# BOLETÍN CIENTÍFICO CENTRO DE MUSEOS MUSEO DE HISTORIA NATURAL Vol. 16 No. 2

SCIENTIFIC BULLETIN MUSEUM CENTER NATURAL HISTORY MUSEUM Vol. 16 No. 2

# BOLETÍN CIENTÍFICO CENTRO DE MUSEOS MUSEO DE HISTORIA NATURAL

ISSN 0123 - 3068 - Fundada en 1995 -Periodicidad semestral Tiraje 300 ejemplares Vol. 16 No. 2, 274 p. julio - diciembre, 2012 Manizales - Colombia

Rector Vicerrectora Académica Vicerrector de Investigaciones y Postgrados Vicerrector Administrativo Vicerrectora de Provección

Ricardo Gómez Giraldo Luz Amalia Ríos Vásquez Carlos Emilio García Duque Fabio Hernando Arias Orozco Fanny Osorio Giraldo Centro de Museos | María Cristina Moreno

Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural | biológicas afines.

Revista especializada en estudios de Historia Natural y áreas

Director

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

Indexada por

Publindex Categoría A2 Zoological Record

#### Comité Editorial

#### Comité Internacional

Ricardo Walker

Investigador, Fundador Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas Luís Carlos Pardo-Locarno

Ingeniero Agronómo, PhD, MsC., CIAT Palmira, Valle

John Harold Castaño MsC. Programa Biología,

Universidad de Caldas

Luís 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

Ángel L. Viloria

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, PhD., 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

Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados

Dirección: Apartado Aéreo: Teléfonos: E-mail: Sede Central Calle 65 No 26 - 10 (+6) 8781500 ext. 11222 - 11442 julianadolfoster@gmail.com revistascientificas@ucaldas.edu.co Manizales - Colombia

Universidad de Caldas

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



Hemíptero de la familia Scutelleridae Fotografía Jeisson Gutierrez

Créditos Separadores: América Pintoresca

La responsabilidad de lo expresado en cada artículo es | El contenido de esta publicación puede exclusiva del autor y no expresa ni compromete la posición de la revista.

reproducirse citando la fuente.

# **PRESENTACIÓN**

Esta Edición Especial del Boletín Científico de Historia Natural del Centro de Museos, es un producto derivado del "I Simposio Regional de Biología" financiada por la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Caldas y, con el propósito de publicar los trabajos destacados durante el evento, además de los resultados obtenidos en proyectos de investigación de docentes y estudiantes de la institución, en áreas afines a Biología. Asimismo, se constituye un espacio para la difusión del potencial del departamento para el desarrollo de investigaciones en el campo de las ciencias biológicas y para el avance en el conocimiento de la biodiversidad de la región. Ya que, la exuberancia de la fauna y flora de Caldas no son más evidentes debido a la escasez de investigaciones de dicha índole.

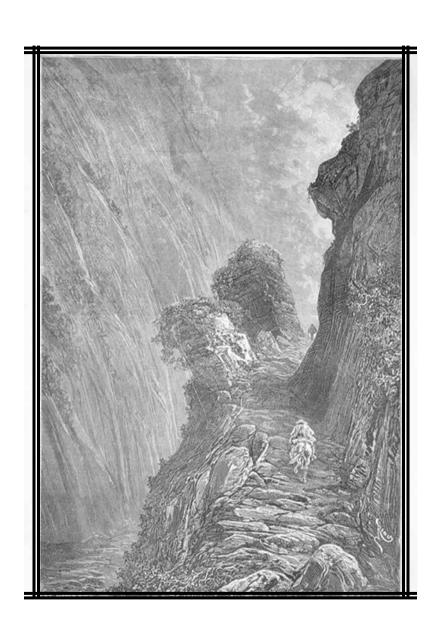
Esperamos que esta edición se convierta en una fuente de motivación para docentes y estudiantes del Programa de Biología y afines, incitándolos a que publiquen el resultado de sus actividades investigativas.

Lucimar G. Dias

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias

Exactas y

Naturales, Universidad de Caldas.





## ACTIVIDAD TÓXICA DE LOS EXTRACTOS DE LA CORTEZA DE TALLO DE ANNONA CHERIMOLIOIDES (ANNONACEAE) SOBRE ARTEMIA SALINA

TOXIC ACTIVITY OF ANNONA CHERIMOLIOIDES (ANNONACEAE) STEAM BARK EXTRACTS ON ARTEMIA SALINA

Jhon Henry Galvis García, Diana Marcela Ocampo, Rogelio Ocampo y Paul David A. Gutiérrez-Cárdenas

17

# ESTUDIO LIMNOLOGICO DE LA LAGUNA NEGRA. ZONA AMORTIGUADORA DEL P.N.N. LOS NEVADOS.

LIMNOLOGIC STUDY OF THE BLACK LAGOON. BUFFER ZONE AT THE NATIONAL NATURAL SNOW-COVERED MOUNTAINS PARK

Daniel Ricardo Toro Castaño, Marco Tulio Jaramillo Salazar, Diana Marcela Ocampo Serna, Rosa Margarita Correa, Paula Andrea Salgado

23

# ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ARBÓREA DE LOS BOSQUES DEL DIABLO (SAN FELIX, SALAMINA, CALDAS), SELVA

ARBOREAL STRUCTURE AND COMPOSITION IN EL DIABLO WOODLAND (SAN FELIX, SALAMINA, CALDAS), HIGH ANDEAN FOREST IN THE COLOMBIAN CENTRAL MOUNTAIN RANGE

ALTOANDINA DE LA CORDILLERA CENTRAL COLOMBIANA

Andrés Felipe Bohórquez O. David Sanín y Nixon Walter Silva E.

39

## CARACTERES MORFOLÓGICOS EN ESPORAS DE POLYPODIACEAE Y SU APLICACIÓN EN LA RECONSTRUCCIÓN FILOGENÉTICA

MORPHOLOGICAL CHARACTERS IN POLYPODIACEAE SPORES AND THEIR APPLICATION IN PHYLOGENETIC RECONSTRUCTION

Luz Amparo Triana-Moreno

53

# DESARROLLO DEL ESPORANGIO EN *Pecluma eurybasis* var. villosa (POLYPODIACEAE)

SPORANGIUM DEVELOPMENT IN Pecluma eurybasis var. villosa (POLYPODIACEAE)
Luz Amparo Triana-Moreno

60

bol.cient.mus.his.nat.	Manizales (Colombia)	Vol. 16 No. 2	274 p.	julio - diciembre de 2011	ISSN 0123-3068
------------------------	----------------------	---------------	--------	---------------------------	----------------

# CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS

Conservation And Biodiversity In Agroecosystems

# EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN SOLANUM TUBEROSUM (SOLANALES: SOLANACEAE) CON SISTEMAS DE LABRANZA TRADICIONAL Y MÍNIMA

EVALUATION OF SOIL MACROFAUNA IN SOLANUM TUBEROSUM (SOLANALES: SOLANACEAE) WITH TRADITIONAL AND MINIMUM TILLAGE SYSTEMS Bibiana Botina G., Ángel Velásquez I., Tito Bacca, Jesús Castillo F. y Lucimar G. Dias,

69

# EFECTO ATRACTIVO DE LOS VOLATILES DE UN TERPENOIDE A INSECTOS ASOCIADOS A COFFEA ARABICA L. (RUBIACEAE)

ATTRACTIVE EFFECT OF VOLATILES OF A TERPENOIDE TO ASSOCIATED INSECTS TO COFFEA ARABICA L. (RUBIACEAE)
Fernando Cord G. Tito Bacca y Lucimar G. Dius

78

PATOGENICIDAD DE DOS NEMÁTODOS ENTOMOPATOGENOS SOBRE METAMASIUS HEMIPTERUS SERICEUS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

PATHOGENICITY OF TWO ENTHOMOPATHOGENIC NEMATODES ON METAMASIUS HEMIPTERUS SERICEUS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

James Alberto Jiménez, Juan Carlos López N y Alberto Soto G

87

ZOOLOGÍA VERTEBRADOS

Vertebrate Zoology

MAMÍFEROS DE CALDAS: UN ANÁLISIS DE VACÍOS DE INFORMACIÓN

MAMMALS FROM CALDAS: AN INFORMATION GAPS ANALYSIS

John Harold Castaño Salazar



## CARACTERIZACIÓN CARIOLÓGICA DE TRES MONOS Aotus griseimembra (PRIMATES: Aotidae) MANTENIDOS EN CAUTIVERIO

KARYOLOGICAL CHARACTERISATION OF THREE MONKEYS Aotus griseimembra (PRIMATES: Aotidae) KEPT IN CAPTIVITY Sandra Arenas D., Maria Jimena Giraldo G., Marta Lucia Bueno, Fredy Arvey Rivera Páez y Germán Ariel López Gartner

120

# ZOOLOGÍA INVERTEBRADOS Invertebrate Zoology

# DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD DE AGUA DE QUEBRADAS ABASTECEDORAS DEL MUNICIPIO DE MANIZALES

ACUATIC MACROINVERTEBRATES DIVERSITY AND WATER QUALITY OF SUPPLY STREAMS FROM MANIZALES MUNICIPALITY

Sulay Maritza González G. Yuly Paulina Ramírez. Ana María Meza S. y Lucimar G. Dias.

135

# RECONOCIMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalanthus HAW.)

IDENTIFICATION OF PLANT PHYTOPARASITE NEMATODES IN YELLOW PITAHAYA (Selenicereus megalanthus HAW.) Óscar Adrián Guzmán-Piedrabita, Leonardo Pérez y Andrés Patiño

149

# SOME ASPECTS OF THE BIOECOLOGY OF THE WEST INDIAN TOPSHELL CITTARIUM PICA (MOLLUSCA: GASTEROPODA) IN THE DARIEN COLOMBIAN CARIBBEAN

"ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOECOLOGÍA DE LA CIGUA CITTARIUM PICA (MOLLUSCA : GASTEROPODA) EN EL DARIÉN CARIBE COLOMBIANO"

Tatiana Correa Herrera, Beatriz Toro Restrepo y Javier Rosique

162

# LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA CEBUC Y SU POTENCIAL COMO COLECCIÓN DE REFERENCIA DE INSECTOS ACUÁTICOS

THE CEBUC ENTOMOLOGY COLLECTION AND ITS POTENTIAL AS A REFERENCE COLLECTION OF AQUATIC INSECTS

Milton Montaño C., Ana María Meza S. y Lucimar G. Dias

# RELACIÓN E ILUSTRACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE NYCTIBORINAE DE COLOMBIA Y COSTA RICA

(INSECTA: Blattodea, Ectobiidae)

RELATION AND ILLUSTRATION OF SOME NYCTIBORINAE SPECIES FROM COLOMBIA AND COSTA RICA (INSECTA: Blattodea, Ectobiidae) Julián A. Salazar- E- J. Cristóbal Ríos Maláver

185

## PRIMEROS REGISTROS DE EPHEMEROPTERA (INSECTA) PARA EL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO, COLOMBIA

FIRST RECORDS OF EPHEMEROPTERA (INSECTA) FROM PUTUMAYO DEPARTMENT, COLOMBIA

Luis G. Salinas, Lucimar G. Dias, Tito Bacca, María del Carmen Zúñiga y Mauricio Rodríguez

198

## ESTUDIO SOBRE EL GÉNERO ANCYLURIS HÜBNER 1819 EN COLOMBIA Y DESCRIPCIÓN DE NUEVOS TAXA (LEPIDÓPTERA: RIODINIDAE)

STUDY ON THE ANCYLURIS HUBNER 1819 GENUS IN COLOMBIA AND **DESCRIPTION OF NEW TAXA** (LEPIDÓPTERA: RIODINIDAE)

Luis Miguel Constantino, Julián A. Salazar-E y Gabriel Rodríguez

209

## RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE CRUSTÁCEOS DE PROFUNDIDAD DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL MAR **CARIBE COLOMBIANO**

Morfometría crustáceos de profundidad

MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS OF COMMERCIALLY IMPORTANT DEEP-SEA CRUSTACEANS IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN SEA Eynelet Rodríguez, Gustavo Ardila y Jorge Paramo

236

Comunicación corta

DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE DE MEGALEAS GODMAN, 1901 PARA COLOMBIA (LEPIDOPTERA: **HESPERIIDAE**)

Luis M. Constantino y Julián A. Salazar-E

246

**NOVEDADES EN HISTORIA NATURAL** 

NATURAL HISTORY NEWS

250

REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAPHICAL REVISIONS

256

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES **AUTHOR GUIDELINES** 

257

"Un verdadero viaje de descubrimiento, no consiste en buscar nuevas tierras, sino tener una mirada nueva"

*Marcel Proust* (1871-1922)

# BOTÁNICA Botany



# ACTIVIDAD TÓXICA DE LOS EXTRACTOS DE LA CORTEZA DE TALLO DE ANNONA CHERIMOLIOIDES (ANNONACEAE) SOBRE ARTEMIA SALINA\*

Jhon Henry Galvis García<sup>111</sup>, Diana Marcela Ocampo<sup>2</sup>, Rogelio Ocampo<sup>3</sup>, Paul David A. Gutiérrez-Cárdenas<sup>4</sup>

#### Resumen

La familia Anonáceae se caracteriza por la presencia de numerosas sustancias bioactivas de diversa naturaleza guímica. De esta familia se han caracterizado y reportado alcaloides. flavonoides y acetogeninas. La bioactividad de este tipo de metabolitos de plantas anonáceas está asociada a su efecto como insecticidas, antitumoral, antibacterial, antimalarial, leishmanicida, propiedades antihelmínticas y actividad citotóxica. Desde 1982, se han venido desarrollando bioensayos para la determinación de la citotoxicidad con la utilización de "camarones de mar" (Artemia salina), el cual es utilizado para el tamizaje toxicológico de extractos de elevada toxicidad, por dichas razones esta investigación estuvo encaminada a evaluar la actividad tóxica de los extractos de diferente polaridad obtenidos de la corteza de tallo de *Annona cherimolioides*. Se aplicó cromatografía de columna y cromatografía en capa preparativa para la extracción y aislamiento de los alcaloides presentes en la corteza del tallo de Annona cherimolioides. Extractos, fracciones y compuestos depurados de tipo alcaloidal fueron evaluados para determinar la actividad tóxica in vivo sobre Artemia salina. Se obtuvo un compuesto depurado, en el cual se determinó la presencia de un núcleo aporfínico según resonancia magnética nuclear 1-H y espectrofotometría. El extracto crudo mostró mayor toxicidad sobre Artemia salina (< 250 ppm), debido al sinergismo de los alcaloides presentes en tal extracto y a las propiedades farmacológicas atribuidas al núcleo aporfinico presente en los extractos, fracciones y compuestos depurados.

Palabras clave: alcaloides, Annona cherimolioides, Artemia salina, toxicidad.

# TOXIC ACTIVITY OF ANNONA CHERIMOLIOIDES (ANNONACEAE) STEAM BARK EXTRACTS ON ARTEMIA SALINA

#### Abstract

The Annonaceae family is characterized by the presence of many bioactive substances from different chemical nature. Alkaloids, flavonoids and acetogenins have been characterized and reported in this family. The bioactivity of this type of Annonaceae plant metabolites

<sup>\*</sup> FR: 20-VII-2011. FA: 10-V-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Biólogo, BSc. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, A. A. 275 Manizales, Colombia

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Licenciada en Biología y Química. MSc. Profesor Auxiliar. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, A. A. 275 Manizales, Colombia.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Licenciado en Biología y Química. MSc. PhD. Profesor titular. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, A. A. 275 Manizales, Colombia.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Grupo de Ecología y Diversidad de Anfibios y Reptiles, Departamento de Ciencias Biológicas, Oficina B410-45, bloque B, Universidad de Caldas, Calle 65 # 26 – 10, Manizales, Colombia.

