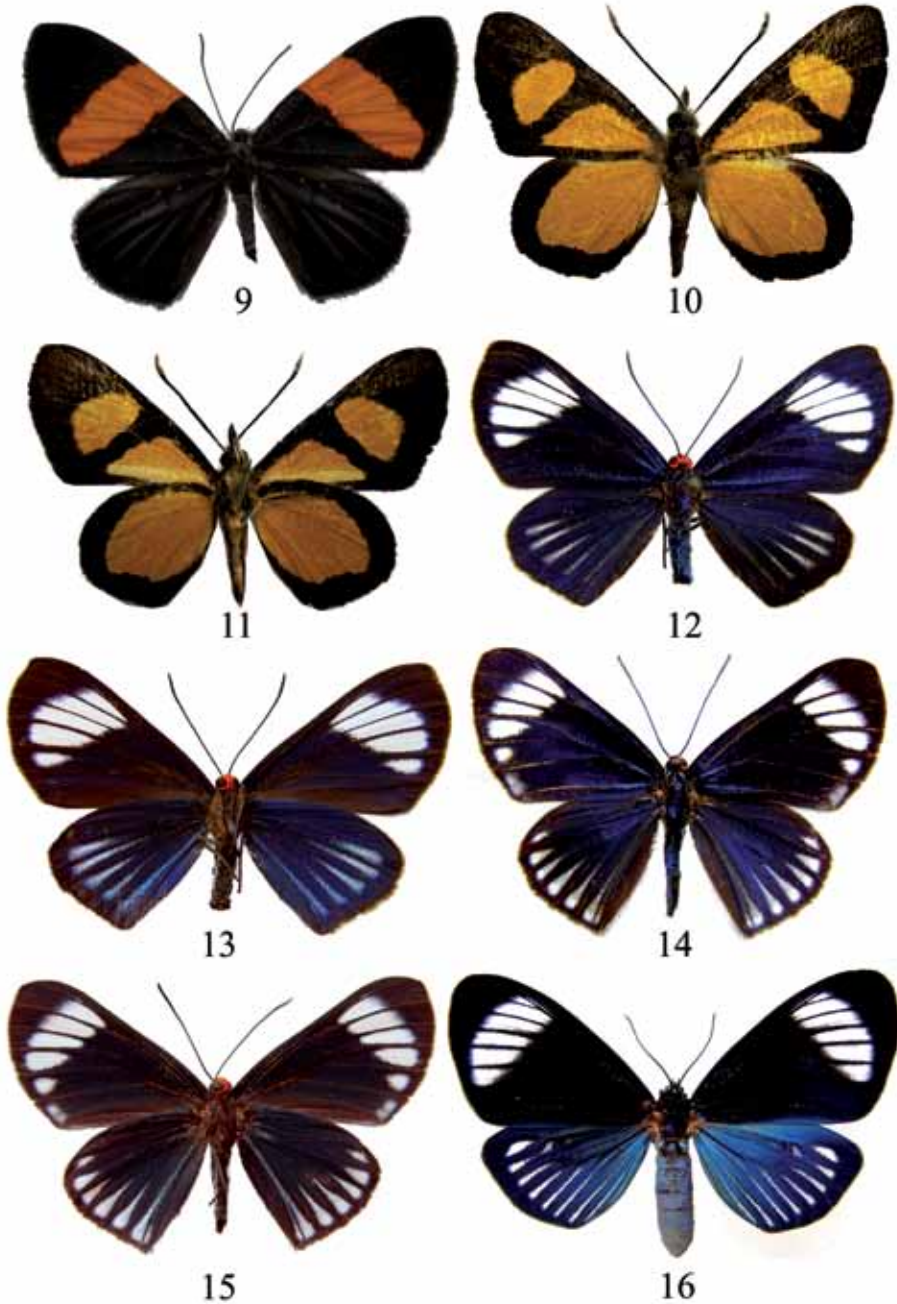
BIBLIOGRAPHY

- BEUTELSPACHER, C., 1975.- Dos nuevas especies de Riodinidae de México (Lep.). *Rev. Biol. Trop.*, 23 (1): 61.
- BRIDGES, CH., 1994.- *Catalogue of the Family- group, Genus group and Species-group names of the Riodinidae and Lycaenidae (Lep.) of the World*: 73. Publ. Author, Urbana, Illinois.
- BROWN, K.S., 1993.- Neotropical Lycaenidae: an overview (in) NEW, T.R. (ed.) *Conservation Biology of Lycaenidae*. Occasional paper of IUCN Spec. Surv. Com. 8: 45-61, 8: 146-149.
- CALLAGHAN, C.J., 1985.- Notes on the Zoogeographic distribution of butterflies of the subfamily Riodiniinae (Lep.) in Colombia. *J. Res. Lepid. Suppl.* 1: 51-59.
- CALLAGHAN, C.J. & LAMAS, G., 2004.- 99 Riodinidae (in) LAMAS, G. (ed.) *Atlas of the Neotropical Lepidoptera, Checklist: part 4A (Hesp.-Pap.)*: 141-170. As. Trop. Lep.+ Scient. Publ. Gainesville, FL. USA.
- D`ABRERA, B., 1994.- *Butterflies of the Neotropical Region*, Riodinidae, 6: 880-1096 + figs. Hill House, Victoria, Australia.
- DE VRIES, P., 1997.- *The Butterflies of Costa Rica, Riodinidae*, 2: 288 pp. + 25 pls. Princeton University press, Princeton.
- EMERY, E., BROWN, K.S. & PINHEIRO, C., 2006.- As Borboletas (Lep. Papilionoidea) do Distrito Federal, Brazil. *Rev. Bras. Ent.*, 50 (1): 85-92.
- GALLARD, J.Y. & ATTAL, S., 2009.- Deux nouveaux *Symmachia* (Lep. Riod.). *Lambillionea*, 109 (2): 165-169.
- GROSE-SMITH, H., 1898.- Descriptions of new species of butterflies from South America. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7 (2): 70-73. 1902.- *Rhopalocera Exotica being illustrations of New, Rare and unfigured Species: Erycinidae*, 3: 1-9, pl. I. *Lucilla-Aricoris*. Gurney & Jackson, Patternoster Row, London.
- HALL, J.P.W., 2002.- A Review of the new riodinid genus *Panaropsis* (Lep. Riod.). *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 104 (1): 63-72. ., 2005.- *A Phylogenetic Revision of the Napaeina* (Lep. Riod.): 230 pp+ pls. Ent. Soc. Wash. Washington, D.C.
- HALL, J.P.W. & LAMAS, G., 2007.- Four new *Symmachiina* taxa from Eastern Andes of Peru and Ecuador (Lep. Riod.). *Zootaxa*, 1533: 41-52.
- HALL, J.P.W. & WILLMOTT, K., 1995.- Five new species and a new genus of Riodinids from cloud forests of Eastern Ecuador (Lep. Riod.). *Trop. Lepid.*, 6 (2): 131-135 + figs.
- & WILLMOTT, K., 2010.- Description of a new *Lucillella* species (Riod. *Symmachiini*) discovered in the eastern Andes of Ecuador using the single rope canopy access technique. *J. Lepid. Soc.*, 64 (3): 139-146.
- HALL, J.P.W.; WILLMOTT, K. & HARVEY, D., 2005.- Three new species of *Symmachiini* from Panama and Colombia (Lep. Riod.). *Trop. Lepid.*, 16 (1-2): 7-10 + figs.
- HÄUSER, C. , BARTSCH, D. , HOLSTEIN, J. & STEINER, A., 2003.- The Lepidoptera type material of G.A.W. Herrich-Schäffer in the Staatliches Museum für Naturkunde. *Stutt. Beit. Natur. Serie A. Biol.* 657: 78pp. + 65 pl. Stuttgart.
- HEWITSON, W.CH., 1872.- *Illustrations of New species of Exotic Butterflies*, 5: Erycinidae-Symmachia II. John van Voorst, London.
- JAUFFRET, P. & JAUFFRET, J.C., 2009.- Riodinidae rares ou peu connus rencontrés dan Etat du Pará, Brazil, 3 note (Lep. Riod.). *Lambillionea*, 109 (3): 315-321.
- LEWIS, D. & COVELL, CH., 2008.- A Review of the Neotropical genus *Cyllopoda* (Lep. Geometridae, Stherrinae). *Trop. Lepid. Res.*, 18 (2): 88-101.
- REBILLARD, P., 1958.- Contribution a la connaissance des Riodinidae Sud-Americanis (Lep.). *Mem. du Mus. D`Hist. Nat. (Serie A)*, 15 (2): 135-216 + 4 pls.
- SALAZAR, J.A., 2003.- Aspectos miméticos de algunos Riodinidae colombianos (Lep. Riod.). *Lambillionea*, 103 (3): 479-484.
- , ., 2006.- An Annotated Checklist of Colombian *Euselasia* Hbn (Lep. Riod.). *Lambillionea*, 106 (4): 641-651, figs.
- SALAZAR, J.A. & CONSTANTINO, L.M., 2000.- Contribución al conocimiento de las especies del género *Symmachia* Hbn en Colombia (Lep. Riod.). *SHILAP*, 28 (112): 375-383 + figs.
- & CONSTANTINO, L. M., 2007.- Descripción de nuevas especies de Ropaloceros para Colombia (Lep. *Pieridae*, *Nymphalidae*, *Satyrinae*, *Ithomiinae*, *Riodinidae*). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 11: 167-186 + figs.