<sup>\*\*</sup> Autor correspondiente: jhongalvis@live.com; Teléfono: (576) 8870738; Dirección: Cll 67 No. 31C-34, Caldas, Colombia.

is associated with its effect as insecticidal, antitumoral, antibacterial, antimalarial, leishmanicidal, anthelmintical and cytotoxical properties. Since 1982, bioassays have been developed for the determination of cytotoxicity with the use of "Brine Shrimp" (*Artemia salina*), which is used for toxical screening of high toxicity extracts. This research aims to evaluate the toxic activity of different polarity extracts obtained from *Annona cherimolioides* stem bark. Column chromatography and preparative layer chromatography were applied for extraction and isolation of the alkaloids present in the *Annona cherimolioides* stem bark. Extracts, fractions and alkaloidal type purified compounds were tested *in vivo* on *Artemia salina* to determine cytotoxic activity. A purified compound was obtained, in which the presence of an aporphine nucleus was obtained according to nuclear magnetic resonance 1-H (NMR 1-H) and spectrophotometry. The crude extract showed higher toxicity on *Artemia salina* (< 250 ppm), due to the synergism of the alkaloids found in this extract and the pharmacological properties attributed to the aporphine nucleus present in extracts, fractions and purified compounds.

**Key Words:** Alkaloids, Annona cherimolioides, Artemia salina, toxicity.

# INTRODUCCIÓN

En países como Colombia, poseedores de una alta biodiversidad, resulta especialmente importante el estudio de las plantas, extractos o sustancias puras que presentan significativa actividad terapéutica. Dentro de las múltiples estrategias que se pueden utilizar para la selección de especies vegetales como fuentes de principios activos; el estudio de la letalidad que producen los extractos sobre larvas de *Artemia salina*, ha demostrado ser útil para tales propósitos (MEYER et al., 1982; LEWAN et al., 1992).

Desde 1982 se han venido desarrollando bioensayos para la determinación de la toxicidad con la utilización de "camarones de mar" (*Artemia salina*); los cuales son utilizados como vía inicial de tamizaje tóxico de extractos, fracciones y compuestos depurados para discriminar aquellas muestras de elevada toxicidad, debido a que presenta buena correlación con la toxicidad *in vitro*, demostrando ser un método adecuado para poner de manifiesto metabolitos secundarios relacionados con actividades biológicas interesantes (SANABRIA *et al.*, 1997).

La familia Anonáceae se caracteriza por la presencia de numerosas sustancias bioactivas de diversa naturaleza química, en hojas, raíz, corteza de tallo, frutas y semillas. De esta familia se han caracterizado y reportado alcaloides, flavonoides y acetogeninas (LEBOEUF *et al.*, 1982; OCAMPO, 2009). La bioactividad de tal tipo de metabolitos de plantas anonáceas está asociada a su efecto como insecticidas, antitumoral, antibacterial, antimalarial, leishmanicida, propiedades antihelmínticas y actividad citotóxica (LEBOEUF *et al.*, 1982; CASTRO *et al.*, 2010; FLORES & MARTÍNEZ, 2010).

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

# Recolección del material vegetal

El material vegetal se colectó en el municipio de Aranzazu, departamento de Caldas; un ejemplar reposa en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de

Medellín bajo el número JAUM 037843. Dicho material se extrajo de esta región, debido a que la población de *A. cherimolioides* es silvestre, es decir, no presenta alteraciones antrópicas, que podrían alterar la composición de los extractos. La corteza seca y molida se sometió a extracciones sucesivas con etanol al 96% mediante el método de maceración en frío (AGUILAR *et al.*, 2003), esta percolación se llevó a cabo hasta que se obtuvieron filtrados incoloros, momento en el cual se descartó el marco (residuo). Al extracto etanólico se le realizó un desengrase con hexano, luego se hizo la extracción clásica de alcaloides totales, donde el extracto se disuelve en HCl diluido, con el fin de obtener los alcaloides totales en forma de sales y, luego, extraerlos puros en medio básico con diclorometano (LOCK, 1994). Tales sales fueron monitoreadas por cromatografía de capa fina (CCF), reactivo de Dragendorff y lámpara de luz UV, y fraccionadas utilizando cromatografía de columna (CC), empleando un sistema de solventes como fase móvil (CHCl<sub>3</sub>/AcOET/MeOH/Hexano). Las fracciones reagrupadas fueron purificadas por CC y cromatografía en capa preparativa (CCP).

# Actividad biológica

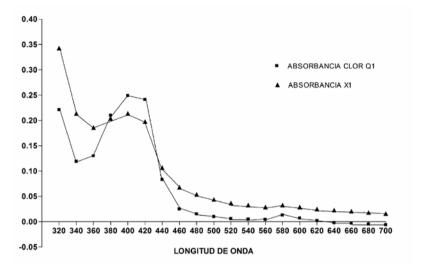
A los extractos y fracciones obtenidas de diferente polaridad, además de un compuesto depurado, se les determinó el potencial tóxico de los extractos mediante la evaluación de su toxicidad para el crustáceo *A. salina.* La selección del bioensayo se realizó, considerando que en repetidas ocasiones se ha encontrado una correlación entre la presencia de alcaloides y acetogeninas tóxicas y la toxicidad mostrada frente al crustáceo por los extractos crudos obtenidos a partir de distintas especies de Anonáceas (MCLAUGHLIN *et al.*, 1995).

# Protocolo experimental para la preparación de bioensayos de citotoxicidad con *Artemia salina*

Los huevos de A. salina se incubaron en una solución de sal marina a temperatura ambiente durante 48 h. Las muestras analizadas mediante el bioensayo fueron llevadas a concentraciones de 1000, 500 y 250 µg/mL, solubilizadas en etanol, el cual se dejó durante 24 horas a temperatura ambiente para su evaporación; posterior a ello, la goma se solubilizó en la solución de sal marina (en todos los casos los ensayos se efectuaron por triplicado). A cada tubo se le agregaron 10 organismos y se incubaron a temperatura ambiente por 24 h, en este tiempo se realizó un monitoreo cada 4, 6, 8, 12 y 24 horas. Como control se usó la solución de sal marina (MCLAUGHLIN et al., 1995). El cálculo de la concentración letal 50 ( $CL_{50}$ ) se efectuó por medio del método Probit (FINNEY, 1978).

#### RESULTADOS

Del extracto etanólico de corteza fueron identificados 2 alcaloides (X1 y Clor Q1), por medio de espectrofotometría (Figura 1); evidenciando, para la fracción X1, picos máximos de absorción en 320 y 400 nm, y para la fracción Clor Q1, picos máximos de absorción en 320 y 420 nm, típico de sistemas alcaloidales 1, 2, 3 sustituidos oxoaporfinicos o aporfinico (SHAMMA, 1972).



**Figura 1.** Absorbancias obtenidas por espectrofotometría a diferentes longitudes de onda de las fracciones X1 y Clor Q1.

El compuesto depurado X1 se caracterizó por medio de RMN  $^1$ -H, donde, el espectro (CDCl $_3$ , 300 MHz) (Figura 2), muestra picos a los  $\sigma$  7,9 – 8,4 ppm y  $\sigma$  8,5 ppm y 8,8 ppm; evidenciando la presencia de un núcleo oxoapofinico; basados en datos reportados en la literatura; en el cual se presenta 1 singulete correspondiente a un grupo metoxilo a  $\delta$  = 3,96 ppm, además de un singulete correspondiente a un grupo metilendioxi a  $\delta$  = 6,31 ppm y la presencia de 6 protones en la región aromática. El sistema AB en  $\delta$  = 7,72 ppm (1H, d, J = 6,4) y  $\delta$  = 8,83 ppm (1H, d, J = 4,7) fue asignado a los protones 4 y 5 del anillo B y 4 protones pertenecientes a un sistema aromático completo del anillo D; el protón 8 a 8,53 ppm (d, J = 7,7), el protón 9 a 7,52 ppm (m, J = 6,4), el protón 10 a 7,15 ppm (s, J = 11,8) y el protón 11 a 9,11 ppm (m, J = 4,7). El grupo metoxilo acopló en la posición 3 a 3,96 ppm y el grupo metilendioxi acopló en posiciones 1 y 2 a 6,31 ppm.

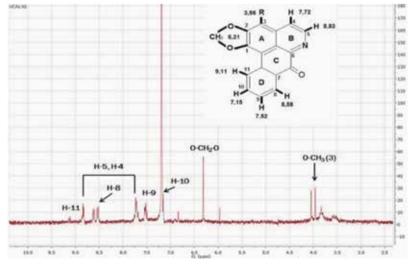


Figura 2. Espectro RMN <sup>1-</sup>H fracción X1 (Oxoaporfinico)

Los bioensayos de toxicidad *in vivo* se realizaron para aquellos extractos y fracciones con los cuales se contaba con la cantidad necesaria: E.C.; A.T.; FH2; FH3; HB4 y HB6. Se observó que los extractos E.C. y A.T. presentaron mayor toxicidad, lo cual se puede deber al sinergismo que ocurre entre los alcaloides presentes en dichos extractos. Para las fracciones FH2; FH3 y los compuestos depurados HB4; HB6, se evidenció menor número de individuos muertos, debido a que éstos presentan un mayor grado de purificación y sus  ${\rm CL}_{\rm 50}$  presentaron valores mayores a 1000 µg/mL (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad t	tóxica <i>in vivo</i> de	e los extractos de	e la corteza de tallo	de A. cherimolioides.

	$\overline{X}$ CL $_{50}$ (ppm)					
TIEMPO/ EXTRACTO	A.T.	E.C.	FH2	FH3	HB4	НВ6
4	21,97	0	43,97	5684,16	323176,28	5684,16
6	168,79	43,97	14484,57	13477,02	168,79	14484,57
8	314,97	30,22	6617,76	8388,54	5684,16	14484,57
12	168,79	107,32	630,60	168,79	1344,33	11374,89
24	0	208,28	17,25	1435,38	324,52	11374,89

De acuerdo al espectro RMN <sup>1</sup>·H, se evidencia un potencial farmacológico de tipo tóxico, atribuido al núcleo aporfinoide, el cual está presente en los extractos y fracciones sometidos a los ensayos; por estas razones, los resultados permiten concluir que en la corteza de tallo de *A. cherimolioides* se encuentran metabolitos de tipo alcaloidal que posen propiedades farmacológicas de tipo tóxico, por lo cual, se hace necesario continuar estudiando tales principios activos que permitan determinar las propiedades antitumorales de dichos compuestos, por medio de estudios de fraccionamiento, identificación y separación de los diferentes componentes para evaluar su actividad individual y en mezclas.

El uso medicinal de las plantas del género *Annona* por la población en diferentes partes del mundo ha encontrado apoyo en los estudios científicos que demuestran la eficacia de estas plantas en diferentes modelos experimentales. En este contexto, algunos efectos biológicos o farmacológicos, se relacionan con los efectos biológicos de tipo tóxico, principalmente de los compuestos de tipo alcaloidal. La bioactividad reportada por la etnobotánica colombiana para esta especie, podría fundamentarse no sólo en los diferentes mecanismos ejercidos por los compuestos fenólicos (flavonoides, acetogeninas, taninos y quinonas), sino además al efecto sinérgico del conjunto de metabolitos secundarios que pudieron evidenciarse en la planta y a los cuales también se les reconoce tal actividad (alcaloides y terpenos), explicando así la alta toxicidad mostrada por el extracto crudo y la fracción de los alcaloides totales.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a la Universidad de Caldas por el apoyo financiero, también es apreciada la asistencia técnica de Gerardo Herrera del Laboratorio de Bioquímica de la Universidad de Caldas.

# BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J.; ROJAS, P.; MARCELO, A.; PLAZA, A.; BAUER, R.; REININGER, E.; KLAAS, C. A. & MERFORT, I. 2003.- Anti-inflammatory activity of two different extracts of *Uncaria tomentosa* (Rubiaceae). *J. Ethnopharmacol.*, 81 (2): 271-277.
- CASTRO, L.; ALZATE, M. & GUERRERO, G. E. 2010.- Estudio preliminar de la bioactividad de extractos de semillas de *Annona cherimolia* de la familia Annonaceae. Scientia Et Technica 44: 326-330.
- FINNEY, D.L. 1978. Statistical Method in Biological Assay, London and High Wycombe, UK.
- FLÓREZ-LONDOÑO, Y. & MARTÍNEZ-MUÑOZ, E. 2010.- Obtención y evaluación de extractos bioactivos presentes en semillas de *Annona muricata* de la región cafetera. Tesis de Grado. pp. 87
- LEBÔEUF, M.; CAVE, A.; BHAUMIK, P.K.; MUKHERJEE, B. & MUKHERJEE, R. 1982. The phytochemistry of Annonaceae. *Phytochemistry*, 21 (12): 2783–2813.
- LEWAN, L.; ANDERSSON, M. & MORALES-GÓMEZ, P.1992.- The use of *Artemia salina* in toxicity. *Testing Alternatives Lab. Anim.*, 20: 297-301.
- LOCK, O. 1994.- Investigación Fitoquímica. En: *Métodos en el Estudio de Productos Naturales*. Fondo Editorial PUCP, Lima, Perú.
- Mc LAUGHLIN, J.; COLMAN-SAIZARBITORIA, T. & ANDERSON, J. 1995. Tres bioensayos simples para químicos de productos naturales. *Rev. Soc. Ven. Quim.*, 18: 13-21.
- MEYER, B.M.; FERRIGNI, N.R.; PUTMAN, J.E.; JACOBSEN, L.B.; NICHOLS, D.E. & Mc LAUGHLIN, J.L. 1982.-Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Med.*, 45 (1): 31-34.
- OCAMPO, D. M. 2009.- Seguimiento cromatográfico de algunos principios bioactivos presentes en *Annona cherimolioides* (Annonaceae). Vector 2: 103–112.
- SANABRIA-GALINDO, A.; LOPEZ, S.I. & GUALDRON, R. 1997.- Estudio fitoquímico preliminar y letalidad sobre *Artemia salina* de plantas colombianas. *Rev. Col. Cienc. Quim. Farm.*, 26 (1): 15-19.
- SHAMMA, M. 1972.- "The isoquinoline alkaloids: Chemistry and Pharmacology", Academic Press, Verlag Chemie, NY, USA.

# ESTUDIO LIMNOLOGICO DE LA LAGUNA NEGRA. ZONA AMORTIGUADORA DEL P.N.N. LOS NEVADOS.\*

Daniel Ricardo Toro Castaño<sup>1</sup>, Marco Tulio Jaramillo Salazar<sup>2</sup>, Diana Marcela Ocampo Serna<sup>3</sup>, Rosa Margarita Correa<sup>4</sup>, Paula Andrea Salgado<sup>5</sup>

#### Resumen

La Laguna Negra ubicada en la zona amortiguadora del Nevado del Ruiz a 3853 m.s.n.m. es una laguna glaciar de origen volcánico ubicada a un costado de la carretera que conduce al PNN Los Nevados es un símbolo turístico y fuente de agua para la región, desde hace varios años muestra una considerable reducción de su espejo de agua lo que hace imperante su estudio antes que pueda desaparecer. El propósito de esta investigación limnológica fue describir su morfología, la riqueza y la abundancia de las plantas ribereñas y de la comunidad planctónica. la calidad del agua, los microorganismos y su relación con algunas variables fisicoquímicas. Se realizaron dos campañas de muestreo, la primera en el mes de Octubre de 2009 (periodo de lluvia) y la segunda en Marzo de 2010 (periodo seco); para el estudio del agua se realizó un muestreo sistemático dividiendo la laguna en nueve cuadrantes, muestreando en superficie y en profundidad (1m). Se tomaron muestras de agua para la observación de plancton, parámetros fisicoquímicos y análisis bacteriológicos. Se realizó un estudio batimétrico de la laguna y se encontró que tiene un área de 950 m<sup>2</sup> y una profundidad promedio de 1,0 m y una máxima de 1,8 m. Se encontró que en especial Carex sp. avanza sobre la laguna reduciendo su área de espejo. Para conocer sus variaciones y sus relaciones numéricas en dos ciclos hidrológicos se analizaron los resultados fisicoquímicos y biológicos de cada cuadrante, en superficie y en profundidad tanto para el primer y segundo muestreo y no se encontraron diferencias significativas entre los sitios muestreados (p value 0,524ni entre los muestreos (P=0.1973); El análisis de varianza ANOVA de una via entre los cuadrantes, no mostró diferencias significativas. En el primer muestreo se encontraron coliformes fecales que superan los estándares permitidos lo que hace no potable para consumo humano sin previo tratamiento.

**Palabras claves:** Limnología, parámetros fisicoquímicos, plancton, calidad de agua, Laguna Negra, Páramo.

# LIMNOLOGIC STUDY OF THE BLACK LAGOON. BUFFER ZONE AT THE NATIONAL NATURAL SNOW-COVERED MOUNTAINS PARK

## Abstract

The Black Lagoon located in the buffer zone of Nevado del Ruiz at 3,853 m.a.s.l., is a glacial lake of volcanic origin located at the side of the road to the National Natural Snow-covered Mountains Park which is a touristic symbol and source of water for the region. For several years now, it has been showing a significant reduction of water in its water miror which makes its study imperative before it disappears. The purpose of

<sup>\*</sup> FR: 10-V-2012. FA: 18-VII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Profesor Asistente. Departamento de Ciencias Biológicas . Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Profesor Asociado. Departamento de Química. Universidad de Caldas

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Profesora Asistente. Departamento de Quimica. Universidad de Caldas

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Egresados Programa de Biología. Universidad de Caldas

this limnological research was to describe the morphology, wealth and abundance of riparian vegetation and plankton community, water quality, microorganisms and their relation with physical-chemical variables. Two sampling campaigns were carried out: the first in of October 2009 (rainy period) and the second in March 2010 (dry period). Systematic sampling was conducted for the water study by dividing the lagoon into nine quadrants, sampling both on surface and in depth (1m). Water samples were taken for observation of plankton, physical-chemical and bacteriological parameter analysis. A bathymetric study of the lagoon was carried out and it was found that the lagoon has an area of 950 m<sup>2</sup>, an average depth of 1.0 m and a maximum depth of 1.8 m. It was found that specially Carex sp. progress on the lagoon reducing the water mirror area. To study their variations and numerical relationships in two hydrological cycles, the physical-chemical and biological results in each quadrant were analyzed both in surface and in depth for either, the first and the second sampling and no significant differences were found between the sampled sites (P= 0.524 and between the samples P = 0.1973). The one-way ANOVA analysis between quadrants did not show significant differences. In the first sampling fecal coliforms were found exceeding permitted standards which makes water non-consumable for human consumption without previous treatment.

**Keywords:** Limnology, physical-chemical parameters, plankton, water quality, Black Lagoon, moor.

## INTRODUCCIÓN

I plancton juega un papel fundamental en la ecología de los cuerpos de agua lenticos y loticos de reducida velocidad y en la producción primaria. Es bastante conocido el hecho de que las algas plantónicas se distribuyen en el perfil de profundidad de mares y lagos de acuerdo con las características físicas y químicas de las masas de agua, tales como luz, temperatura, turbulencia, tasa de renovación, salinidad y nutrientes entre otros (MARGALEF, 1983). Especialmente en sistemas lenticos continentales se ha encontrado una fuerte relación entre el gradiente de extinción de la luz y la distribución vertical del fitoplancton (HUISMAN et al., 1999).

Los estudios realizados de fitoplancton, en la zona andina de los lagos colombianos como La presentación, San Rafael, Magdalena, Santiago y Cusiyaco, localizados en la cordillera central, gradientes como la conductividad, área del lago, sodio, potasio, alcalinidad, sílice, temperatura y el fosforo total, son variables que permiten determinar las diferencias entre distribución del fitoplancton en los lagos de estudio, donde se observa que junto a las diatomeas, las desmidaceas y los dinofitos son los grupos dominantes, mientras que en los lagos de la misma cordillera pero relacionados con vulcanismo reciente como Otún se caracteriza por la importancia de las Nostocophyceae, los clorococales son las más significativas dentro del conteo (DONATO, 2001).

También los microorganismos al igual que el plancton en los lagos desempeñan un papel clave en la productividad y en la transformación de los compuestos orgánicos. Las principales funciones ecológicas de los microorganismos de agua dulce puede resumirse en las siguientes: (1) descomponen la materia orgánica muerta y liberan los nutrientes minerales útiles para la producción primaria, (2) asimilan y reintroducen en la cadena alimentaria la materia orgánica disuelta, (3) participan en el reciclado de diferentes minerales, (4) contribuyen a la producción primaria, (5) son fuente de otros microorganismos (KUZNETSOV, 1970 en ATLAS & BARTHA, 2002). Las poblaciones microbianas de los lagos han sido estudiadas

más profundamente que las de los ríos (HUTCHINSON 1957; RHEINHEIMER 1991; COLE 1983; FORD 1993 en ATLAS & BARTHA, 2002).

El agua contenida en los lagos, está sometida en mayor o menor grado de contaminación por lo tanto las poblaciones bacterianas difieren en su número y calidad, según la procedencia del agua, su composición de elementos nutritivos y las condiciones biológicas, climatológicas y geográficas. Convirtiéndose en muchas ocasiones en un riesgo para la salud humana, como es el caso de los agentes patógenos transmitidos por el agua, que constituyen un problema de salud mundial (ROLDAN, 2008).

El presente estudio limnologico de la Laguna Negra estableció su morfología, las plantas ribereñas presentes como información preliminar y en especial la abundancia y diversidad de plancton y la manera en que se relaciona con las variables fisicoquímicas. En dos épocas del año. Además se evaluó la abundancia de morfotipos de bacterias. Así como el recuento de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

## ÁREA DE ESTUDIO:

El presente estudio se realizó en la Laguna Negra localizada en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Nevados; Vereda La Laguna, Municipio de Villamaría, Departamento de Caldas-Colombia, al costado derecho de la carretera que conduce al PNN Nevados, Sector brizas, con coordenadas N 4°58′ 51.5″y W 75°20′ 16.19″ a una altitud de 3853 m.s.n.m. con una temperatura ambiental promedio de 11°C y un área de espejo de 1.16 ha aproximadamente, con una pluviosidad de 873 mm anuales (Figura 1).

El área presenta un régimen climático bimodal siendo Abril y Diciembre los meses con más lluvia y Enero y Julio los meses de seguía (RANGEL, 2000).

# **DESCRIPCIÓN DEL LUGAR:**

Los alrededores de Laguna Negra son un humedal y están dominados en su mayoría por vegetación típica de páramo con alta intervención como pajonales, arbustos del género *Hypericum* y *Diplostephium*., y frailejones (*Speletia wartneriana*). Hay unas pequeñas turberas en donde es abundante *Plantago rigida* y *Werneria sp.*, y ciperáceas con abundancia de *Carex sp.* El sector se encuentra cercado desde hace 10 años para protección de la laguna y tiene un área de 3 Ha aproximadamente. (Figura 2)

De acuerdo a Duque & Carranza (2008), la región en que se encuentra la Laguna Negra es un área pantanosa, la cual presenta pendientes que puede variar entre 0 y 30%. Los autores argumentan que no dependen de corrientes superficiales o inundaciones, sino de la descarga de aguas de escorrentía subsuperficiales o subterráneas. Los pantanos de este tipo son áreas casi completamente cubiertas por turberas de *P. rigida* que puede estar en proceso de formación de suelo y de invasión por gramíneas del género *Calamagrostis* y/o vegetación arbustiva (Figura 1).



**Figura 1.** Fotografía aérea del área de estudio (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) vuelo C2269-Foto N 163 de 1984

# **FASES DE CAMPO Y LABORATORIO**

#### Batimetría:

Para el estudio de la morfología de la Laguna se realizó una batimetría manual realizando 8 recorridos diametrales ajustados a la rosa de los vientos. Se midió la longitud de cada diámetro y la profundidad de la laguna cada 5 m. Los resultados se analizaron con el programa Autocad® para obtener un modelo tridimensional de la laguna.

# Medición del área de espejo del agua.

Para la medición del área del espejo del agua de la laguna, se establece como referencia la mira limnimétrica, ubicada en el centro de la laguna; de allí se instalara la línea métrica marcada atada a una argolla, la cual se ancló en la parte saliente de la mira limnimétrica, con el cual se tomó el radio hasta el borde de la laguna, de allí al sentido contrario de las manecillas del reloj, cada 5 m se midió el radio de la laguna y se levantó un plano topográfico describiendo la geomorfología de la laguna.

## Evaluación de macrófitas ribereñas.

Se realizó un muestreo descriptivo, determinando la frecuencia relativa, respecto a la composición de macrófitas ribereñas. se construyó un marco de madera de

3 x 3 m, el cual tiene un cordel formando una cuadricula de 20 x 20 centímetros, como unidad de muestreo, el marco se ubicó en tierra firme en la orilla de la laguna.

# Obtención de las muestras de plancton

Para el estudio del plancton (fito y zoo), variables fisicoquímicas y bacteriológicas se dividió la laguna en nueve puntos de muestreo de manera sistemática, cada uno de 30 x37 m aproximadamente (Figura 2). Se realizaron dos muestreos en diferentes épocas climáticas en Octubre de 2009 época de lluvias y otra en Marzo de 2010 en tiempo seco.

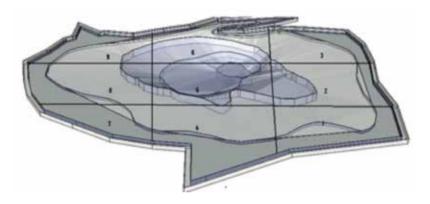


Figura 2. Morfología de la Laguna Negra y Diseño de muestreo.

Para cada visita, se realizó un muestreo sistemático, y se tomaron muestras de agua a dos profundidades diferentes (una en la parte superficial del agua y otra a 1 m de profundidad Se filtraron 4000 mL de agua con un filtro de plancton de 50 µm de ojo de malla. (RAMÍREZ, 2000).

# Identificación y conteo del plancton

Para la determinación e identificación taxonómica de los organismos encontrados del fitoplancton y zooplancton se consideraron las siguientes claves y documentos: RAMIREZ 2000, BOURRELLY 1968, ROLDAN 2000, VASQUEZ *et al.*, 2006.PINILLA 2000.

# Obtención de muestras Microbiológicas

En cada punto se tomaron una muestra de 30 mL de agua, en un envase de plástico estéril, Las muestras se rotularon y refrigeraron para ser llevadas al Laboratorio de Microbiología Aplicada de la Universidad de Caldas, para su análisis.

**Determinación de Mesófilos por el método del N.M.P.** Para corroborar el recuento de mesófilos se determinó por el método del N.P.M se inoculó cada muestra en caldo nutritivo con diluciones de 10<sup>-1</sup> a 0<sup>-6</sup>. (MADIGAN *et al.*, 2010).

**Determinación de coliformes totales y fecales.** La presencia de coliformes totales se determinó por el método de tubos múltiples NMP (YOUSEF & CARLSTROM, 2003).

**Aislamiento de Bacterias aerobias mesófilas.** Para la cuantificación y aislamiento de la presencia de mesófilos en las muestras de agua se utilizó el método viable en superficie por recuento de UFC/mL, los cuales se sembraron en agar PCA en concentraciones  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ , y  $10^{-5}$ .

# Determinación in situ y ex situ de los parámetros fisicoquímicos

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos se tomaron en cada punto dos muestras de agua una de superficie y la otra a un metro de profundidad (1 m). Se realizaron las siguientes determinaciones para los parámetros in situ: pH (electrodo), Conductividad (electrodo), Turbidez (Nefelometría), Oxígeno Disuelto (electrodo), Porcentaje de Saturación (electrodo) Temperatura del agua y Temperatura ambiente. Los datos fueron anotados en tablas predeterminadas. Para determinar los parámetros *ex situ* se preservaron las muestras y se realizaron los siguientes análisis en el Laboratorio de Estudios Ambientales en Agua y Suelo de la Universidad de Caldas siguiendo los procedimientos contemplados en el "Standar Methods for Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF(1992), catalogados con los números entre paréntesis: Nitrógeno total (NTK), nitrógeno amoniacal (4500-NH<sub>3</sub> C), fósforo total (4500 P D), DBO (5210 B), DQO (5220 C), sólidos totales (2540 B), sólidos suspendidos (2540 D), sulfuros (4500-S<sup>-2</sup> D) y sulfatos 4500-SO<sub>4</sub>-<sup>2</sup> E).

# ANÁLISIS DE DATOS

Análisis ecológicos: Para analizar la estructura y composición del plancton en todo el estudio se calcularon los índices de diversidad de Shannon - Weaner, Margalef y Simpson. Para la identificación de las bacterias del agua, con los datos morfofisiológicos, tinción de Gram y pruebas bioquímicas se construyó una matriz de datos para elaborar un dendrograma de asociación o similitud (Jaccard) para luego ser analizada por medio de cladogramas identificando el número de fenones, empleando el programa Past v.2,07.(WILLEY, 2008)

**Estadístico**: Para determinar si existe una diferencia significativa entre los dos muestreos se realizó una prueba de hipótesis, para la comparación de dos muestras, por medio del programa Statgraphics 5 Plus.

Para analizar las diferencias entre puntos de muestreo se construyó una matriz con los datos obtenidos en cada estación de muestreo con los resultados de plancton, coliformes fecales y totales, morfotipos de bacterias y fisicoquímicos. Para determinar la relación entre ellos, se utilizó un análisis de factores con método de extracción por componentes principales. El **A.C.P.** permitió identificar las variables con mayor influencia sobre la presencia y/o ausencia de determinados morfotipos de plancton en la laguna. Posteriormente se realizó un Análisis de conglomerados empleando el software SPAD v. 7.0.

Además con las variables fisicoquímicas y bacteriológicas de cada muestreo, se determinó el estado ambiental empleando el Índice de Calidad de Agua ICA, Índice de Contaminación por Materia Orgánica ICOMO y los Índices de Contaminación por Sólidos Suspendidos ICOSUS.

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### Batimetría:

El comportamiento de la profundidad en este cuerpo de agua, muestra gran variabilidad en algunos casos se encontró profundidad de 30 cms y en la siguiente medición una profundidad de mas de 100 cms, mostrando una dinámica muy cambiante en el fondo de la laguna; los transectos poco profundos hacen posible la colonización de macrófitas, evitando la etiolación ya que la zona fotica ofrece el recurso lumínico para la germinación de las macrófitas y posteriormente a el opacamiendo del espejo de agua. En las figura No 4 y 5 se observa el resultado de la batimetría y un modelo tridimensional de la misma, la máxima profundidad encontrada fue de 192 cm y la mínima de 10 cm cerca de la orilla. El promedio de profundidad para toda la laguna es de 102 cm.

El espejo de agua de la laguna se calculó en 11616,47 mts² y el volumen de agua se estimó en 11.848 m³. Se pudo estimar por fotografías aéreas de años anteriores que en un lapso de 30 años la laguna ha perdido el 50% del espejo de agua.

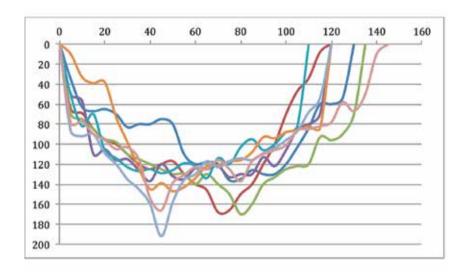
# Resultados Biológicos:

## Macrófitas ribereñas:

En el estudio se registraron 4577 individuos pertenecientes a 65 especias (Tabla N° 1), la familia con mayor número de géneros fue la familia *Asteraceae* y la familia más abundante fue *Cyperaceae*, la especie más abundante en la laguna fue *Carex pichenchesis* con una abundancia relativa del 45%, seguida de *Hypericum juniperium* con 6,6%.