- SEITZ, A., (editor)., 1924.- *Die Gross-Schmetterlinge der Erde- Exostische Fauna*, 5 (1916): 617-728, 5 (1924): pls. 121-143. Alfred Kernen, Stuttgart.
- SOARES, R.A., 2005.- *Análise espaço-temporal de uma comunidade de Riodinidae (Lep.) no Parque Estadual do Vassununga (SP), Brazil*. Inst. Biol. Thesis: 94 pp- + figs.
- STICHEL, H., 1910.- Riodinidae, *Genera Insectorum*, 112A: 1-238 + 23 pls. Wytsman, P., Bruxelles. 1911.- Riodinidae, *Genera Insectorum*, 112B: 239-452 + 4 pls. Wytsman, P. Bruxelles. 1926.- Beiträge zur Kenntnis der Riodinidenfauna Südamerikas (Lep.), Süd-Kolumbien. *Dt. Ent. Zeitschrift*, 2: 81-90.
- THIEME, O., 1907.- Familiae Lemoniidarum supplementa cum notis (Lep. Rhop.). *Berl. Ent. Zeitschrift*, 52: 17 pp. + 1 pl.
- WATSON, A. & WHALLEY, P.E.S., 1975.- *The Dictionary of Butterflies and Moths in Color*. fig. 268 k, l. McGraw-Hill Book Comp. N.Y.



Figures: 1, 2, 3= *Lucillella aphrodita* n. sp. (Holotypes 1-2 ♂; 3 ♀)
4, 5, 6= *Lucillella aterra* (G-S.) (4-5 ♂; 6 y Lámina II fig. 9 ♀♀)
7, 8 = *Lucillella splendida* (H. & W.) (7-8 ♂)

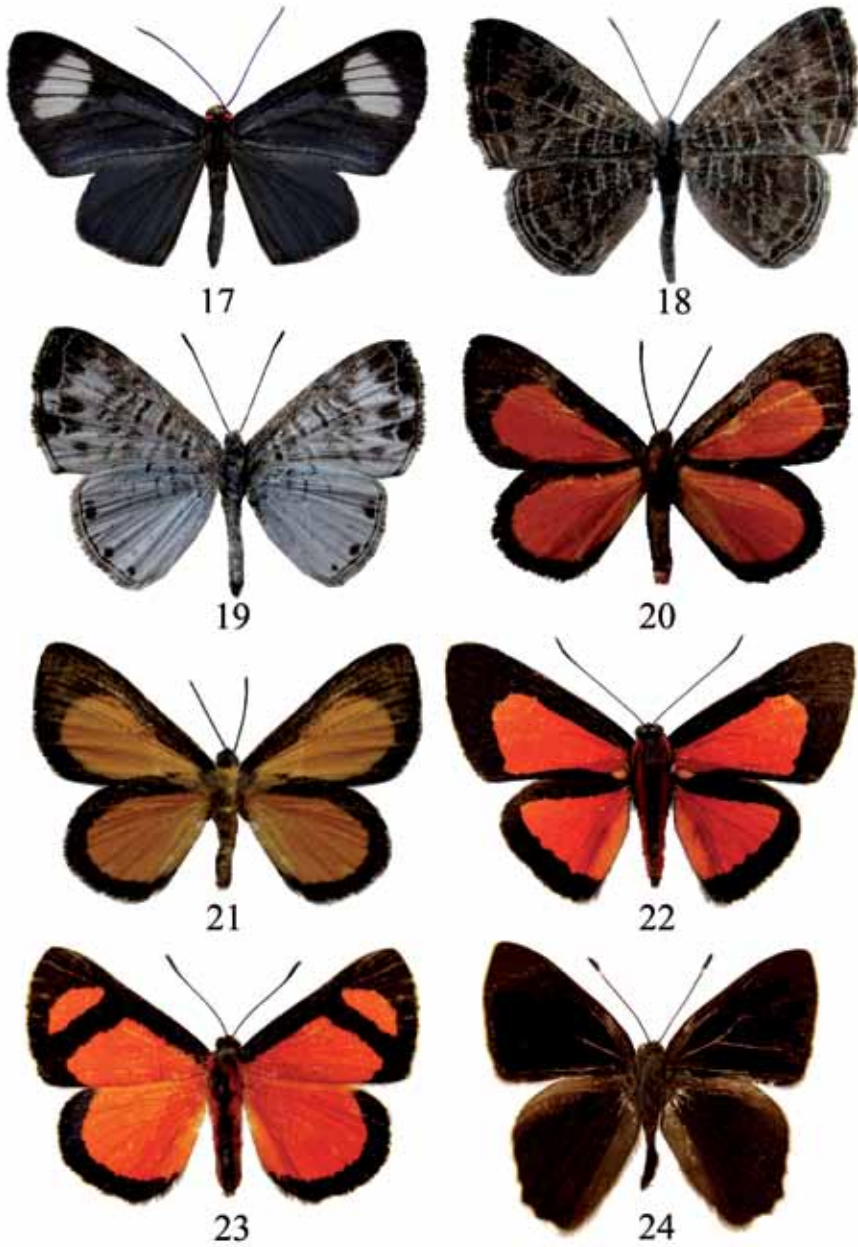


Figures: 10-11= *Colaciticus seitzi* sp. n. (Holotype ♂)