**Tabla No. 1** Listado de las 10 macrófitas ribereñas encontradas con mayor abundancia en Laguna Negra. Datos suministrados por Juan Pablo Betancourt y Juan Pablo Cardona estudiantes del programa de Biología. Universidad de Caldas

Nº	Familia	Genero	Epíteto específico	Abundancia absoluta/ abundancia relativa
1	Cyperaceae	Carex	pichinchensis	2063/45,1
2	Clusiaceae	Hypericum	juniperinum	302/6,6
3	Rosaceae	Lachemillia	orbiculata	280/2,61
4	Eriocaulaceae	Plantago	sp	246/5,4
5	Asteraceae	Oritrophium	sp	204/4,5
6	Poligonaceae	Muhelembeekia	vuleanica	139/3
7	Poaceae	Oltus	lahanatus	137/3
8	Rubiaceae	Nerteria	granadensis	127/2,8
9	Poaceae	Papalum	hirtum	106/2,3
10	Poaceae	Agrostis	sp	63/1,4



**Figura No. 4** En cada color el perfil de los transectos de la batimetría. Eje X Diámetro en metros, eje Y profundidad en cm.

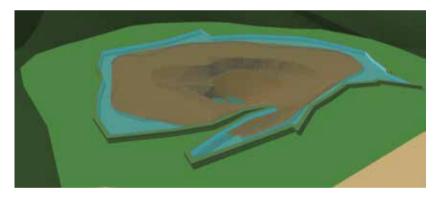


Figura No. 5. Modelo tridimensional de La Laguna Negra.

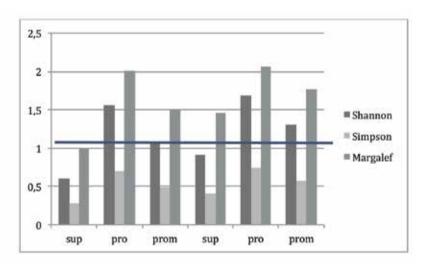
# Abundancia de plancton presente en Laguna Negra.

Los promedios de abundancias de individuos de plancton por litro fueron, de 85 x  $10^5$  para el periodo de lluvias y 28 x 10 para el periodo seco. Los resultados señalan que en general se presentó mayor diversidad planctónica en zonas de aguas profundas y que la abundancia se incrementó en periodo seco. En fase de lluvias las caratacterísticas fisicoquímicas predominantes fueron pH neutro y mayores valores de % de saturación de oxigeno, DQO,  $O_2$ ,  $S^2$  NTK,  $SO_4$ , DBO en comparación con el periodo seco. Respecto al plancton en el periodo de lluvias fueron predominantes

los grupos *Dinobryon sp, Botryococcus sp. y Trachelomna sp.* En el periodo seco se destacaron los grupos *Oscillatoria sp. Tabellaria sp Botryococcus sp. Dinobryon sp.y Daphnia sp..* La presencia y abundancia de las algas en el perfil vertical de Laguna Negra respondió a los cambios climáticos y las variaciones fisicoquímicas en el eje vertical.

El análisis fenético de las bacterias por dendrogramas de similitud se encontraron en total 50 fenones, de los cuales 22 fenones eran cocos y 28 bacilos, 29 eran Gram negativos y 21 Gram positivos. Se identificaron bacterias como *Escherichia coli, Aeromona hidrophila, Klebsiella pneumoniae y Bacillus subtillis.* En el empleo de los índices ICA CETEBS, ICOMO e ICOSUS para establecer la calidad del agua, se encontró un agua entre buena a regular calidad con baja contaminación por materia orgánica y sólidos suspendidos, el ACP entre las variables fisicoquímicas y su relación con los morfotipos de bacterias encontró una relación directa entre las variables turbidez Vs morfotipos de bacterias y los coliformes totales Vs DBO $_{\scriptscriptstyle 5}$  y sulfuros (S $^{\scriptscriptstyle 2}$ ). Los resultados encontrados en la Laguna Negra muestran un cuerpo de agua afectado climáticamente por la temperatura lo que ocasiona cambios verticales en la composición fisicoquímica y de organismos que la habitan. Se deben continuar los trabajos en este cuerpo de agua para determinar el origen de los contaminantes como los coliformes y las variaciones térmicas.

Para La Laguna Negra en el primer muestreo (Octubre 30 de 2009, periodo lluvioso), se encontraron 26 morfotipos, 25 pertenecientes a fitoplancton y 1 al zooplancton (Figura 5). Para el segundo muestreo (Febrero 26 de 2010, periodo seco), se encontraron 28 morfotipos, 25 pertenecientes a fitoplancton y 3 al zooplancton mostrando a nivel del plancton una red trófica básica (Figura 6).



**Figura 6.** Índices de diversidad del plancton para los muestreos realizados, en la Laguna Negra. Zonas: sup= superficial, pro= profundidad, prom= promedio.

Similares resultados se han encontrado en lagos de alta montaña de la cordillera central como Lago Rebolledo, L. San Rafael y el Embalse Chingaza (DONATO, 2000)

En el periodo de lluvias el morfotipo *Dinobryon* perteneciente *Chrysophyceae*, presentó un fuerte desarrollo (*Blooms*) seguido de otras especies con poca abundancia representada por diferentes grupos mientras que el periodo seco las abundancias de los morfotipos se incrementaron y se distribuyeron homogéneamente sin presentar florecimientos.

Respecto al zooplancton, este fue poco abundante y diverso. En el primer muestreo se encontró solo el **Cladócero** *Daphnia sp.* con una abundancia relativa de 0,30% en la zona profunda.

En el segundo muestreo, los grupos de fitoplancton más abundantes fueron las *Cianophytas* representadas en *Oscillatoria sp.* 25% C*hrococcus sp.* 10,28%; las **Crysoficeas** representadas con *Tabellaria sp.* 19,31% y las **Euglenoficeas** represetadas con *Guttula sp.* 1.94%

# Diversidad en Laguna Negra

En el periodo de lluvias en la superficie el Índice de Shannon fue de 0,60 el de Simpson de 0,27 y el de Margalef de 0,98. En profundidad fueron 1,54; 0,69 y 2,00 respectivamente, En el muestreo en tiempo seco los valores para superficie fueron 0,91 0,41 y 1,46 respectivamente y para profundidad de 1,61 0,7 y 2,0 (Figura 6).

De igual forma que en el primer muestreo se presenta un incremento de los valores de los índices con la profundidad lo que muestra estratificación vertical. Al comparar los promedios entre el primer y segundo muestreo (Figura 6) se observa un incremento de los índices de Shannon y de Margalef en el segundo muestreo posiblemente debido al aumento de materia orgánica implicando mayor disponibilidad de alimento.

# Bacteriológicos:

## Recuento de mesófilos:

El recuento de mesófilos para el primer muestreo fue positivo en siete sitios de muestreo, para los sitios 2 y 9 no hubo presencia de microorganismos. Para el segundo muestreo los valores de mesófilos fueron más bajos que en el primero. Al igual que en el primer muestreo estas aguas indican un bajo grado de contaminación (ROLDAN 2003).

## Recuento de coliformes:

Los resultados de coliformes totales y fecales por el método de NMP para los dos muestreos mostró un incremento de coliformes totales entre el primero y segundo muestreo. Con respecto a los coliformes fecales, en el primer muestreo los coliformes fecales presentaron su mayor valor en la estación 1 y 5. En el segundo muestreo no hubo presencia de coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales durante el primer muestreo, puede deberse a la actividad antrópica en la cuenca de la laguna y por escorrentía o por contaminación del agua del nivel freático ya que a menos de 100 metros existe una vivienda y un restaurante.

# Diversidad bacteriana Análisis de clasificación fenética

Como resultado del análisis por dendrogramas de similitud en total se encontraron 50 fenones, de los cuales 22 fenones eran cocos y 28 bacilos de los cuales 29 eran Gram negativos y 21 Gram positivos. Además, algunos de los microorganismos se encontraron compatibles con *Escherichia coli*, *Aeromona hidrophila*, *Klebsiella pneumoniae* y *Bacillus subtillis*. Estos mismos resultados fueron hallados por (AVILA & ESTUPIÑAN; 2008)

**Tabla No 2.** Valores fisicoquímicos encontrados en La Laguna Negra en los dos muestreos realizados en superficie y en profundidad.

PARAMETRO	Primer Superficie	muestreo Profundidad	Segund Superficie	o muestreo Profundidad	Observaciones
Temperatura °C	10.4	10	12	127.07	Valores esperados para esta altitud.
pН	7.07	7.2	6.18	6.41	Los valores encontrados en general en los cuerpos de aguas oscila entre 6.0 y 8.0 (ROLDAN, 2003) el rango de pH para las lagunas Tota- Boyaca y Cocaha-Nariño son de 6.5-8.5 y 6.5-7.5
Oxígeno mg/L	7	5.92	7.52	7.41	El agua se encuentra de buena calidad propia de aguas frías y
Oxígeno %	65.67	55.53	75.15	71.25	aptas para el consumo humano, la pesca y la preservación de flora y fauna.
Solidos totales mg/L	85	100,44	133,33	162	Los valores de SDT que presenta la Laguna la caracteriza dentro
Solidos disueltos mg/L	38,22	45	60,77	76,66	del rango de Lagos y Ríos Neo tropicales con valores entre 10 y 200 mg/L (ROLDAN 2008).
S o l i d o s suspendidos mg/L	46,78	55,54	72,55	84,33	Los SS de la laguna varían entre 46 y 84 mg/L, valores que según el índice se encuentran entre 50 y 75 mg/l corresponden a aguas de cuencas bajas y de buena calidad y los valores entre 75 y 150 mg/L corresponden a aguas medianamente contaminadas
DBO mg O <sub>2</sub> /L	12.18	14.7	16.71	21.47	Según el índice I.C.A. los lagos que tengan valores entre 15- 100 mg/L se caracterizan como aguas polisapróbicas.
DQO mg O <sub>2</sub> /L	36.03	44.49	55.73	43.89	Estos valores se encuentran por encima del rango de aguas naturales no intervenidas que es 10mg/L (CORPOCALDAS, 2009).

-

PARAMETRO	Primer muestreo		Segundo muestreo		Observaciones
PARAMETRO	Superficie	Profundidad	Superficie	Profundidad	Observaciones
Temperatura °C	10.4	10	12	127.07	Valores esperados para esta altitud.
Fosforo μg/L	400	390	370	290	Valores mayores de 200 μg/L indican eutrofia según ROLDAN 2008, valores por encima de 100 μg/L indican un estado politrófico de Laguna Negra.
Azufre mg/L	1.71	1.83	2.22	2.34	(ROLDAN, 2003). En nuestro país se han encontrado valores de 8,0 mg/L para la laguna de Tota y 4,0 mg/L para Cocha y 12,0 mg/l en promedio para los embalses colombianos.
Sulfuros mg/L	1.74	0.8	0.88	0.93	Los anteriores valores indican las aguas que alimentan la laguna no son de origen volcánico.

# **RESULTADOS FISICOQUÍMICOS**

La relación de los parámetros Fisicoquímicos entre superficie y profundidad (Tabla 3) con una prueba de hipótesis para la comparación de dos muestras no mostró diferencias significativas (P= 0.524). Asi mismo se encontraron diferencias significativas (P<0,05)) entre el primer y segundo muestreo, pero no se encontró diferencias dentro de los muestreos (P= 0.1973).

## Correlación de resultados

# Análisis de Componentes Principales (ACP), bacteriológicos

El Análisis de factores con métodos de extracción por componentes principales (ACP), según este criterio se encontró que la variable Morfotipos de bacterias presenta una relación directamente proporcional con la turbidez. Asimismo, se encontró que los coliformes totales tienen una relación directamente proporcional con las variables DBO,  ${\rm SO_4}^{-2}$ . De acuerdo con la clase de hábitat acuático, la composición de la flora bacteriana difiere ampliamente, dependiendo no solo del contenido en el agua de material orgánico e inorgánico, su pH, turbidez, temperatura, sino también de las fuentes que puedan introducir microorganismos al agua (ROLDAN, 2003). La relación directa entre el parámetro fisicoquímico turbidez y la variable morfotipos de bacterias se debe principalmente a que la diversidad de microorganismos es beneficiada por lo oferta de sustratos de composición diferente. (ATLAS & BARTA, 2002). La materia orgánica e inorgánica suspendida en el agua ocasiona la turbidez y a su vez estimula el desarrollo de diferentes microorganismos.

La turbidez está relacionada directamente con el sustrato y sedimentación de las partículas en el fondo, como consecuencia de ésta los lagos poco profundos se colmatan más rápido además, en el centro de los lagos hay corrientes de turbidez, que decantan partículas finas que han llegado en suspensión en el centro del lago.

La actividad bacteria puede verse influida por la calidad del sustrato. Así mismo, los microorganismos que se encuentran en el sedimento de los lagos de agua dulce suelen ser diferentes de los que ocupan las capas superiores del agua, haciéndose notorio los mayores recuentos de microorganismos en el sedimento (ATLAS & BARTHA 2002); estos resultados enfatizan la importancia de los sedimentos como almacenadores y protectores de la población bacteriana, lo cual podría tener implicaciones en la calidad del agua ya que contribuirían a acentuar el problema de la eutrofización.

Por otro lado el ACP dio como resultado que la variable Coliformes Totales presenta una relación directamente proporcional con los parámetros  $\mathrm{DBO}_5$ ,  $\mathrm{S}^2$ . Dicha relación Coliformes Totales Vs.  $\mathrm{DBO}_5$  se da por la capacidad de reproducción de ellos, ya que es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica  $\mathrm{DBO}_5$  (ARCOS, M. *et al.*, 2003). La descomposición de la materia orgánica proveniente de la materia fecal además de aportar coliformes produce metano,  $\mathrm{H_2S}$  y otros gases muy solubles; otra fracción de  $\mathrm{H_2S}$  procede de la reducción de los sulfatos por la acción de las bacterias (MARGALEF, 2002).

# ACP entre las variables fisicoquímicas y la riqueza abundancia y diversidad del plancton.

La correlación de las variables fisicoquímicas sobre las comunidades planctónicas merece algunas consideraciones. En primer lugar es notoria la influencia negativa del pH neutro (7.15) sobre casi todos los morfotipos sin incluir *Dinobryon sp., y Desmidium sp.,* de la clase Crisoficeas y de la clase cloroficeas (Desmidales) respectivamente. Por otra parte los niveles de % de saturación de oxígeno (62.09 %), S² (0.76 mg/L) NTK (7.32 mg/L) SO<sub>4</sub>² (1.76 mg/L), DBO $_5$  (12.74 mg O $_2$ /L) y temperatura del agua (10.14°C) son variables que se correlacionan positivamente con estos morfotipos, lo que indica que un aumento o descenso en estos valores podría modificar la presencia de estos morfotipos.

El análisis muestra como significante la presencia de Daphnia sp. Oscillatoria sp. Closterium sp. y Guttula sp.. Este grupo a su vez se relaciona con valores mayores de las variables físicas y químicas: pH (6.33); NTK (9.68 mg/L), SO<sub>4</sub>-2 (2.26 mg/L), S-2 (0.91 mg/L), DBO<sub>5</sub> (19.21 mg O<sub>2</sub>/L), % de saturación de oxigeno (71.25), y temperatura del agua (11.42), a su vez estos valores se relacionan negativamente con la presencia de Desmidium sp.

## **CALIDAD DEL AGUA:**

**ÍNDICE ICOMO:** Representa variables de contaminación como nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, DBO<sub>5</sub>, DQO y Coliformes Fecales y Totales. El Índice se definió en función de la DBO<sub>5</sub>, Coliformes Totales y porcentaje de saturación de Oxígeno. Las dos primeras variables reflejan fuentes diversas de contaminación orgánica, y la tercera expresa la respuesta ambiental del cuerpo de agua a este tipo de polución.

En la tabla 3 se encuentran los valores obtenidos para el índice ICOMO durante los muestreos realizados en Laguna Negra

Tabla 3. Índice ICOMO de las aguas de Laguna negra y su interpretación

índice ICO	Clasificación de la Contaminación	
SUPERFICIE	0,20566415	Baja
PROFUNDIDAD	0,25551204	Baja
SUPERFICIE	0,24881651	Baja
PROFUNDIDAD	0,28721615	Baja

Las aguas de la Laguna Negra son de Baja contaminación por materia orgánica

# **INDICE ICOSUS**

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en laguna Negra en el periodo de lluvias y seco es mayor el valor en profundidad, además el índice es mayor en el periodo seco que en el de lluvias. En General la laguna presenta baja Contaminación por sólidos suspendidos. Estos valores son observados en otros cuerpos de agua donde las lluvias aumentan la dilución de los sólidos y en periodo seco se aumentan la concentración de sólidos.

Tabla 4. Índice ICOSUS para la Laguna Negra

	Índice ICOSUS de Laguna Negra	Contaminación
SUPERFICIE	0,12034	Muy baja
PROFUNDIDAD	0,14662	Muy baja
SUPERFICIE	0,19765	Muy baja
PROFUNDIDAD	0,23299	Baja

# Estimación del Índice de Calidad de Agua General "ICA-CETESB"

En la tabla 6., se encuentran los resultados del análisis ICA de las aguas de Laguna Negra para la superficie y profundidad, tanto para el primer como el segundo muestreo.

Tabla 6. Calidad ICA del agua de Laguna Negra para consumo humano

Muestreo	Lugar	Valor	INDICE DE CALIDAD ICA CETESB
	SUPERFICIE	64	Buena Calidad
PRIMER MUESTREO	PROFUNDIDAD	59	Buena Calidad
SEGUNDO MUESTREO	SUPERFICIE	55	Buena Calidad
	PROFUNDIDAD	50	Regular Calidad

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 23 - 38

Según los resultados obtenidos las aguas son clasificadas como de Buena Calidad en el primer muestreo y de Buena calidad y regular calidad en el segundo muestreo, se observa que el índice de calidad ICA SETESB disminuye del primer al segundo muestreo.

#### CONCLUSIONES

La Laguna Negra tiene una profundidad promedio de 1.2 m con una orilla gradual favoreciendo el establecimiento de macrofitas que van cerrando el espejo de agua. Posee un fondo lodoso rico en materia orgánica, el impacto ambiental generado en sus alrededores es bajo, la mayor responsable de la pérdida del espejo de agua es la especie *Carex pichincensis* lo que pronostica para este sitio en pocos años se convertirá en un humedal.

Las variaciones en la diversidad de la comunidad fitoplanctónica entre el primer muestreo (periodo lluvioso) y el segundo muestreo (Periodo seco) indican que este ambiente es cambiante y por lo tanto la comunidad de algas se mantiene en constante dinamismo. La secuencia del periodo de lluvias y de menos lluvias (seco), son los aspectos que determinan la distribución del fitoplancton en Laguna Negra, además de las condiciones tróficas generales En general el fitoplancton fue diverso en profundidad posiblemente debido al incremento de materia orgánica y el zooplancton escaso y poco diverso y estuvo compuesto principalmente por cladóceros y rotíferos. Los grupos dominantes de microalgas fueron Crysophyta , Euglenophyta, Cyanophyta, Clorophyta .

Las aguas de Laguna Negra según los índices ICA, ICOSUS e ICOMO presentaron una calidad entre aceptable y ligeramente contaminadas, necesitando un tratamiento de potabilización indispensable, para ser usada como agua potable. De acuerdo al valor de los coliformes totales y fecales de la laguna la calidad bacteriológica del agua requiere para su consumo del empleo de métodos habituales de tratamiento como desinfección y filtración.

Entre el primer muestreo en periodo seco y el segundo en periodo de lluvias se presentó un incremento de la mayoría de parámetros esto se puede deber a los cambios de temperatura de la laguna, a flujos internos del agua que remueven el fondo lodoso de la laguna. No existen diferencias significativas entre los valores obtenidos de los nueve puntos muestreados en la laguna, en cambio existen diferencias entre la superficie y un metro de profundidad para algunos parámetros evaluados. Mostrando una estratificación en el cuerpo de agua que la acerca más a condición de humedal.

#### BIBLIOGRAFÍA

ARCOS M., AVILA S., ESTUPIÑAN M., GOMEZ A. 2005. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Revista Nova,3(4), 69-79. Colegio mayor de Cundinamarca.

ATLAS &BARTHA, 2002. Ecologia Microbiana y Microbiologia Ambiental Edit Addisson Wesley.

AVILA, S.; ESTUPIÑAN, S. 2008. Calidad microbiológica del agua de los Humedales Arcial, El Porro y Cintura(Rio San Jorge), y los Humedales Baño, Pantano Bonito y Charco Pescado (Rio Sinu) en el Departamento de Córdoba Colombia. p.p 107-132.

CASALLAS, J.E; GUNKEL, G. 2001. Algunos aspectos limnologicos de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. [En línea]: Asociación Ibérica de Limnología. Consultado el 21 de Mayo de 2010. En: http://www.limnetica. Com/Limnrtica/limne20b/Limnrtica-vol20(2)-pag215-232.pdf.

CONDE-PORCUNA, J.M., RAMOS-RODRÍGUEZ, E. Y MORALES-BAQUERO, R. 2004. El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. *Ecosistemas* 2004/2

CORPOCALDAS (Corporación Autónoma Regional de Caldas); Aguas de Manizales. 1999. plan de ordenamiento ambiental del territorio de la cuenca del río Chinchiná. Tomo II. CORPOCALDAS, Manizales

DONATO, J.CH. 2001. Fitoplancton de los lagos andinos del norte de Sudamérica (Colombia). Composición y factores de distribución. Universidad de Barcelona, academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No 19.Bogota, Colombia. Editora Guadalupe LTDA. pp 232

DONATO, J.CH. 2001. Fitoplancton de los lagos andinos del norte de Sudamérica (Colombia). Composición y factores de distribución. Universidad de Barcelona, academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No 19.Bogota, Colombia. Editora Guadalupe LTDA. pp 232

GARRIDO, GLADYS GRACIELA 1998.estructura de la comunidad zooplanctónica dele mbalse yacyretá en las etapas del posllenado

HUISMAN, J., JONKÉR, R., ZONNEVELD, C. and WEISSING, F. 1999. Competition for light between phytoplankton species: experimental tests of mechanistic theory. *Ecology*, vol. 80., No 1, pp. 211-222.

MADIGAN, 2010 Brooc, Biología de los microorganismos. Edit Prentice Hall. 11 Ed.

MARGALEF, R. 1983. Limnologia. Editorail omega . Barcelona . pp 1010

MARGALEF, R. 2002. Teoría de los sistemas ecológicos. alfaomega. México. 290 pp.

PINILLA, G. 2000. Indicadores biológicos en los ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Edit. Fund. Universitaria Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

RAMÍREZ, J.J. 2000. Fitoplancton de agua Dulce. Aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín

RANGEL J.O. 2000. Colombia diversidad biótica III. La región de vida paramuna de Colombia. Editorial Unibiblos. universidad Bogotá, Colombia. pp. 902

ROLDAN, G. 2003. Bioindicacion de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/ Col. Editorial Universidad de Antioquia

ROLDAN, G. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. segunda edición. Medellín. 529 pp.

VÁSQUEZ, C., ARIZA, A., PÍNILLA .2006.Descripción del estado trófico de diez humedales del Altiplano Cundiboyacense. *Universitas Scientiarum*. pp 61-75.

WILLEY, SHERWWOOD, WOOLVERTON, 2008. Prescott, Herley y Klein Microbiologia. 7ª Ed. Mac Graw Hill. España.

YOUSEF, A & CARLSTROM, C. 2003 Microbiología de los Alimentos: Manual de Laboratorio. Editorial Jhon Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New York. Pp 303

# ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN ARBÓREA DE LOS BOSQUES DEL DIABLO (SAN FELIX, SALAMINA, CALDAS), SELVA ALTOANDINA DE LA CORDILLERA CENTRAL COLOMBIANA\*

Andrés Felipe Bohórquez O.1 David Sanín<sup>1, 2</sup> y Nixon Walter Silva E.3

#### Resumen

Se caracterizó la estructura y composición arbórea de un bosque altoandino de la Cordillera Central Colombiana, el cual se localiza en el Departamento de Caldas a 3100 m de altitud. Tal ecosistema ha sido reducido y simplificado a causa de la expansión de cultivos de papa y ganadería. Se describe la dinámica y composición arbórea en un transecto de 0,1 ha, compuesto por cinco parcelas de 50 x 4 m, donde se estudiaron todos los individuos con DAP  $\geq 1.5$  cm., altura fustal y total. Se registraron 173 individuos, pertenecientes a 42 especies y morfoespecies, distribuidos en 40 géneros y 34 familias. Weinmannia pubescens v Hedvosmum bonplandianum fueron las especies con mayor importancia ecológica (40.9% y 26.7% respectivamente). Las familias con mayor IVF fueron Rubiaceae 40.4%, Cunoniaceae 37,2%, Podocarpaceae 27,5% y Melastomataceae 23,1%. En el intervalo 7,8-10 m de altura, se presentó el mayor número de especies. El área basal total fue de 2,88 m² del cual el 22,7% estuvo representada por Weinmannia pubescens. A pesar de la historia de intervención y la frecuencia de individuos arbóreos en estado juvenil, se observaron especies características de estados avanzados de sucesión, que además presentan categoría de riesgo a la extinción, dado su valor comercial (v.g. Podocarpus oleifolius, Prumnopitys montana, Rhodostemonodaphne laxa y Turpinia occidentalis). Por lo anterior, se hace necesario desarrollar programas de restauración ecológica con especies nativas que permitan conservar estos recursos y la provisión continua de bienes y servicios ambientales para la región.

Palabras claves: bosques de niebla, andes, ordenamiento y conservación, Caldas, Colombia.

# ARBOREAL STRUCTURE AND COMPOSITION IN EL DIABLO WOODLAND (SAN FELIX, SALAMINA, CALDAS), HIGH ANDEAN FOREST IN THE COLOMBIAN CENTRAL MOUNTAIN RANGE

#### Abstract

The structure and arboreal composition of a high Andean forest in the Colombian Central mountain range, which is located in the Caldas department at an altitude of 3,100 m, was characterized. Such ecosystem has been reduced and simplified due to the expansion of potato crops and livestock activities. The dynamics and arboreal composition of a 0.1 ha, transect is described using five  $50 \times 4$ m plots , where all of the individuals with a DAP > 1.5cm were accounted for, stem and total height. One hundred-three individuals were registered,

<sup>\*</sup> FR: 30-VIII-2011. FA: 30-VIII-2011.

<sup>1</sup> Herbario Universidad de Caldas-FAUC. Semillero de Investigación Biodiversidad y Recursos Fitogenéticos, Universidad de Caldas, Calle 65 No 26-10, Apartado Aéreo 275, Manizales, Colombia. E-mail: andresfelipebo@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Instituto de Investigación en Estratigrafía (IIES), Calle 65 No 26-10, Apartado Aéreo 275, Manizales, Colombia. E-mail: dav.sanin@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Profundización en Biodiversidad y Recursos Fitogenéticos, Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Caldas, Apartado Aéreo 275, Manizales, Colombia. E-mail: tinbol mas@hotmail.com

belonging to 42 species and morph-species, distributed in 40 genera and 34 botanical families. *Weinmannia pubescens* and *Hedyosmum bonplandianum* were the species with greatest ecological importance (40.9% and 26.7%, respectively). The families with the higher IVF were Rubiaceae 40,4%, Cunoniaceae 37,2%, Podocarpaceae 27,5% y Melastomataceae 23,1% The interval between 7.8 - 10 m height had the highest species count. The total basal area was 2.88m² from which 22.7% were represented by *Weinmannia pubescens*. Despite the human intervention history and the frequency of young arboreal individuals, it was observed the presence of tree species characteristic of an advanced succession status, which also present a high risk of extinction, due to their commercial value (e.g. *Podocarpus oleifolius, Prumnopitys montana, Rhodostemonodaphne laxa* and *Turpina occidentalis*). Therefore it becomes necessary to develop ecological restoration programs with native species that allow the conservation of these resources and the constant provision of environmental goods and services in the region.

Key words: cloud forest, Andes, management and conservation, Caldas, Colombia.

# INTRODUCCIÓN

a región andina de Colombia ha sido el soporte del desarrollo económico y cultural del país (ALVEAR *et al.*, 2010), lo que ha transformado extensas áreas naturales en zonas agrícolas y ganaderas con paisajes altamente fragmentados, evidenciándose por la extinción masiva de los ecosistemas, o en el mejor de los casos, la extracción selectiva a la que han sido sometidas las comunidades naturales, ya sea para usarlas como materias primas maderables, como material combustible, o para cambiar la cobertura original por cultivos (ÁLVAREZ *et al.*, 2007). Donde la implementación de áreas para la papa y la expansión ganadera, han promovido una pérdida acelerada de bosque, al punto de encontrar únicamente pequeños fragmentos que son conservados por su pendiente, difícil acceso, improductividad o porque presentan alguna figura legal para su protección (RANGEL-CH, 2000). Esto ha generado la pérdida aproximada del 90–95% de la cobertura vegetal original (FORERO & MORI, 1995; GIRALDO-CAÑAS, 2001).

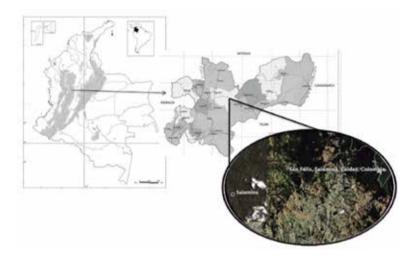
El grado de fragmentación de los bosques trae como consecuencia una baja similitud florística entre fragmentos (SANÍN & DUQUE, 2006), lo cual interrumpe el flujo genético y la dinámica del bosque, generando extinción local de especies, erosión y la reducción o pérdida de los bienes y servicios ambientales (HALL *et al.*, 2011).

Bajo este escenario, los bosques tropicales de los Andes (distribuidos entre 1000-3500 m) se convierten en un área de interés especial para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial, dada su riqueza biológica y alto endemismo (OLSON & DINERSTEIN, 1997), pues se estima que el 6,7% de las especies vegetales de dicho territorio son endémicas (MYERS et al., 2000). Además, allí se compila la historia evolutiva de la biota ancestral del norte y Sudamérica, al señalarse como una ruta de migración para la fauna y la flora (VAN DER HAMMEN & CLEEF, 1983). Estos argumentos sustentan la necesidad de implementar estrategias para la protección y promoción de la diversidad florística existente en los relictos de bosque de los Andes colombianos, mediante estudios que describan su dinámica e importancia, como herramienta clave para incrementar la cobertura vegetal nativa y recuperar la conectividad entre fragmentos (ÁLVAREZ et al., 2007). En la presente investigación se describe la estructura y composición florística de un bosque altoandino de la Cordillera Central Colombiana, como fundamento para la elaboración de futuros proyectos de conservación y ordenamiento del bosque, especialmente en zonas afectadas por la agricultura y la ganadería.

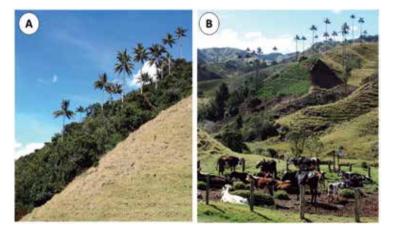
# **MATERIALES Y MÉTODOS**

## Área de estudio

El estudio se realizó en marzo de 2011, en un área boscosa de los alrededores del corregimiento de San Félix, municipio de Salamina, Caldas. El bosque se localiza en la vertiente occidental de la Cordillera Central de Colombia (05°24'01,4" N - 75°21'18,5" W), sobre 3100 m de altitud, en una zona conocida como "El Recreo" incluida en la localidad nominada como "Los Bosques del Diablo" (Figura 1). El bosque se encuentra cercano al casco urbano del corregimiento de San Félix, presenta una pendiente igual o superior al 100% (Figura 2A). Está rodeado por potreros dedicados a la cría del ganado vacuno con fines de explotación lechera y al cultivo itinerante de papa (Figura 2B).



**Figura 1**. Localización de la zona de estudio. La estrella representa los Bosques del Diablo, Corregimiento de San Félix, Municipio de Salamina (Caldas, Colombia).