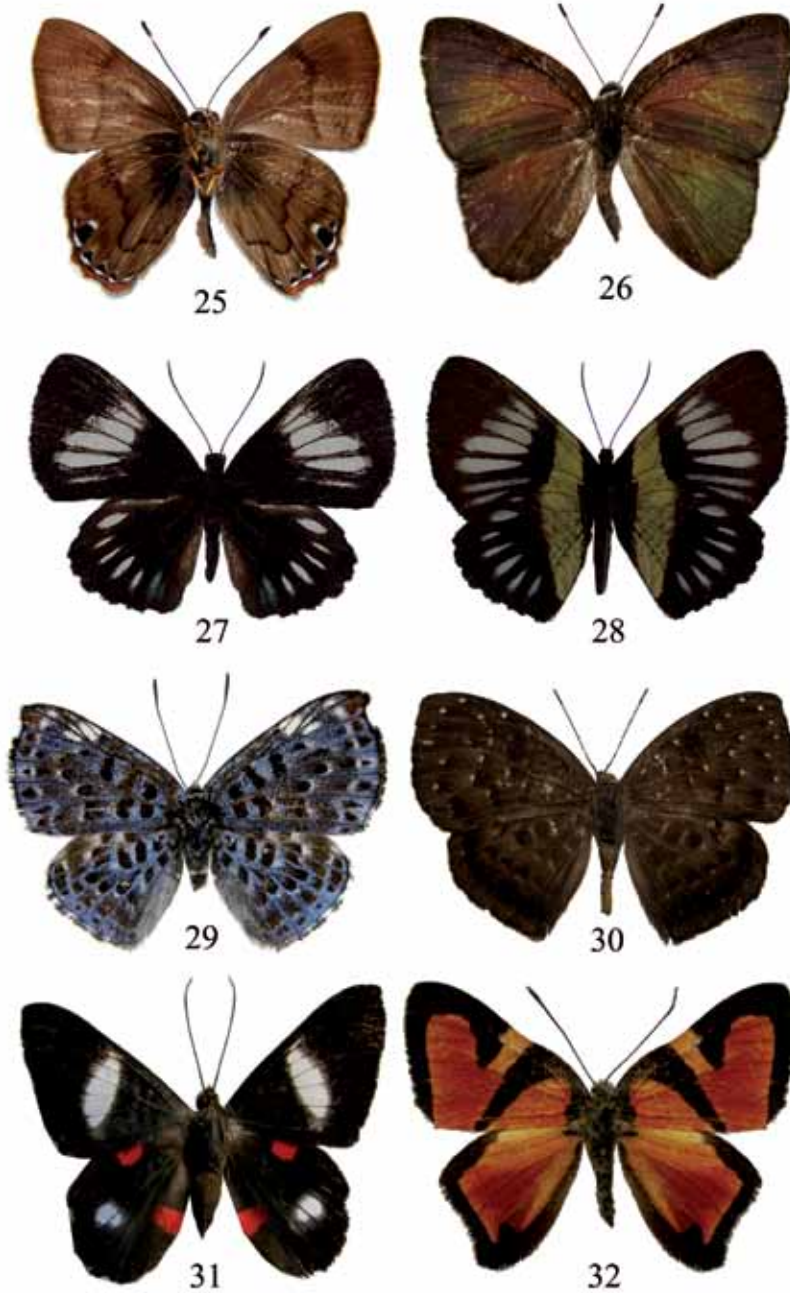
12-13= *Esthemopsis choacoana* sp. n. (Alotype ♀)

14-15= *Esthemopsis clonia* (Fldr.) ♂

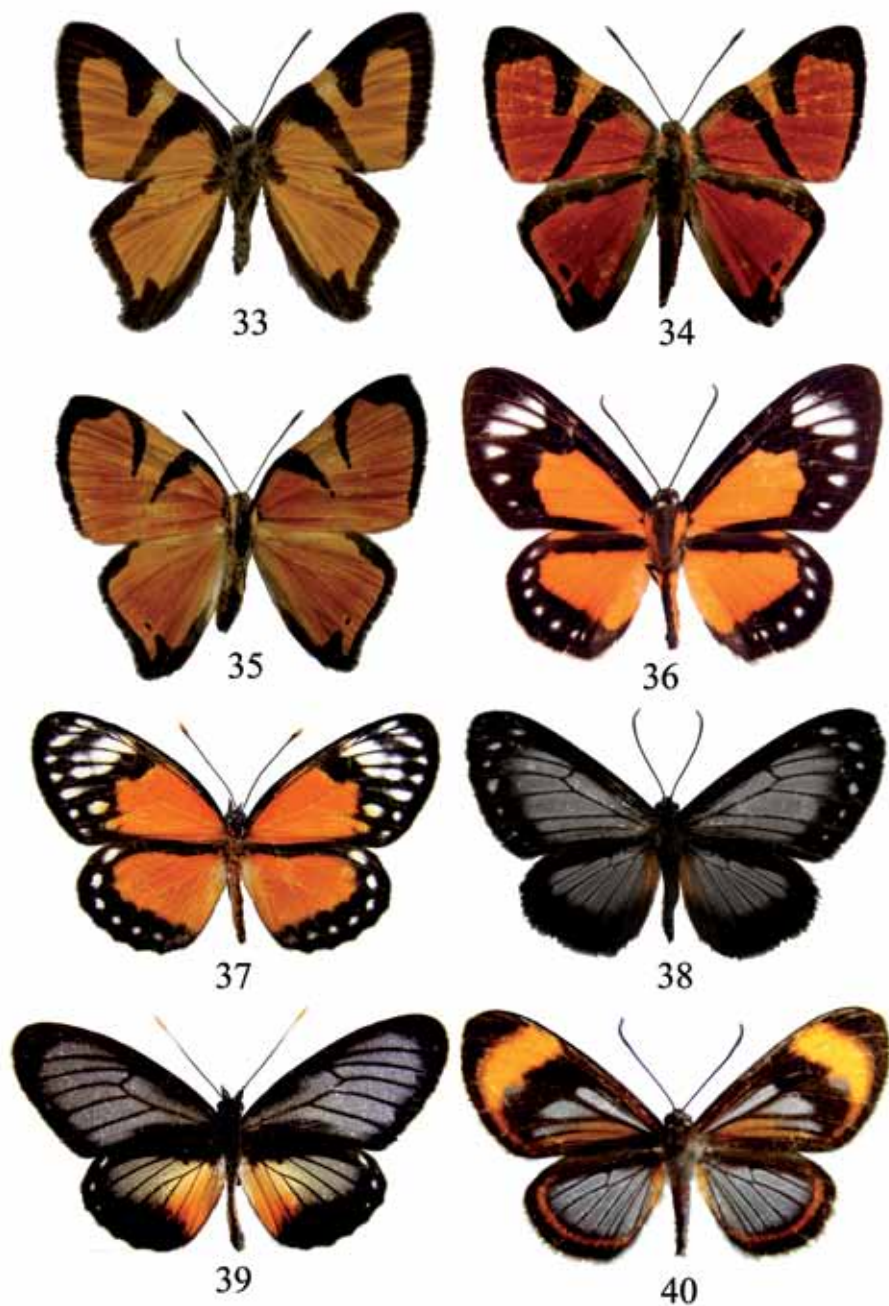
16= *Hypocrita* sp. (♀)



Figures: 17= *Esthemopsis macara* (G-S) ♂
 18-19 = *Adelotypa andresi* sp. n. (Holotype ♂)
 20-21= *Machaya aenigmatica* sp. n. (Holotype ♂)
 22 = *Panaropsis thyatira* (Hew.) ♂
 23 = *Pachytone gigas ignifer* (Stich.) ♂
 24 = *Euselasia tenebrosa* sp. n. (Paratype ♂)



Figures: 25= *Euselasia tenebrosa* sp. n. (Paratype ♂)
 26= *Euselasia violacea* (Lathy) ♂
 27-28 = *Themone pulcherrima* (H-Schäff.) ♂
 29 = *Menander aldasi* (H. & W.) ♂
 30 = *Napaea mellosa* (H. & H.) ♂
 31= *Cyrenia martia themis* (Le Cerf) ♂
 32 = *Symmachia titiana occidentalis* spp. n. (Holotype ♂)