**Figura 2.** Área de estudio. A. Pendientes superiores al 100% no aptas para el cultivo. **B.** Zona destinada al cultivo de papa y ganado, mezclándose con palma de cera (*Ceroxylon quindiuense* H. Wendl) y fragmentos de bosque de bosque altoandino al fondo.

Se realizó un transecto de 0,1 ha, el cual se dividió en cinco parcelas de 50 x 4 m cada una, ubicadas de forma aleatoria y perpendiculares a la pendiente del terreno. Para la distancia entre parcelas se consideró un mínimo de 10 m (MENDOZA, 1999). Éstas se levantaron al interior del bosque, para evitar el efecto de las áreas alteradas por caminos y claros dentro del bosque (ALVEAR *et al.*, 2010). En cada parcela se censaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq$  1,5 cm, medido a 1,3 m del suelo. Se estimó la altura fustal y total en metros, además del perímetro o circunferencia a la altura del pecho (CAP) (GALINDO *et al.*, 2003). Para cada especie se observó la presencia de exudados, olores, sabores, colores y el tipo de corteza para apoyar la determinación taxonómica. Los ejemplares fértiles se depositaron en el Herbario de la Universidad de Caldas (FAUC), con copias al Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA) bajo la serie del primer autor.

Para la determinación taxonómica se utilizó bibliografía especializada, consulta a especialistas y la comparación con los ejemplares depositados en el Herbario de la Universidad de Caldas-FAUC. Para la correcta escritura de los nombres científicos se revisaron las bases de datos W3tropicos (2010) del Jardín Botánico de Missouri y el Índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI, 2010). Se utilizó el sistema de clasificación de APG (2009) para las plantas con flores y para helechos arbóreos se siguió la propuesta de SMITH *et al.* (2006).

# Análisis de datos

El perímetro o circunferencia a la altura del pecho (CAP) se transformó a DAP, según la ecuación DAP =  $CAP/\pi$ , luego, el DAP se transformó en área basal mediante la ecuación AB =  $\pi/4$ (DAP)<sup>2</sup> (FRANCO-ROSSELLI *et al.*, 1997). Para cada especie se calculó la densidad relativa DeR = (número de individuos por especie/número total de individuos en la comunidad) x 100, frecuencia (F): Número de parcelas en las que se encuentra la especie/número de parcelas totales (SANÍN & DUQUE, 2006), frecuencia relativa FR = (Frecuencia de una especie o familia/sumatoria de las frecuencias de todas las especies o familia) x 100, dominancia relativa DoR =  $(\Sigma AB)$ de todos los individuos de la especie/ $\Sigma AB$  de toda la comunidad) x 100 (FINOL, 1976); el índice de valor de importancia de cada especie (IVI) se calculó como la sumatoria de la densidad (DeR), la frecuencia (FR) y la dominancia (DoR) relativas. Para evaluar la importancia ecológica de las familias en cada bosque se calculó el índice de valor de importancia para familias (IVF) como la sumatoria de la densidad, la diversidad (número de especies por familia/número total de especies x 100) y la dominancia relativas de cada familia. Para evaluar la distribución de cada una de las variables ecológicas estudiadas se construyeron intervalos de clase, mediante la ecuación C= (Xmáx.- Xmin.)/m, donde C= amplitud del intervalo; m= 1+3,3 log N; N= No. de individuos (RANGEL-CH. & VELÁSQUEZ, 1997).

# **RESULTADOS**

# Riqueza florística

Se registraron 173 individuos con DAP  $\geq$  1,5 cm, pertenecientes a 42 especies y morfoespecies, distribuidas en 40 géneros y 34 familias: 40 Angiospermas

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 39 - 52

(4 Angiospermas basales, 35 Eudicotiledoneas y una Monocotiledonea), dos Gimnospermas [*Podocarpus oleifolius* D. Don y *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub], y *Cyathea* sp.1 como la única Monilophyta (Anexo 1).

Las familias con mayor abundancia fueron Rubiaceae, Cunoniaceae, Melastomataceae y Chloranthaceae, las cuales se presentaron en todas las parcelas (Tabla 1). Las especies *Weinmannia pubescens* Kunth, *Hedyosmum bonplandianum* Mart, *Miconia* sp.1, *Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack y *Palicourea* sp.1 representaron el 49% del total de la muestra. Las familias registradas fueron representadas por una o dos especies, con excepción de Rubiaceae (Anexo 1).

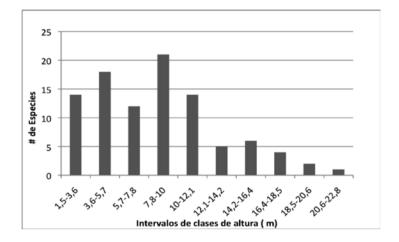
7T 11 1 T	•		,	1 .	1 • • 1		,
<b>Tabla 1</b> . Fami	ias con	mayor	número o	de ind	divid	HOS V	sus géneros.
							0000 8000000

FAMILIA	# DE INDIVIDUOS	GÉNEROS REPRESENTATIVOS
Adoxaceae	7	Viburnum
Chloranthaceae	19	Hedyosmum
Cunoniaceae	21	Weinmannia
Melastomataceae	21	Meriania y Miconia
		Palicourea, Cinchona y
Rubiaceae	30	Faramea
Staphyleaceae	9	Turpinia
Indeterminado	8	

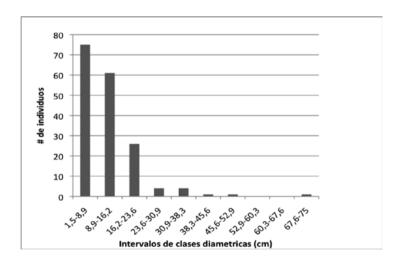
Pese a no ser recolectada, en la zona se registra *Ceroxylon quindiuense* H. Wendl, especie que ha sido categorizada como en peligro (EN) (GALEANO & BERNAL, 2005). Igualmente *Podocarpus oleifolius y Prumnopitys montana* presentan categoría de vulnerable (VU) las cuales no se registraban desde 1988 en Caldas (TORRES-ROMERO, 1988), a pesar que los ejemplares no presentan fechas de recolección en el documento mencionado, se plantea que provienen de trabajos anteriores a esta fecha (COGOLLO *et al.*, 2007).

#### Estructura

La distribución vertical del bosque mostró un crecimiento en altura desde los primeros intervalos (1,5–3,6 m) hasta alcanzar 7,8 m, donde se encuentra la mayor concentración de especies arbóreas (21), seguida por una marcada disminución en los intervalos superiores, hasta la altura máxima registrada por el pino chaquiro (*Prumnopitys montana*) (22 m). En este estrato únicamente se registraron dos especies que conforman el dosel: el encenillo (*Weinmannia pubescens*) y el pino chaquiro (*P. montana*) (Figura 3). En cuanto a las clases diamétricas, el 78 % de los individuos se presentan en los intervalos 1,5–8,9 y 8,91–16,2 cm. A partir de allí, se registra una reducción en el número de individuos al aumentar el DAP (Figura 4).



**Figura 3.** Distribución vertical de especies con DAP ≥ 1,5 cm en 0,1 de un bosque altoandino de la Cordillera Central Colombiana.



**Figura 4.** Distribución de los individuos con DAP ≥ 1,5 cm en 0,1 ha de acuerdo a las clases diamétricas, en un bosque altoandino de la Cordillera Central Colombiana.

# Formas de crecimiento

Los árboles presentaron el hábito de crecimiento más abundante 89,5%, seguido de los arbustos 8,6%, arbustos escandentes, las palmas y los helechos arbóreos con 1,1%.

#### Densidad relativa

Las especies más abundantes fueron *Palicourea* sp1, *Weinmannia pubescens* y *Hedyosmum bonplandianum*, seguidas de *Meriania tomentosa* y *Miconia* sp.1 (Tabla 2, Anexo 1).

#### Frecuencia relativa

Las especies con los valores más altos fueron *Palicourea* sp.1, *Weinmannia pubescens y Hedyosmum bonplandianum*, las cuales se presentaron en todas las parcelas. El 54% de las especies y morfoespecies se registraron sólo en una parcela (Anexo 1). *Prumnopitys montana y Drimys granadensis* fueron poco frecuentes, encontrándose únicamente en una parcela.

#### Dominancia relativa

El área basal total de la comunidad fue de 2,88 m², del cual *Weinmannia pubescens* presentó la mayor dominancia relativa (22,7 %), seguida de *Podocarpus oleifolius* (20%). Rubiaceae presentó el mayor número de individuos en la comunidad, sin embargo su área basal fue similar a las demás familias (8,7%) (Tabla 2, Anexo 1).

# Índice de valor de importancia de las especies (IVI)

El mayor valor de importancia ecológica lo presentó *Weinmannia pubescens*, seguida de *Hedyosmum bonplandianum* (Tabla 2). La especie *Podocarpus oleifolius* representada por tres individuos en el transecto, registró el 24,5% del IVI, debido a su determinante área basal (0,58 m²) (Anexo 1).

Tabla 2. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI), densidad y dominancia relativa.

Parámetros ecológicos	Especies	Valor
Densidad relativa (%)	Palicourea sp.1 Weinmannia pubescens Hedyosmum bonplandianum Miconia sp.1 Meriania tomentosa	13,8 12,1 10,9 6,3 5,7
Dominancia relativa (%)	Weinmannia pubescens Podocarpus oleifolius Hedyosmum bonplandianum Eugenia sp.1 Palicourea sp.1	22,7 20,3 9,6 6,9 6,4
Índice de valor de importancia (IVI/300)	Weinmannia pubescens Hedyosmum bonplandianum Palicourea sp.1 Podocarpus oleifolius Miconia sp.1	40,9 26,7 26,3 24,5 16,3

# Índice de valor de importancia por familias (IVF)

Rubiaceae (40,4), Cunoniaceae (37,2), Podocarpaceae (27,5) y Melastomataceae (23,1) presentaron el mayor IVF. Éstas reúnen el 43,9% de los individuos del transecto estudiado. Otras familias con valores altos del IVF en el transecto fueron Chlorantaceae y Myrtaceae (Tabla 3, Anexo 1).

Tabla 3. Familias botánicas con mayor valor de importancia (IVF).

Familias	No. especies	No. individuos	DeR	DoR	DiR	IVF/300
Rubiaceae	6	30	17,3	8,7	14,2	40,4
Cunoniaceae	1	21	12,1	22,7	2,3	37,2
Podocarpaceae	2	4	2,3	20,4	4,7	27,5
Melastomateceae	2	21	12,1	6,2	4,7	23,1
Chlorantaceae	1	19	10,9	9,6	2,3	23,0
Myrtaceae	1	6	3,4	6,9	2,3	12,7

Der: Densidad relativa, DoR: Dominancia relativa, DiR: Diversidad relativa,

IVF: Índice de valor de importancia por familias

# DISCUSIÓN

Los elementos florísticos registrados en los Bosques del Diablo son típicos de una matriz boscosa que caracteriza la selva altoandina. CUATRECASAS (1958), presenta una lista de géneros típicos de la selva o bosque andino, de los cuales, la mayoría se registraron en el área de estudio (Tabla 4). Al comparar el número de familias registradas en la zona de estudio (34) con bosques de alturas similares de Colombia (Tabla 5), es evidente la similitud con La Reserva Torre Cuatro-Caldas (ALVEAR et al., 2010), donde se registran 37 familias, además de una serie de afinidades a nivel florístico, donde predominan especies de *Hedyosmum, Meriania, Palicourea* y *Weinmannia*.

El número de individuos observados en los Bosques del Diablo (173), es bajo comparado con otras localidades ubicadas en la misma formación vegetal en Colombia como El Venado-Boyacá y Chontales Alto-Santander que registran 631 y 632 individuos respectivamente (GALINDO  $et\ al.$ , 2003). Esta diferencia se relaciona con la toma del DAP  $\geq 1$  cm, lo cual determina que la abundancia cambie significativamente. Especialmente en los bosques altoandinos se incrementa la abundancia en los intervalos inferiores de las clases diamétricas como estrategia para conservar y hacer eficiente el uso de la energía a medida que se asciende en altitud (SAMSON & WERK, 1986).

**Tabla 4**. Comparación de los géneros de árboles con mayor importancia del bosque andino (Cuatrecasas, 1958), con los registrados en Los Bosques del Diablo (San Félix, Caldas).

Géneros representativos del bosque andino	Bosques del Diablo-San Félix
Weinmannia	X
Brunellia	
Drimys	X
Clusia	X
Befaria	
Rapanea	
Daphnopsis	
Miconia	X
Meriania	X
Oreopanax	X
Vallea	X
Eugenia	X
Gaiadendron	X
Palicourea	X
Cinchona	X
Tournefortia	
Cordia	X
Abatia	
Clethra	X
Rhamnus	
Ocotea	
Podocarpus	X
Ceroxylon	X
Duranta	
Alnus	
Ilex	

En otras zonas altas de los Andes como El Pargo, Cajamarca-Perú (600 m²) y Pasochoa, Pichincha-Ecuador (400 m²) se registró un mayor número de individuos (GENTRY, 1995) que en los Bosques del Diablo, a pesar de presentar un área menor de muestreo ( $\approx$  50%) (Tabla 5). Sin embargo, el número de familias y especies de San Félix es mayor, posiblemente por su cercanía a la línea del Ecuador (GENTRY, 1995).

Cunoniacae presentó un alto valor del IVF, el cual está representado por *Weinmannia pubescens* con el mayor IVI. Tales resultados son similares a los registrados por MARIN-CORBA & BETANCUR (1997) y ALVEAR (2000) quienes afirman que *Weinmmania* es un género típicamente altoandino, que generalmente representa el mayor porcentaje del IVI, en zonas con presencia de muchas especies con bajos valores. Ello refleja la dominancia de una especie en un área determinada (GALEANO, 2001).

La distribución vertical de las especies presenta dos picos de abundancia que se ubican en el segundo (3,6-5,7 m) y cuarto (7,8-10 m) intervalo de clase (Figura 4), lo cual es similar a lo registrado en localidades colombianas como El Venado (6-8,9 m), Chontales Alto (6-8,9 m) (GALINDO *et al.*, 2003), Reserva Torre Cuatro (4,9-7,2 m) (ALVEAR *et al.*, 2010) y el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (5,6-8,2 m) (MARIN-CORBA & BETANCUR, 1997), donde los intervalos más bajos reúnen el mayor número de especies. Tal situación es frecuente en los bosques tropicales (GENTRY 1982), por lo que aumentar el registro de individuos con un DAP  $\geq 1,5 \text{ cm}$ , permite obtener más información sobre la composición y la estructura de los estratos inferiores del bosque (DUEÑAS-C. *et al.*, 2007), ya que, se registran más elementos de la regeneración, así como otras especies de hábitos de crecimiento diferente a los arbóreos. Ello es interesante si se tiene en cuenta que los estratos del dosel en este estudio están dominados por pocas especies, en el presente caso el encenillo (*Weinmannia pubescens*) y el pino chaquiro (*Prumnopitys montana*).

Estos resultados contribuyen a direccionar los programas de reforestación en este ecosistema, por lo que se propone que especies como el encenillo-*Weinmannia pubescens* (Cunoniaceae), silvo-silvo o granizo-*Hedyosmum bomplandianum* (Chloranthaceae) y *Palicourea* sp. 1 (Rubiaceae), se utilicen para este propósito, especialmente para la zona de estudio (Figura 5).

**Tabla 5.** Riqueza florística de bosques situados entre 2850 y 3100 m de altitud, para individuos muestreados con DAP ≥ 1,5 cm en un área de 0,1 ha.

Localidad	Altitud (m)	No. familias	No. especies	No. individuos
Carpanta, Cundinamarca, Colombia (GENTRY, 1995)	2850	23	46	280
Sabana Rubia, Cesar, Colombia (GENTRY, 1995)	2900	32	51	343
Reserva Torre Cuatro, Caldas. Colombia (ALVEAR <i>et al.</i> , 2010)	3000	37	69	480
Chontales Alto, Santander, Colombia (DAP $\geq 1$ cm) (GALINDO <i>et al.</i> , 2003)	3000	24	49	632
El Pargo, Cajamarca, Perú (600 m²) (GENTRY 1995)	3000	20	36	366
Pasochoa, Pichincha, Ecuador (400 m²) (GENTRY, 1995)	3010	21	35	552
Neusa, Cundinamarca, Colombia (GENTRY, 1995)	3050	19	35	478
El Venado, Boyacá, Colombia (DAP $\geq 1$ cm) (GALINDO <i>et al.</i> , 2003)	3100	23	45	631
San Félix, Caldas, Colombia (este estudio)	3100	34	42	173



**Figura 5.** Flora arbórea representativa de los Bosques del Diablo, San Felix (Salamina, Caldas). **A.** *Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack **B.** *Oreopanax pallidum* Cuatrec **C.** *Weinmannia pubescens* Kunth **D.** *Drymis granadensis* L.f. **E.** *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub), **F.** *Podocarpus oleifolius* D. Don.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a los habitantes del corregimiento de San Félix, especialmente a doña Blanca y doña Alida, igualmente a sus familias. Al Herbario de la Universidad de Caldas (FAUC), principalmente al profesor Luis Miguel Álvarez Mejía, por permitir revisar las colecciones y por su apoyo. Agradecemos a Benjamín González y Gustavo González por su acompañamiento en campo, a Luis Fernando Coca por su apoyo gráfico, a Giovany Guevara por sus aportes y sugerencias al documento. A todos los estudiantes de la Profundización en Biodiversidad y Recursos Fitogenéticos del Programa Agronomía por su esmerado apoyo en la construcción de este documento.

# BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, L.M., SANÍN, D., ALZATE, N.F., CASTAÑO-R.N., MANCERA-S, J.C., y GONZÁLEZ-O, G., 2007. *Plantas de la región Centro-Sur de Caldas-Colombia*.: Manizales. Editorial Universidad de Caldas.
- ALVEAR, M. 2000.- Flora y vegetación de la Reserva Torre IV (Manizales, Colombia): Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Bogotá.
- ALVEAR, M., BETANCUR, J., FRANCO-ROSSELLI, P., 2010. Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera Central Colombiana. *Caldasia.*, 32(1): 40-41.
- APG., 2009.- Angiosperm Phylogeny Website, Missouri Botanical Garden. Sep. 2011. <URL: http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>
- COGOLLO, A., VELASQUEZ-RUA, J.,L. TORO & N. GARCIA. 2007.- Las podocarpáceas: 193-224 (en) GARCIA, N. (ed) Libro Rojo de Plantas de Colombia. Vol. 5. Bogotá.
- CUATRECASAS, J., 1958.- Aspectos naturales de la vegetación de Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales*, 10(40): 221-268.
- DUEÑAS-C, A., BETANCUR, J., GALINDO-T, R., 2007.– Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del parque nacional natural Catatumbo Barí, Colombia. *Revista Colombiana Forestal.* 20(10): 26-39.
- FINOL, H., 1976.- Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Carapo, Estado de Barinas. *Acta Botánica Venezuelica* 10 (1-4): 15-103.
- FORERO, E. & MORI, S., 1995. The organization for Flora Neotropica, Brittonia, 47: 379-393.
- FRANCO-ROSSELLI, P., BETANCUR, J., FERNÁNDEZ-ALONSO, J.L., 1997.- Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia*. 19(1-2): 206-207.
- GALEANO, G., 2001.- Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas en el golfo de Tribugá, Chocó, Colombia. Caldasia 23 (1): 213-236.
- GALEANO, G & R.BERNAL., 2005.- Palmas: 59-224 (en) CALDERON, E., G. GALEANO & N. GARCIA (eds.) Libro rojo de Plantas de Colombia. Vol. 2. Bogotá.
- GALINDO-T, R., BETANCUR, J., CADENA-M, J., 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá- Alto Río Fonce, cordillera Central Colombiana. *Caldasia* 25(2): 313-335.
- GENTRY, A. H. 1982. "Patterns of neotropical plant diversity". En: Evolutionary Biology, 15: pp. 1-84.
- GENTRY, A. H. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America. Washington: conservation international. pp. 895.
- GENTRY, A. H., 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. En: CHURCHILL, S.; BALSLEV, H.; FORERO, E. & LUTEYN, J. (eds.) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest.* The New York Botanical Garden. New York.103-126.
- GIRALDO-CAÑAS, D., 2001.- Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial Andino, cordillera Central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana* 39(3-4): 187-199.
- HALL, J., ASHTON, M.S., GARÉN, E.J. JOSE, S. 2011. The ecology and ecosystem services of native trees: Implication for reforestation and land restoration in Mesoamerica. Forest Ecology and Management 261: 1553–1557.
- IPNI., 2009.- The International Plant Names Index. KEW, The Royal Botanical Garden, The Harvard University Herbarium & Australian National Herbarium. Sep. 2011. <URL: http://www.ipni.org/ipni/query\_ipni.html>
- MARÍN-CORBA, C. A & BETANCUR, J., 1997.– Estudio florístico de un robledal del santuario de flora y fauna de Iguaque (Boyacá, Colombia). Revista Académica Colombiana de Ciencias, 21(80): 249-259.
- MENDOZA, H., 1999.- Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el Valle del Río Magdalena, Colombia. *Caldasia*. 21(1): 79-94.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B. Y KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- OLSON, D. M. & E. DINERSTEIN., 1997.- Global 2000: Conserving the word's distinctive ecoregions. USA. WWF-US.
- RANGEL, O. J, & VELÁSQUEZ, A., 1997.- Métodos de estudio de la vegetación: 61-62 (en): RANGEL, O.J., LOWY, P.D., AGUILAR, M. Colombia diversidad biotica II. Guadalupe. Santa de Bogotá.
- RANGEL-CH. J.O. 2000. *La biodiversidad en la región del páramo: con especial referencia a Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Instituto Alexander von Humboldt. Ed.Unilibros.
- SANÍN, D. & DUQUE, C. 2006.- Estructura y composición florística de dos transectos localizados en la reserva forestal protectora de Río Blanco (Manizales, Caldas, Colombia). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas 10: 47-48.
- SMITH A. R.; K. M. PRYER; E. SCHUETTPELZ; P. KORALL; H. SCHNEIDER & P. WOLF., 2006.– A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705-731.
- SAMSON D. A. & K. S. WERK., 1986.- Size-dependent effects in the analisis of reproductive effort in plants. The American Naturalist 127: 667-679.
- TORRES-ROMERO, J., 1988.- Podocarpaceae. Flora de Colombia. Monografía No. 5:75
- VAN der HAMMEN T. & A. M. CLEEF., 1983.- Datos para la Historia de la Flora Andina. *Revista Chilena de Historia Natural*. 56: 97-107.
- W3tropicos., 2010.- Nomenclatural Data Base of Missouri Botanical Garden. Sep. 2011 <URL: http://www.tropicos.org/>

**Anexo 1**: Especies registradas con DAP  $\geq$  1,5 cm en 0,1 ha de un bosque altoandino de la Cordillera Central Colombiana.

Familias y especies	No. individuos	Área basal (m2)	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IM	IVF
Adoxaceae							7,5
Viburnum pichinchense Benth (AB 165)	7	0,03	4,00	1,10	3,60	8,80	
Araliaceae							8,2
Oreopanax floribundus Decne y Planch.	5	0,09	2,80	3,00	3,60	9,50	
Arecaceae							3,1
Geonoma sp. 1 (AB 155)	1	0,01	0,50	0,20	1,20	2,00	
Boraginaceae							5,1
Cordia sp. 1 (AB 173)	3	0,03	1,70	1,00	2,40	5,20	
Chlorantaceae							23
Hedyosmum bonplandianum Mart.	19	0,20	10,9	9,60	6,00	26,7	
Clethraceae							5,6
Clethra sp. 1 (AB 161)	3	0,04	1,70	1,50	1,20	4,50	
Clusiaceae							4,3
Clusia sp. 1 (AB 167)	3	0,01	1,70	0,20	3,60	5,60	
Cunoniaceae							37,2
Weinmannia pubescens Kunth.	21	0,60	12,1	22,7	6,00	40,9	
Cyatheaceae							4,2
Cyathea sp. 1	2	0,02	1,10	0,70	2,40	4,30	
Elaeocarpaceae							3,09
Vallea stipularis L.f	1	0,00	0,50	0,10	1,20	1,90	
Erythroxylaceae							4,1
Erythoxylon sp. 1 (AB 146)	2	0,02	1,10	0,50	2,40	4,10	
Euphorbiaceae							7
Sapium stylare Mull. Arg.	5	0,05	2,80	1,70	2,40	7,00	
Gentianaceae							5,4
Macrocarpaea sp. 1 (AB 154)	4	0,02	2,30	0,70	3,60	6,70	
Lamiaceae							4,4
Aegiphila sp. 1	2	0,02	1,10	0,80	1,21	3,20	
Lauraceae							9,6
Rhodostemonodaphne laxa (Meisn.) Rohwer (AB 168)	3	0,02	1,70	0,80	2,40	5,00	
Lauraceae sp. 1	2	0,03	1,10	1,00	2,40	4,60	
Melastomataceae							23,1
Miconia sp. 1 (AB 153)	11	0,10	6,20	3,90	6,00	16,3	

Familias y especies	No. individuos	Área basal (m2)	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IM	IVF
Meriania tomentosa (Cogn.) Wurdack	10	0,06	5,70	2,30	4,80	12,9	
Meliaceae							4,5
Ruagea sp. 1 (AB 156)	3	0,01	1,70	0,40	1,20	3,30	
Moraceae							5,2
Ficus sp.1 (AB 158)	3	0,03	1,70	1,10	2,40	5,30	
Myrsinaceae							3,1
Myrsinaceae sp. 1	1	0,01	0,50	0,10	1,20	1,90	
Myrtaceae							12,7
Eugenia sp. 1 (AB 174)	6	0,10	3,40	6,90	3,60	3,60	
Podocarpaceae							27,5
Podocarpus oleifolius D. Don (AB 143)	3	0,50	1,70	20,3	2,40	24,5	
Prumnopitys montana (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub. (AB 152)	1	0,00	0,50	0,05	1,20	1,80	
Rubiaceae							40,4
Cinchona sp. 1 (AB 151)	1	0,04	0,50	1,50	1,21	3,30	
Faramea sp. 1 (AB 172)	1	0,01	0,50	0,30	1,21	2,10	
Palicourea sp. 1 (AB 177)	24	0,18	13,8	6,40	6,09	26,3	
Palicourea sp. 2	1	0,00	0,50	0,07	1,21	1,80	
Rubiaceae sp 1	2	0,01	1,10	0,25	1,21	2,60	
Rubiaceae sp. 2	1	0,00	0,50	0,06	1,21	1,80	
Solanaceae							3,14
Solanum lepidotum Dunal (AB 175)	1	0,01	0,50	0,18	1,21	1,90	
Sthaphyleaceae							9,6
Turpinia occidentalis G. Don. (AB 142)	9	0,06	5,20	2,00	4,80	12,1	
Verbenaceae							4,9
Verbenaceae sp. 1	3	0,02	1,70	0,80	1,20	3,80	
Winteraceae							3,1
Drimys granadensis L.f (AB 163)	1	0,00	0,50	0,10	1,20	1,90	
Indeterminado 1	1	0,01	0,57	0,10	1,20	2,40	3,5
Indeterminado 2	1	0,06	0,57	0,60	1,20	3,90	5
Indeterminado 3	1	0,03	0,57	2,10	1,20	2,80	4
Indeterminado 4	1	0,01	0,57	1,00	1,20	2,20	3
Indeterminado 5	1	0,01	0,57	0,40	1,20	2,20	3,4
Indeterminado 6	1	0,01	0,50	0,40	1,20	2,00	3,2
Indeterminado 7	1	0,01	0,50	0,30	1,20	2,10	3,3
Indeterminado 8	1	0,01	0,50	0,30	1,20	2,40	3,5

AB: Colecciones de la serie Andrés F. Bohórquez

# CARACTERES MORFOLÓGICOS EN ESPORAS DE POLYPODIACEAE Y SU APLICACIÓN EN LA RECONSTRUCCIÓN FILOGENÉTICA\*

Luz Amparo Triana-Moreno<sup>1</sup>

#### Resumen

Durante el desarrollo del análisis filogenético preliminar de *Pecluma* M.G. Price (Polypodiaceae), se estudiaron ocho géneros de la familia, y en el grupo externo se incluyó *Oleandra* Cav. (Oleandraceae). Se estudió la morfología de las esporas, por ser una fuente de información poco explorada filogenéticamente. Se observó con microscopio electrónico de barrido en alto vacío. Para las esporas se estudiaron los caracteres "esporas clorofílicas", "forma" y "ornamentación". La distribución de los caracteres de las esporas en el cladograma de consenso estricto demuestra que la ornamentación tiende a ser constante dentro de géneros, y permite reconocer diferencias intergenéricas, de modo que los caracteres estudiados se perfilan como un insumo útil para precisar los complejos de especies o géneros que presentan una situación taxonómica conflictiva dentro de la familia (*e.g.* grupo de *Polypodium dulce*).

Palabras clave: filogenia, helechos, ornamentación de la espora, Oleandra, Polypodiaceae.

# MORPHOLOGICAL CHARACTERS IN POLYPODIACEAE SPORES AND THEIR APPLICATION IN PHYLOGENETIC RECONSTRUCTION

#### Abstract

During the performance of a preliminary phyogenetic study of *Pecluma* M.G. Price (Polypodiaceae), eight genera of the family were studied, as well as *Oleandra* Cav. (Oleandraceae), which was an element of the outgroup. The morphology of the spores was studied, because it is a phylogeneticaly unexplored information source. It was observed using high vacuum scanning electron microscopy. Three spore characters were studied: "chlorophyllous spores", "shape" and "ornamentation". The distribution of the spore characters on the strict consensus cladogram shows that ornamentation tends to be constant within genera, and it allows the recognition of intergeneric differences. Thus, the studied characters could be a useful source to precise the genera or species complexes that present a conflictive taxonomic situation within the family (*v.a. Polypodium dulce* group).

**Key words:** phylogeny, ferns, spore ornamentation, *Oleandra*, Polypodiaceae.

### INTRODUCCIÓN

a palinología es una herramienta de importancia destacada en el estudio de la flora vascular, tanto por ser una fuente de información para estudios aportes al conocimiento de los paleoambientes. Los helechos, como elementos constituyentes de la flora desde hace *ca.* 345 millones de años, han dejado su

FR: 12-IV-2011. FA: 12-II-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Universidad de Caldas, Departamento de Ciencias Biológicas, Manizales, Colombia. luz.triana@ucaldas.edu.co

huella palinológica en el ambiente de manera tan trascendental, que han sido un elemento clave para explicar la repoblación de la tierra después de la gran extinción ocurrida hace 65 millones de años (MORAN, 1994; 2004).

Aunque la mayoría de los esfuerzos de la palinología se han centrado en la flora fanerogámica, los helechos también se han estudiado desde esta perspectiva. Para estas plantas se han generado contribuciones extensas y rigurosas (KREMP & KAWASAKI, 1972; TRYON & LUGARDON, 1991) que han contribuido a la delimitación taxonómica de los géneros y familias, al proporcionar nueva información micromorfológica.

La información que proveen las esporas ha sido aprovechada para la reconstrucción filogenética de helechos en diferentes categorías taxonómicas, como las familias Marsileaceae (SCHNEIDER & PRYER, 2002), Selaginellaceae (KORALL & TAYLOR, 2006) y Lindsaeaceae (LEHTONEN et al., 2010), y para géneros como *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae) (MORAN et al., 2007) y *Lomariopsis* (Lomariopsidaceae) (ROUHAN et al., 2007), y varias Polypodiaceae grammitidoides como *Lellingeria, Melpomene* y *Terpsichore* (Polypodiaceae) (LABIAK et al., 2010a; SUNDUE, 2010; SUNDUE et al., 2010), *Leucothrichum* (LABIAK et al., 2010b) y *Moranopteris* (Polypodiaceae) (HIRAI et al., 2011).