Figures: 33= *Symmachia titiana occidentalis* spp. n. (Holotype ♂)

34-35 = *Symmachia titiana* (Hew) (34 ♂, 35 ♀)

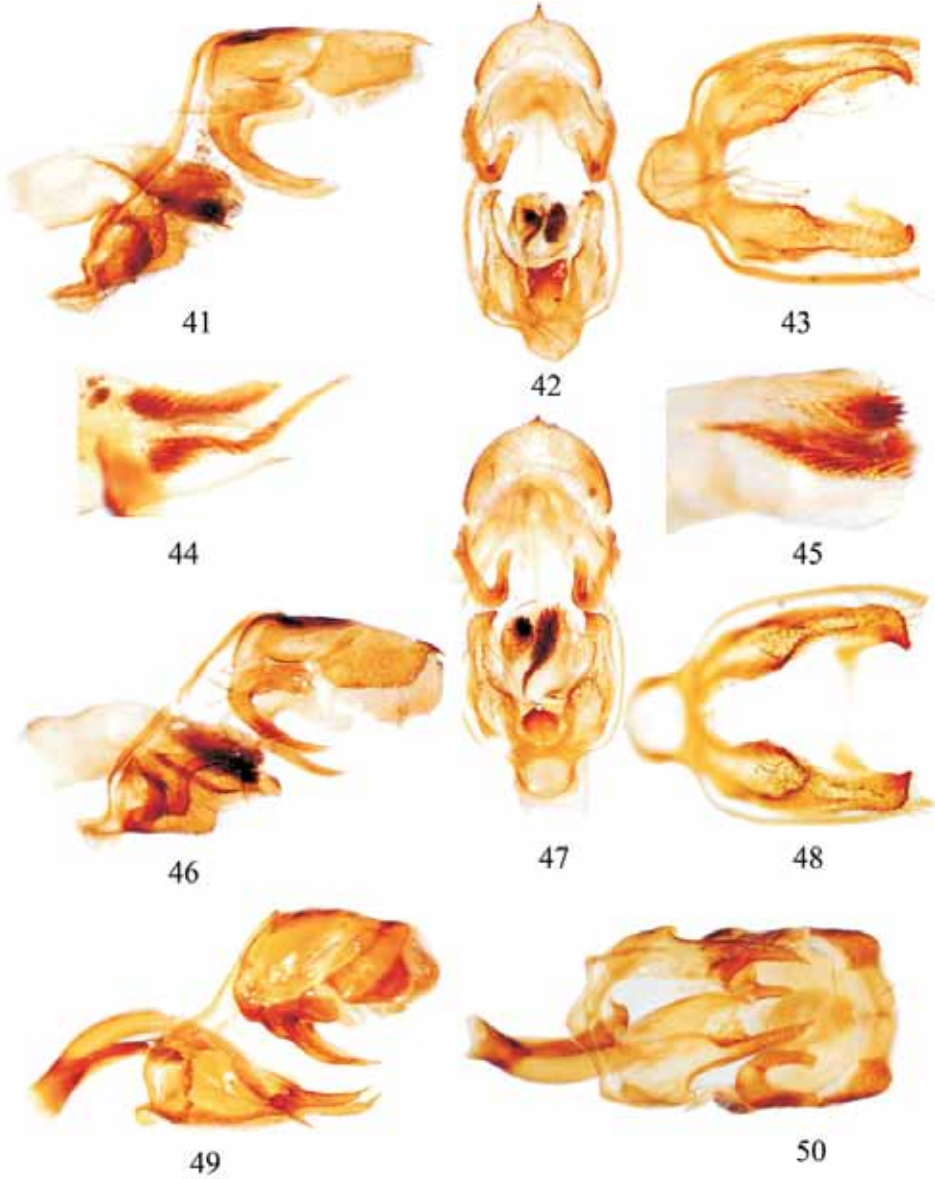
36 = *Ithomeis eulema serena* (Stich.) ♂

37= *Eresia ithomioides* (Hew) ♂ Nymphalidae

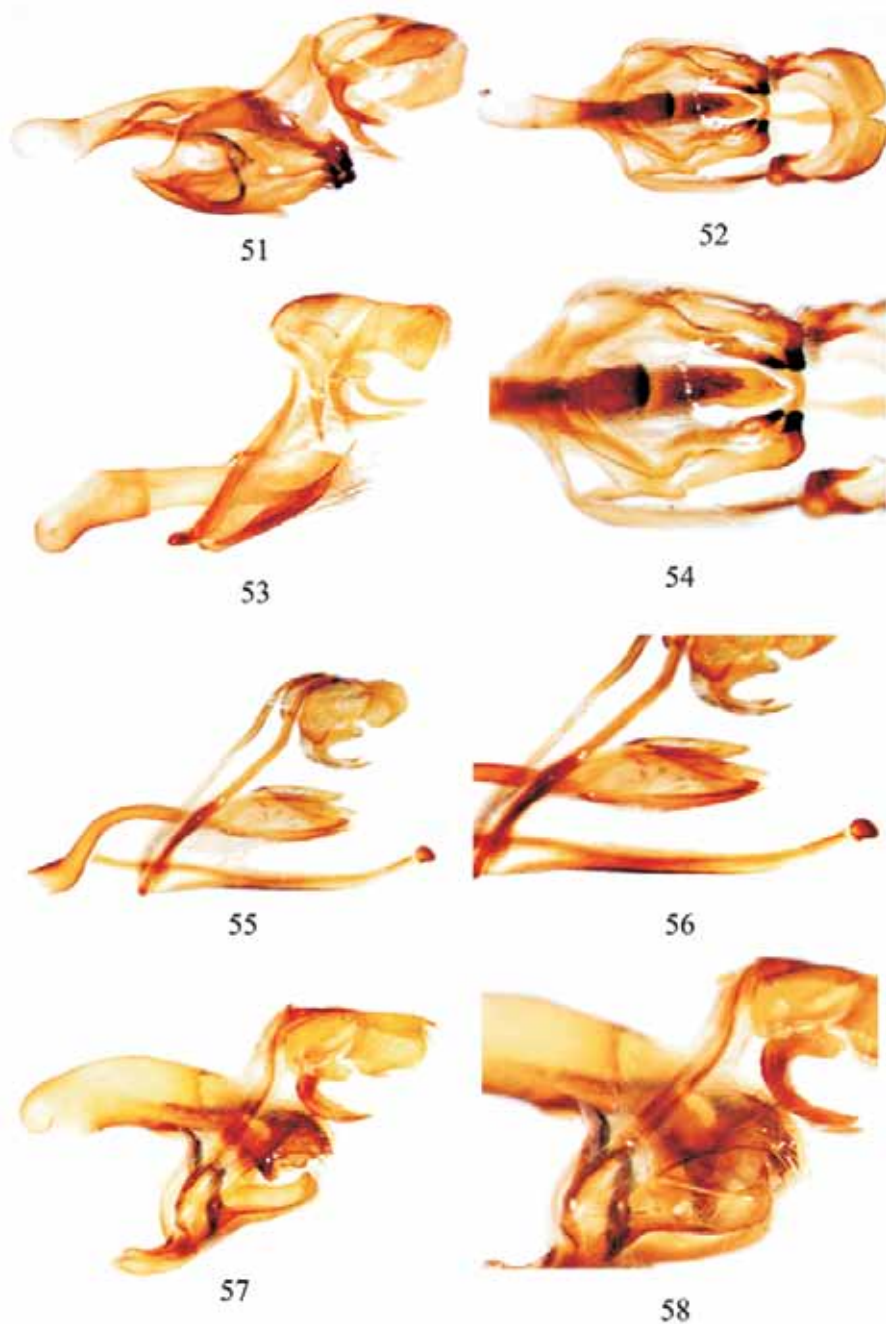
38 = *Nahida coenoides* (Hew.) ♂

39 = *Eresia datis moesta* (S. & G.) ♂ Nymphalidae

40= *Ithomeis aurantiaca corena* (Fldr.) ♂



Figures 41-50: Male genitalia. 41. *Lucilleva aphrodita*, lateral view. 42. *L. aphrodita*, ventral view. 43. *L. aphrodita* valvae. 44. *L. aphrodita* aedeagus tip with cornuti. 45. *L. asterra* aedeagus tip with cornuti. 46. *L. asterra*, lateral view. 47. *L. asterra*, ventral view. 48. *L. asterra* valvae. 49. *Machaya aenigmatica*, lateral view. 50. *M. aenigmatica*, ventral view.



Figures 51-58. Male genitalia. **51.** *Adelotypa andresi*, lateral view. **52.** *A. andresi*, ventral view. **53.** *Euselasia tenebrosa*, lateral view. **54.** *A. andresi*, detail of valva in ventral view. **55.** *Colaciticus seitzi*, lateral view. **56.** *C. seitzi*, detail of valva. **57.** *Esthemopsis clonia*, lateral view. **58.** *E. clonia*, detail of valva.

OBITUARIO*

ARTHUR H. BRUCE RYDON (1919-2010)

A comienzos de 2010, más exactamente el 14 de enero, nos conmovió profundamente el fallecimiento del Dr. Arthur H. B. Rydon después de una súbita enfermedad. Arthur nació en Brisbane, Queensland, Australia el 21 de diciembre de 1919 fruto de la relación de su padre inglés y madre australiana quienes se trasladaron al oriente de África, primero a Kenia y luego a Tanzania. Siendo niño Arthur creció con un vivo interés por el estudio de las mariposas, puesto que su padre y abuelo eran dedicados naturalistas, además cuando contaba con doce años viajó a Inglaterra para completar su educación. Su carrera de profesión fue la Medicina que realizó durante la segunda guerra mundial y culminó en 1945, regresando a Tanzania en 1946 para incorporarse dos años después al cuerpo médico de la armada Royal de Nairobi, Kenia. A comienzos de la década de 1950 Arthur trabajó en una base militar, la "Mackinnon Road", ubicada en una pequeña isla cerca a Mombasa, en la costa keniana, y fue allí donde tuvo sus primera experiencias con las mariposas africanas del género *Chararaxes*, en especial con la especie *Ch. jasius saturnus* (Butler), habitante de bosques secos de ese país. Este temprano encuentro prácticamente le motivó a realizar colectas de mariposas y hacer una buena colección destinada a decorar las oficinas de la base, estimulado a su vez por reconocidos naturalistas como el Dr. Pinhey y V.G.L. Van Someren. Ellos le enseñaron el empleo de tramas cebadas para la captura de especies y cuyos resultados extraordinarios no se hicieron esperar.

Arthur dejó la armada después de seis años al buscar su postgrado y regresar a Tanzania como especialista en salud pública trabajando 4 años en Nairobi hasta la muerte de su madre acontecida en 1964. Poco antes, en 1958, él ya capturaba especímenes para afamados lepidopterólogos como Van Someren, Carcasson y T.H.E. Jackson quienes publicaron muchos trabajos sobre las especies de Kenia y Uganda colaborando además en una gran revisión de los géneros *Charaxes*, *Palla* y *Euxanthe* entre 1963 y 1975 (algunos de cuyos representantes podremos apreciar en una exhibición especial de mariposas africanas programada por el Centro de Museos en 2011). Durante su permanencia en Inglaterra desde 1964, Arthur estuvo en el Museo de Historia Natural de Londres, donde tuvo contacto con otros especialistas como el Dr. Graham Howarth y Richard M. Fox del Carnegie Museum que le sirvieron de base entre otros, para hacer un completo estudio de la situación de la familia *Charaxidae* en el mundo publicada en 1971 (*The Systematics of the Charaxidae.- The Entomologist's Record*, vol. 83). Este trabajo clásico nos sirvió de inspiración 30 años después para realizar el nuestro con L. M. Constantino en el 2001 (*Synthesis of the Colombian Charaxidae and description of new genera for South America.- Revta Lambillionea*, 101 (2) suppl. 3) en el cual tratamos los géneros y especies colombianas y le dedicamos el género *Rydonia* como tributo. En consecuencia, esto facilitó el contacto con Arthur durante 10 años de fructífera amistad e intercambio epistolar.

* FR: 17-XII-2010. FA: 20-XII-2010

Es para mí un honor el haber trabajado con el Dr. Rydon y recibir sus sabios consejos y experiencia en el conocimiento de las mariposas tropicales que sin duda impartirá a otros niveles ultra terrenales donde descansa en paz por siempre y en nuestros corazones. El autor agradece a Chris Samson (Tonbridge, UK) y en especial a Godfrey Rydon quien nos informó que los restos mortales de su padre descansan en el panteón familiar de Wivelsfield, Sussex, Inglaterra.

Julián A. Salazar E.

Noviembre 20 de 2010

a.- Un segundo registro de *Evenus coronata* (Hewitson, 1865) para el Municipio de Manizales, Caldas

Para nuestro municipio, esta espectacular especie de licénido había sido registrada por un macho capturado en la Quebrada El Águila (a 1700 msnm), lugar situado en el costado Oeste de la Cordillera Central (Salazar J. A. & Ríos, C., 2005.- *Evenus coronata* Hewitson nuevo registro de Rhopalocera para el Municipio de Manizales, Caldas (Lep. Lycaenidae). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. Caldas, 9: 252-256). Ahora se tuvo la feliz ocasión de confirmar su presencia en la propia ciudad de Manizales con un ejemplar de sexo femenino hallado muerto por Cristina Aristizabal en las proximidades del Coliseo Mayor el 13 de marzo del 2010 (ver fotos anexas). Lo anterior supone que *E. coronata* es propia del bosque nublado andino de la región pero de extraordinaria rareza, puesto que nunca hemos avistado poblaciones importantes de esta mariposa en hábitats naturales vecinos. **Detalles:** Cristóbal Ríos-Málaver (crisomelidae@gmail.com); Julián A. Salazar E. (julianadolfoster@gmail.com).

**b.- Nacen mariposas en el Centro de Museos**

Como un pequeño complemento a nuestras investigaciones sobre mariposas colombianas, casualmente recogimos tres crisálidas de Brasolinos en hojas de palmas y plátanos que crecen en las inmediaciones del edificio Palogrande de la universidad, y de las cuales emergieron dos especies típicas de la región: *Opsiphanes quiteria cauca* (Röber) y *Caligo oileus scamander* (Boisduval) (ver foto anexa). La

primera fue llevada en estado de prepupa a la oficina de Historia Natural en marzo 8 de 2010 y colgada en una lámina de icopor, naciendo en abril 2; en tanto las otras en marzo 22, naciendo en abril 5 y 16 respectivamente. Los adultos al ser liberados nos recuerdan que los museos de historia natural no solo deben propender por la adecuada preservación de ejemplares disecados para fines de docencia e investigación; si no también impulsores en la conservación de la vida. Detalles: julianadolfoster@gmail.com



c.- Registros

Varias especies reconocidas de nuestra entomofauna hicieron reaparición con fuerza en el 2010. Se trata de escarabajo dynastino *Golofa porteri* (Hope) cuya presencia se hizo sentir desde los primeros días del mes de marzo hasta finales de mayo en especial, en el sector de Chipre (ver foto anexa) con numerosos machos, siendo las hembras más comunes en Bellas Artes. Igualmente el escarabajo “polocho” *Macroductylus flavolineata* reapareció por centenares sobre las calles de la ciudad hasta bien avanzado el mes de agosto (ver foto anexa), y los noctuidos *Thysania agrippina* y *Th. zenobia* (ver fotos anexas) en las paredes del Hospital de Caldas atraídas por luces artificiales. A estos artrópodos los habíamos reportado esporádicamente en julio de 1999 y junio de 2004. Detalles: julianadolfoster@gmail.com



d.- Avances en la colección Osteológica de Historia Natural

Como parte de la colección Mastozoológica que tiene el Centro de Museos, se ha venido implementando una muestra de cráneos pertenecientes a varias especies representativas de nuestra fauna, por el acumulo de unas pocas piezas que han venido en franco aumento gracias a la labor diligente y ordenada de monitores, becarios y algunos docentes que trabajan en el laboratorio de Historia Natural. Actualmente esta pequeña colección consta de 73 muestras osteológicas discriminadas en cráneos y otros restos óseos, sin tener en cuenta los cráneos de pequeño tamaño correspondientes a quirópteros, marsupiales y roedores. El material se encuentra debidamente catalogado y registrado (ver foto anexa). Detalles, becaria: Diana Carolina Villanueva. E-mail: d.c.villanueva@gmail.com



e.- Nuevas especies de cucarachas (Blattodea) descubiertas en el Centro de Museos

El presente autor (Salazar, J.A., 2004.- Nuevas especies de blátidos y mántidos para Colombia (Insecta: Dictyoptera) y una nota sobre la hembra de *Vates festae* G-Tos, 1914. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas, 8: 267-286), describió en esta revista varias especies de cucarachas silvestres halladas en las propias instalaciones del Centro de Museos. Este descubrimiento permitió la descripción de las especies *Asemoblatta pilosa* y *Pelmatosilpha erythrocephala* (ver figura anexa) que revela una insospechada riqueza en fauna de invertebrados presente en la sede de Palogrande de la universidad y constituyendo un magnífico testimonio de nuestra ignorada diversidad biológica a la espera de ser estudiada. Detalles: Julián A. Salazar E., julianadolfooster@gmail.com (Centro de Museos- Historia Natural, Universidad de Caldas).



f.- Encuentran otra Águila real

En agosto 21 de 2010 un campesino de la vereda Miraflores llevo un águila a la oficina de Asuntos Pecuarios de Aranzazu, Caldas. El veterinario Juan Pablo Gómez verificó que se trata de un Águila real de montaña u *Oroeatus isidori* que nosotros ya habíamos reportado en otras Novedades del Boletín (vol.12 de 2008). El campesino cuya identidad se desconoce, halló una gallina muerta con heridas de animal cerca de su casa, y de inmediato improviso una trampa, encontrándose con la sorpresa al atrapar este bello ejemplar. Dadas las condiciones del ave, el funcionario decidió liberarla en tierra fría. Recuerden, esta especie es protegida por el gobierno y es un delito retenerla o cazarla. Detalles: Diario La Patria. www.lapatria.com (edición de agosto 21 de 2010).

g.- Eventos

Varios eventos se han celebrado sucesivamente a lo largo del segundo semestre del 2010 con asistencia de algunos de los funcionarios y colaboradores del Centro de Museos: María Cristina Moreno (**MCM**), Orlando Guerra Murcia (**OGM**), José Omar López (**JOL**), Alba Lucía Guarín (**ALG**), Sandra Milena Lince (**SML**), Wilson Cortes (**WC**), Héctor Fabio Arias-becario (**HFA**) y Julián Salazar (**JS**).

* **“Las aves que bailando sembraron bosques”, “Censos participativos de aves”, “Avifauna de Caldas”** Conferencias de la Sociedad Caldense de Ornitología (SCO) a cargo de Jorge E. Botero, Juan Alejandro Morales, Andrés Mauricio López y Eliana Fierro Calderón, auditorio Centro de Museos, mayo 27, junio 24 y septiembre 16 de 2010 (JS, HFA).

* **“Políticas Editoriales de las Revistas Indexadas”**, a cargo de Carlos E. Luque, Vicerrector de Investigaciones, edificio Luis Emilio Sierra, Universidad de Caldas, junio 17 de 2010 y agosto 18 de 2010 (JS).

****Simulacro de evacuación y rescate**” a cargo de la Brigada de Emergencia y Seguridad de la Universidad de Caldas, Granja Tesorito, agosto 4 de 2010 (OGM, JOL).

* **“Paisaje Cultural del Café”** Reunión auditorio Centro de Museos además asistieron la Dra. Fanny Osorio-Vicerrectora de Proyección Universitaria, Carolina Saldarriaga, Adriana Gómez Álzate, Luz Marina Gaitán et al., agosto 6 de 2010 (MCM).

* **“Conservación preventiva Patrimonial”** Curso a cargo de Graciela Esguerra Gouffray y Ricard Huerta Segura, auditorio Centro de Museos, agosto 23 al 27 de 2010 (MCM, JOL, OGM, ALG, SML, WC, JS).

****Planificación de Proyectos especialmente de Cooperación Internacional**” Taller a cargo del Dr. Diego Martínez, auditorio Centro de Museos, noviembre 2-4 de 2010 (MCM, JS, SML et al.).

** **El Futuro de la Avifauna colombiana bajo el cambio climático global**” conferencia de Jorge Velásquez Tibatá, Dpt. Ecología y Evolución, Stony Brook University, NY. Auditorio Centro de Museos, noviembre 5 de 2010 (JS, HFA).



Julián A. Salazar E.

BIODIVERSIDAD REGIONAL, SANTA MARÍA, BOYACÁ
Artrópodos, Arácnidos, Miriápodos, Crustáceos e Insectos
Amat, Germán (editor)

Instituto de Ciencias Naturales, serie Guías de Campo No 5: 236 pp. +figs.
2009

ISBN: 978958719372-5
Bogotá

FAUNA DE LA REGIÓN DE CAMPO CAPOTE, PUERTO PARRA,
SANTANDER

Insectos, Aves, Mamíferos y Reptiles
Sarmiento, Carlos E. (editor)

Instituto de Ciencias Naturales, serie Guías de Campo No 6: 146 pp. + figs.
2010

ISBN: 978958719-6

El Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional nos presenta estas nuevas guías que forman parte de una serie coleccionable de libros dedicados a divulgar las Biotas de Santa María y Campo Capote, regiones de pie de monte ubicadas en el costado este y oeste de la Cordillera Oriental, Boyacá y Santander respectivamente.

En la de Santa María son estudiados los artrópodos pertenecientes a las clases Arácnida, Miriápoda, Crustácea e Insecta a cargo de 17 autores que incluyen unas 106 especies de tales grupos. Cada especie es mostrada mediante una ficha biológica que detalla además de una foto a color del ejemplar representativo, su diagnóstico de reconocimiento, la ecología, distribución e historia natural. Igualmente aparece la identificación taxonómica, la familia, el nombre vulgar como se le conoce en la región; y la riqueza a nivel Nacional y Neotropical. Fuera de la impresionante presentación de esta guía, lograda en papel de 150 gr. plastificado brillante, sujeto con anillado en espiral de plástico negro y las figuras empleadas para la páginas interiores; sorprende el contenido textual de la misma con apartados especiales como la extinción de los Artrópodos en Colombia, asunto muy poco abordado en libros de conservación y trabajos sobre impacto ambiental; o el minucioso glosario incluido con más de 200 términos técnicos explicados. El trabajo gráfico de las diversas especies es selecto y se destaca gracias a la labor de Hannier Pulido, en tanto la bibliografía consultada aunque concisa, carece de citas puntuales en Sphingidae, Tabanidae, Arctidae y Mantidae cosa que la hace algo incompleta.

La segunda guía que tenemos disponible, es sobre la fauna de Campo Capote, un lugar tropical perteneciente a la reserva forestal del Carare-Opón ubicado en el Magdalena medio, inmediaciones de Puerto Parra, Santander. Es una zona diversa biológicamente pero que ha sufrido los embates de la intervención humana por décadas, fragmentando los bosques originales y repercutiendo en la fauna y flora local. El formato de la guía es similar a la anterior pero más multifacética, presentando insectos,

aves, mamíferos y reptiles de la región. Cada grupo de especies es mostrado de manera simplificada con la clase, el orden, la familia, los nombres vulgares; la clasificación si se conoce y sus métodos de captura y registros de campo. En la clase Insecta los autores se cuidaron en la clasificación taxonómica, llegando sólo hasta género o subfamilia si es del caso, y representando los ordenes Odonata, Himenóptera, Coleoptera, Dictióptera, Ortóptera y Lepidóptera. En esta última aparecen dos mariposas diurnas: *Colias dimera* (Dbl.) y *Vanessa virginiensis* (Drury) que para hacer justicia, son especies netamente alto andinas y no habitantes desde los 500 msnm., como se cita en la guía. Era mejor representarlas con otras más tropicales (un *Prepona* Bsd o un *Battus* Scopoli por ejemplo), tan frecuentes en áreas selváticas bajas. Otros grupos zoológicos como aves, quirópteros y anfibios, se detallan en forma con una estupenda clasificación de género y especie, labor debida al auxilio de expertos docentes de reconocida trayectoria (John Lynch, Gary Stiles, Yaneth Muñoz etc.). Apartándonos de lo anterior, la contribución de estas dos guías sobre organismos vivientes publicadas por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, es valiosa y una “marca registrada” de trabajos de dicha institución para conocer mejor nuestra querida biodiversidad.

Congratulamos a todos los autores que colaboraron en dichas contribuciones, en especial a Carolina Medellín coautora quien nos hizo llegar las donaciones procedentes del:

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
Carrera 30 No 45-03
Sede Bogotá, D-C.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

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 una vez 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 la Bibliografía

Los nombres de los autores consultados en la bibliografía 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: ucaldas@cumanday.ucaldas.edu.co, julianadolfoster@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 MUSEOS** 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 once 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: ucaldas@cumanday.ucaldas.edu.co, julianadolfoster@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.

**LISTADO DE EVALUADORES PARA LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS
EN EL BOLETÍN CIENTÍFICO MUSEO DE HISTORIA NATURAL
VOL. 14 (No 2) DE 2010**

La calidad científica de la revista se refleja en la valiosa colaboración de diversos evaluadores y especialistas que revisaron los trabajos publicados en el presente número pues gracias a ellos es mejorado ostensiblemente.

Amat, Germán Domingo. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-ICN, Bogotá, gamatg@unal.edu.co

Bogota, Juan Gregorio. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, Ibagué, Tolima, juandbogota@gmail.com

Castellanos, Oscar. Parque Nacional Natural Los Nevados, Manizales, castellanoscar@gmail.com

Correa Salgado, Adriana María. Universidad de Caldas, Ciencias Agropecuarias, Salud Animal, acorreasalgado@hotmail.com

Cortes, Pinzón Jaime. Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá, jpinzon@ualberta.ca

Dammann, Nancy. Columbia University, New York, USA nmdammann@post.harvard.edu

Herrera, Dalila Caicedo. Fundación Omacha, Bogotá, dalila@omacha.org

Estévez-V. Jaime. Universidad de Caldas, Dpto. de Ciencias Biológicas, Manizales, Caldas, Jaime.estevez@ucaldas.edu.co

Londoño, Alejandro. Pontificia Universidad Católica Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, Brasil, xalejandrox7@gmail.com

Macías-Pinto, Diego Jesús. Universidad del Cauca, Dpto. de Biología, Popayán, Cauca, diegomaciaspinto@gmail.com

Nates-Parra, Guiomar. Universidad Nacional de Colombia, Dpto. de Biología, Bogotá, gnatesp@unal.edu.co

Nielsen, Gregory. Empresa Piscícola Aquapró, Villavicencio, Meta, gregorynielsen@att.net

Paulsen, M. J. Nebraska University, Dpt. Entomology, Nebraska Usa, mpaulsen@unlserve.unl.edu

Prieto Martínez, Carlos. Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Cauca, cprieto50@gmail.com

Pacl, Vaclav. Universidad del Cauca, Departamento de Música, Popayán, Cauca. improba@gmail.com

Pelayo-Villamil, Patricia. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Biología. patriciapelayo@gmail.com

Roncancio, Nestor. Wildlife Conservation Society, Cali, Valle, nroncancio@wcs.org

Thaporn, Donald. Centro de la Biodiversidad Tropical **BioCentro**, Guanare, Portuguesa, Venezuela, dthaporn@gmail.com

Wilson, Kent. P.O. Box 1097, Edmond, Oklahoma, USA

AUTORES

BOLAÑOS-Yethsy, Johanna

Biología, Universidad del Cauca, Maestría en Biología., Popayán. E-mail: yethsy26@hotmail.com

CHITO, Edith

Bióloga, Universidad del Cauca., Popayán. E-mail: edith_chito@hotmail.com

MUÑOZ-L., Eduard

Biólogo, Universidad del Cauca, Fundación Allpamanta. E-mail: jackballena@hotmail.com

RAMIREZ-R., Bernardo

Herbario Universidad del Cauca, Museo de Historia Natural, Popayán. E-mail: branly@unicauca.edu.co

FEUILLET, Carolina

Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: carolina.feuillet@ucaldas.edu.co

GIRALDO-BELTRÁN, Paola

Ingeniera Agrónoma, Universidad de Caldas, Proyecto Primates Colombia. E-mail: paogirbe@gmail.com

LINK, Andrés

Center for Study of Human Origins, dpt. Antropology, NY. University, USA. E-mail: al898@nyu.edu

MONTOYA, Sandra

Instituto de Biotecnología Agropecuaria, Jardín Botánico, Universidad de Caldas, E-mail: sandra.montoya@ucaldas.edu.co

GALLEGO, José Humberto

Jardín Botánico, Universidad de Caldas, A.A. 275. E-mail: josegallego@ucaldas.edu.co

SUCERQUÍA, Ángela

Biología, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: angelito66619@hotmail.com

BETANCOURT, Oscar

Biología, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: oscarbg_8807@hotmail.com

PELAEZ, Beatriz

Biólogo, Universidad de Caldas, Semillero Macromicetos. E-mail: beatrizpelaezb@hotmail.com

FERNANDO-ARIAS, Diego

Agronomía, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: diegoarias.hongos@gmail.com

BEDOYA-PATIÑO, Juan

Ingeniero Agrónomo, Maestría Biología Vegetal, Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda.
E-mail: jguillermobedoya@gmail.com

ESTÉVEZ-BARÓN, Jaime

Profesor Asistente, Dpt. de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Caldas. E-mail: jvestevesv@hotmail.com

CASTAÑO-VILLA, Gabriel, J.

Profesor Asistente, Dpt. De Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad de Caldas. E-mail: gabocavil@hotmail.com

GIL-OSPINA, Raúl Fernando

Biólogo, Universidad de Caldas. E-mail: raul.gil@ucaldas.edu.co

BEDOYA-ZULUAGA, Felipe Alberto

Biólogo, Universidad de Caldas. E-mail: felipe.bedoya@ucaldas.edu.co

ÁLVAREZ-LEÓN, Ricardo

Universidad de Manizales. Fundaciones Maguaré y Verdes Horizontes. Manizales (Caldas)
Colombia. E-mail: ricardoalvarezleon@gmail.com

MALDONADO-PACHÓN, Hernando

Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Arqueología. Bogotá D. C. Colombia
E-mail: hernando.pachon@gmail.com

GALVEZ, Carlos Fernando

Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales

FERNANDO-RAMIREZ, Ginés

Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales.

OSORIO, José-H.

Laboratorio de Investigación en Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Universidad de
Caldas- E-mail: jose.osorio_o@ucaldas.edu.co

AGUDELO-ZAMORA, Henry

Universidad de Antioquia, Medellín. E-mail: hdagudelo@gmail.com

JÍMENEZ, Luz-F.

Universidad de Antioquia, Medellín. E-mail: ljimenez@matematicas.udea.edu.co

OSPINA-PABÓN, Juan

Grupo de Limnología y Recursos Hídricos, Universidad Católica de Oriente, rionegro, Antioquia. E-mail: juangiopez@gmail.com

SALAZAR-E., Julián A.

M.V.Z. Centro de Museos, Historia Natural, Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales, Colombia. E-mail: julian.salazar_@ucaldas.edu.co

CONSTANTINO, Luis M.

Museo Entomológico Marcial Benavides, Cenicafé, Chinchiná, Colombia. E-mail: luismiguel.constantino@hotmail.com

RODRÍGUEZ, Gabriel

Geólogo, Ingeominas, Medellín. E-mail: gabrieldimera@yahoo.com

RÍOS-MALAVER, Cristóbal

Biólogo, Fundación IVIC, Estado de Zulia, Maracay, Venezuela- E-mail: cristomelidae@gmail.com

MARTINEZ-AGUDELO, José Fernando

Economista, Universidad Autónoma. Manizales. E-mail: josefm@gmail.com

GUZMAN, Claudia-L.

Grupo de Biodiversidad y Dinámica de Bosques naturales, Universidad del Tolima, Ibagué. E-mail: claudia98@taobao.com

MELO, Omar-A.

Grupo de Biodiversidad y Dinámica de Bosques naturales, Universidad del Tolima, Ibagué. E-mail: oscarm@gmail.com

LOZANO, María Denis

CORPOICA, C.I., Espinal, Tolima. E-mail: mardeloz@hotmail.com

RIVERA, Fredy

Grupo de Investigación en Genética, Biodiversidad y Fitomejoramiento GEBIOME, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: fredy.rivera@ucaldas.edu.co

ASCUNTAR-OSNAS, Oscar

Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali. E-mail: askuntar-osnas@gmail.com

CALLE, Zoraida

Fundación CIPAV, Cali. E-mail: Zoraida@cipav.org.co

ARMBRECHT, Inge

Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali. E-mail: inge.armbrecht@correounivalle.edu.co

MARTINEZ, José Neis

Grupo de Biodiversidad del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Barranquilla.
E-mail: neyjosemartinez@gmail.com

CAÑAS-M., Lidís María

Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Barranquilla. E-mail: lidiscamer@gmail.com

RANGEL, Jorge Luis

Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria Km 7 vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico.

BLANCO-R., Orlando

Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria Km 7 vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico.

MENDOZA, Jesús David

Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria Km 7 vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico.

COHEN-B., Sandra

Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria Km 7 vía a Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico.

VILLALOBOS-M., Alfonso

Grupo de Investigación Entomológica y Ambiental-GENA, Corporación CTAS, Bucaramanga, Santander. E-mail: alfvillalmo@gmail.com

AGUDELO, Juan Carlos

Biólogo, IUS-Universidad Nacional de Colombia. E-mail: jcagudelo@gmail.com

ARRIETA, Dagoberto-M.

Profesor Asociado Universidad Industrial de Santander-UIS, Bucaramanga. E-mail: darrietadap@gmail.com

www.4-72.com.co



LA RED POSTAL DE COLOMBIA

► Línea de Atención al Cliente Nacional ◀
01 8000 111210



BOLETÍN CIENTÍFICO
CENTRO DE MUSEOS
MUSEO DE HISTORIA NATURAL
Vol. 14 No. 2

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: (1) Ejemplar : \$ 10.000

Se debe consignar en Bancafé, cuenta de ahorros N° 084500007467 código 00HD005 Promoción e indexación de publicaciones científicas. Con envío posterior de copia de recibo y hoja de suscripción al Fax (576) 8781500 ext. 11622.

Último ejemplar recibido / *Last issue mailed:*

Año/*Year* Volumen/*Volume* Número/*Number* Fecha / *Date*



Servicios

El Centro de Museos tiene abiertas para el público en la actualidad tres salas de exposición, con acceso gratuito, las cuales pueden ser visitadas entre 8:00 a.m. a 12:00 m. y 2:00 a 6:00 p.m. de lunes a viernes, ubicadas en las siguientes direcciones:

1. Exposición “Pobladores del Cauca Medio, un entorno por descubrir”: a través de la puesta en escena de cerámicas, metalurgia y líticos arqueológicos, se muestra la vida de nuestros antepasados indígenas. SEDE PALOGRANDE.
2. Exposición de arte David Manzur: El Martirio de San Sebastián en homenaje a Andrés Escobar.
3. Exposición de Historia Natural “Fauna Andina de Colombia”: Aves, mamíferos, anuros e insectos de la región andina.
SEDE PALOGRANDE UNIVERSIDAD DE CALDAS.

Colección de

Historia Natural



Sede Palogrande
Cra. 23 No. 58 - 65
Dirección electrónica:
museo@ucaldas.edu.co
Manizales-Colombia

Universidad de Caldas
Cra. 23 No. 58-65
Conmutador (6)8862720 ext. 24133
Dirección electrónica: ucaldas@ucaldas.edu.co



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



Revista
Cultura y Droga



Revista
Luna Azul (On Line)
<http://lunazul.ucaldas.edu.co>
Indexada en:
Publindex Categoría B
Index Copernicus, DOAJ



Revista
Biosalud
Indexada en:
Publindex Categoría B
Lilacs



Revista
Eleuthera
Indexada en:
Publindex Categoría C



Revista
Discusiones Filosóficas
Indexada en:
Publindex Categoría B
Philosopher's Index
SciELO

Revistas





Revista Boletín Científico Museo de Historia Natural Indexada en: Publindex Categoría A2 SciELO



Revista Colombiana de las Artes Escénicas



Revista Veterinaria y Zootecnia



Revista Hacia la Promoción de la Salud Indexada en: Publindex Categoría B Lilacs SciELO



Revista Jurídicas Indexada en: Publindex Categoría C DialNet



Revista Latinoamericana de Estudios Educativos



Revista Vector



Revista de Antropología y Sociología (Virajes) Indexada en: Publindex Categoría C



Revista Universidad de Caldas



Revista Kepes Indexada en: Publindex Categoría C



Revista Latinoamericana de Estudios de Familia

Científicas





Esta revista se terminó de imprimir
en el mes de diciembre de 2010
en los talleres litográficos
de Capital Graphic
Universidad de Caldas
Manizales - Colombia