Polypodiaceae (*sensu* SMITH *et al.*, 2006) es una de las familias de helechos más diversas, tanto taxonómica como morfológicamente. Sus estudios palinológicos han abarcado intereses variados, como la descripción de la morfología de la espora en algunos géneros (GIUDICE *et al.*, 2004; RAMOS-GIACOSA *et al.*, 2007), o la identificación de patrones de desarrollo y evolución de la pared de la espora (VAN UFFELEN, 1997). De igual manera, la familia ha sido objeto de estudio para poner a prueba diferentes metodologías de observación palinológica, y determinar sus ventajas y alcances (VAN UFFELEN, 2000).

Desde el punto de vista sistemático, los grupos altamente diversos como Polypodiaceae, suelen presentar problemas de resolución en las relaciones de parentesco entre algunos de sus elementos. Esta situación induce a la exploración de fuentes de información poco utilizadas filogenéticamente. En este caso se propone estudiar la morfología de las esporas, porque éstas han sido escasamente aprovechadas como fuente de información filogenética en las Polypodiaceae no grammitidoides, a pesar de que se han identificado caracteres que definen claramente algunos géneros, y de los que se presume que podrían ser sus sinapomorfías (GIUDICE *et al.*, 2004). Aún son incipientes los estudios filogenéticos que involucran caracteres de la espora para las Polypodiaceae no grammitidoides; en el neotrópico se conoce el análisis del complejo mesoamericano de *Polypodium plesiosorum* (TEJERO-DÍEZ, 2005).

En el marco del análisis filogenético preliminar de *Pecluma* M.G. Price (TRIANA-MORENO, 2009), se propuso estudiar la micromorfología de las esporas de éste y otros géneros allegados, con el propósito de explorar su capacidad de resolución filogenética.

# METODOLOGÍA

Se estudiaron esporas de los géneros *Campyloneurum*, *Melpomene*, *Microgramma*, *Pecluma*, *Phlebodium*, *Pleopeltis*, *Polypodium* y *Terpsichore*. Se tomó el género *Oleandra* (Oleandraceae) como el elemento más externo del *outgroup*, pues es el género neotropical más cercanamente relacionado con Polypodiaceae (SMITH *et al.*, 2006).

Las esporas estudiadas fueron tomadas de ejemplares de herbario y se observaron con microscopía electrónica de barrido (MEB). Las esporas clorofílicas fueron tratadas previamente con una solución de CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> 3% al calor por dos minutos, lavadas, deshidratadas y suspendidas en etanol 96% (GIUDICE *et al.*, 2004; RAMOS-GIACOSA *et al.*, 2007); para su observación se depositaron directamente sobre los *stubs*. Las esporas preservadas en seco fueron montadas en cintas de carbono o en cintas doble faz, se metalizaron con oro-paladio, y se fotografiaron en alto vacío.

Los caracteres y estados de carácter estudiados son: "esporas clorofílicas" (si / no), "forma de las esporas" (Fig. 1) (elipsoide / globosa / tetraédrica) y "ornamentación de la espora" (Fig. 1) (coliculada / tuberculada / verrugosa / retiado-perforada / papilada). Esta información fue codificada y analizada por TRIANA-MORENO (2009), junto con 46 caracteres más, en su mayoría vegetativos. La terminología palinológica corresponde a la propuesta por LELLINGER & TAYLOR (1997) y por LELLINGER (2002).

Para interpretar el comportamiento de los caracteres de las esporas se mapeó la distribución de dichos caracteres en el árbol de consenso estricto obtenido por TRIANA-MORENO (2009). Este análisis filogenético se logró por medio de una búsqueda heurística ejecutada por NONA ver. 2.0 (GOLOBOFF, 1993) a través de ASADO ver. 1,50 (NIXON, 2004). Para el cálculo de los índices de Soporte de Bremer (SB) se usó el programa Paup\* ver. 4.0b10 para Macintosh (SWOFFORD, 2002).

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis cladístico desarrollado por TRIANA-MORENO (2009) produjo dos árboles más parsimoniosos (L=181, IC=0.35, IR=0.69). Al mapear la distribución de los caracteres de las esporas en el cladograma de consenso estricto (Fig. 2) es posible observar que la ornamentación tiende a ser constante dentro géneros, pero permite establecer diferencias intergenéricas. La monofilia de Polypodiaceae aparece sustentada por la diferenciación en la ornamentación de la espora, la cual deja de presentar una perispora gruesa que forma grandes crestas, como ocurre en *Oleandra* (Fig. 1d), y en cambio empieza a manifestar novedades evolutivas que contribuyen a definir algunos géneros. Es así como en el nodo 3 aparece la ornamentación verrugosa, característica de *Microgramma y Campyloneurum*. La ornamentación tuberculada identifica a *Phlebodium* (nodo 8), mientras que la papilada aparece en los helechos grammitidoides, *Melpomene y Terpsichore* (nodo 10), que aparecen anidados en los polypodioides, confirmando la posición filogenética y la clasificación propuesta por SMITH *et al.* (2006).

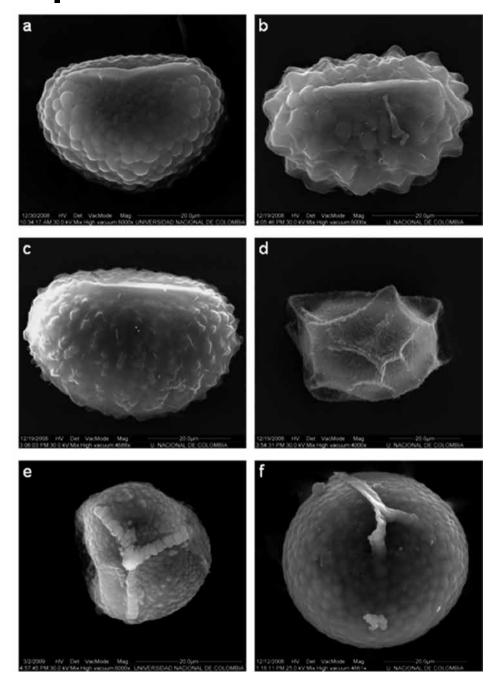
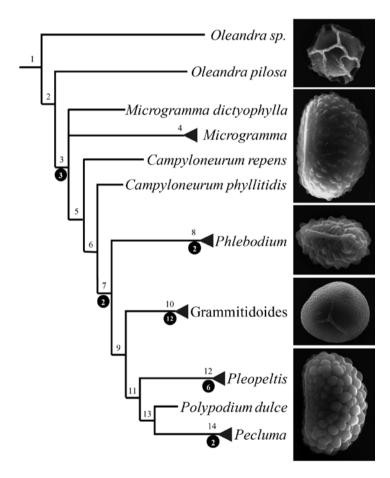


Figura 1. Forma y ornamentación de las esporas. a. Ornamentación coliculada (*Pecluma hygrometrica* (Splitg.) M.G. Price). b. Ornamentación tuberculada (*Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger). c. Ornamentación verrugosa (*Microgramma lycopodioides* (L.) Copel.). d. Ornamentación retiado-perforada (*Oleandra pilosa* Hook.). Todas las anteriores tienen forma elipsoide. e. Ornamentación papilada y forma tetraédrica (*Melpomene flabelliformis* (Poir.) A.R. Sm. & R.C. Moran, vista polar). f. Forma globosa (*Pecluma dispersa* (A.M. Evans) M.G. Price).

Más adelante, en el nodo 11, aparece la ornamentación coliculada, relacionando a los elementos de *Pleopeltis, Polypodium* y *Pecluma*; por presentar el mismo tipo de ornamentación, TRYON & LUGARDON (1991) opinaron que la evidencia palinológica era argumento suficiente para mantener a estos tres géneros dentro de *Polypodium*, en donde estuvieron circunscritos años atrás, a pesar de que presentan diferencias macromorfológicas que sustentan su categoría de género. Posteriormente, GIUDICE *et al.* (2004) advirtieron la escasa utilización de los caracteres de la espora para establecer relaciones filogenéticas en Polypodiaceae, pese a su significancia, pues muestran que, aunque los caracteres de la espora pueden resultar conservativos dentro de los géneros, contribuyen a diferenciar tanto complejos de especies como a los géneros entre sí, como lo verifican los resultados de este estudio.



**Figura 2.** Relaciones intergenéricas y distribución de los caracteres morfológicos de las esporas en el árbol de consenso estricto. Los números sobre las ramas indican la numeración de nodos. Los números en círculos negros indican los valores de Soporte de Bremer (SB) para el clado generado en el nodo correspondiente.

Acerca de los demás caracteres, las esporas grammitidoides son clorofílicas y tetraédricas, mientras que las demás son amarillentas y elipsoides, excepto en *Pecluma dispersa*, donde son globosas (Fig. 1f), lo cual se asocia a su particular ciclo de vida apogámico ameiótico, en el cual se generan 32 diplosporas viables por esporangio, mientras que en otras especies del género, con un ciclo sexual normal, cada esporangio contiene 64 esporas (EVANS, 1968).

Aunque los caracteres observados contribuyeron a resolver relaciones intergenéricas, conviene verificar si la codificación de caracteres más finos, como algunas inclusiones esféricas o glomérulos intercalados con la ornamentación gruesa, podría aportar resolución a nivel intragenérico. De igual manera, es importante extender la observación de estos caracteres, en un contexto filogenético, hacia aquellos complejos de especies o géneros de la familia que se encuentran en una situación taxonómica imprecisa, como sucede, por ejemplo, con el "grupo de *Polypodium dulce*" (MORAN, 1995; TRIANA-MORENO, 2009), para el cual aún son escasos los argumentos que contribuyan a definir su situación, debido a que los estudios que lo incluyen no abarcan todo el complejo ni consideran detalles tan minuciosos como los estudiados aquí. Al respecto, TRIANA-MORENO (2009) considera que, si bien se verifica una relación cercana entre *Pecluma* y el "grupo de *Polypodium dulce*", la escasa representatividad de dicho grupo en el estudio no permite aseverar que sea monofilético, ni expresar con certeza su parentesco con *Pecluma*, su aparente grupo hermano.

# **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional de Colombia, a través de la Dirección de Investigación, sede Bogotá (proyecto DIB-8003162 y plan de acción COL0044434), y del departamento de Biología, la Facultad de Ciencias y la Dirección de Bienestar de la sede Bogotá. Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia por la infraestructura puesta a disposición de esta investigación: el Herbario Nacional Colombiano (COL), el laboratorio de investigación en Fisiología y Bioquímica Vegetal del Departamento de Biología, y el laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido. A los herbarios COL y NY, que permitieron la toma de esporas de sus especímenes. A Jefferson Prado por su valiosa orientación. A Kevin Nixon por autorizarme para usar su programa ASADO, a Gabriela Giudice por su orientación metodológica para el estudio de las esporas. A Robbin Moran y George Yatskievych, quienes me proporcionaron valioso material bibliográfico. A Julián Mostacero por sus acertados aportes para mejorar este documento.

### BIBLIOGRAFÍA

EVANS, A.M. 1968. - Interspecific relationships in the *Polypodium pectinatum-plumula* complex. Annals of the Missouri Botanical Garden 55:193-293.

GIUDICE, G. E., M. A. MORBELLI, M. R. PIÑEIRO, M. COPELLO & G. ERRA. 2004. - Spore morphology of the Polypodiaceae from northwestern Argentina. *American Fern Journal* 94: 9-27.

GOLOBOFF, P. A. 1993. - NONA. Noname (a bastard son of Pee-Wee) ver. 2.0 (for Windows). Programa y documentación distribuidos por el autor. Fundación e Instituto Miguel Lilló, Tucumán.

HIRAI, R. Y., G. ROUHAN, P. H. LABIAK, T. A. RANKER & J. PRADO. 2011. - Moranopteris: A new Neotropical genus of grammitid ferns (Polypodiaceae) segregated from Asian Micropolypodium. Taxon 60(4): 1123-1137.

- KREMP, G. O. W. & T. KAWASAKI. 1972. The spores of the pteridophytes. Hirokawa Publishing Company, Tokio.
- KORALL, P. & W. A. TAYLOR. 2006. Megaspore morphology in the Selaginellaceae in a phylogenetic context: A study of the megaspore surface and wall structure using scanning electron microscopy. Grana 45: 22-60.
- LABIAK, P. H., M. SUNDUE & G. ROUHAN. 2010a. Molecular phylogeny, character evolution, and biogeography of the grammitid fern genus *Lellingeria* (Polypodiaceae). American Journal of Botany 97(8): 1354–1364.
- LABIAK, P. H., G. ROUHAN & M. SUNDUE. 2010b. Phylogeny and taxonomy of *Leucotrichum* (Polypodiaceae): A new genus of grammitid ferns from the Neotropics. Taxon 59(3): 911-921.
- LEHTONEN, S., H. TUOMISTO, G. ROUHAN & M. J. M. CHRISTENHUSZ. 2010. Phylogenetics and classification of the pantropical fern family Lindsaeaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 163: 305-359.
- LELLINGER, D. B. 2002. A modern multilingual glossary for taxonomic pteridology. Pteridologia 3: 1-263. LELLINGER, D. B. & W. C. TAYLOR. 1997. Classification of spore ornamentation in the pteridophyta. pp. 33-42. En: JOHNS, R. J. (Ed.), Holtum: memorial volume. Royal Botanic Gardens. Kew.
- MORAN, R. C. 1994. The fern spike. *Fiddlehead Forum* 21(3): 32–33.
- MORAN, R. C. 1995. *Polypodium*. En: G. DAVIDSE, M. SOUZA & S. KNAPP (Eds.), Flora Mesoamericana 1: 349-365. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México D.F.
- MORAN, R. C. 2004. A Natural History of Ferns. Timber Press, Portland.
- MORAN, R. C., J. G. HANKS & G. ROUHAN. 2007. Spore morphology in relation to phylogeny in the fern genus *Elaphoglossum* (Dryopteridaceae). International Journal of Plant Sciences 168(6):905–929.
- NIXÓN, K. 2004. ÁSADO ver. 1.5. Programa y documentación distribuidos por el autor. Cornell University, Ithaca, Nueva York.
- RAMOS-GIACOSA, J. P., M. A.MORBELLI & G. E. GIUDICE. 2007. Morphology and ultrastructure of the spores of the Grammitidaceae from Argentina. *Review of Paleobotany and Palynology* 143: 155–166.
- ROUHAN, G., J. G. HANKS, D. McCLELLAND & R. C. MORAN. 2007. Preliminary phylogenetic analysis of the fern genus *Lomariopsis* (Lomariopsidaceae). Brittona 59(2): 115-128.
- SCHNEIDER, H. & K. M. PRYER. 2002. Structure and function of spores in the aquatic heterosporous fern family Marsileaceae. International Journal of Plant Sciences 163(4):485–505.
- SMITH, A. R., K. M. PRYER, E. SCHUETTPELZ, P. KORALL, H. SCHNEIDER & P. G. WOLF. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705-731.
- SUNDUE, M. A. 2010. A morphological cladistic analysis of *Terpsichore* (Polypodiaceae). Systematic Botany 35(4): 716-729.
- SUNDUE, M. A., M. B. ISLAM & T. A. RANKER. 2010. Systematics of Grammitid ferns (Polypodiaceae): using morphology and plastid sequence data to resolve the circumscriptions of *Melpomene* and the polyphyletic genera *Lellingeria* and *Terpsichore*. Systematic Botany 35(4): 701-715.
- SWOFFORD, D. L. 2002. Paup\* Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods). Versión 4.0b10 para Macintosh. Sinauer, Sunderland.
- TEJERO-DÍEŽ, J. D. 2005. Revisión taxonómica del complejo *Polypodium plesiosorum* Kunze (Polypodiaceae, Polypodiophyta). Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México.
- TRIANA-MORENO, L. A. 2009. El género *Pecluma* (Polypodiaceae) en Colombia. Aproximación filogenética y revisión taxonómica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- TRYON, A. F. & B. LUGARDON. 1991. Spores of the pteridophyta: surface, wall structure, and diversity based on electron microscope studies. Springer Verlaag, Nueva York.
- VAN UFFELEN, G. A. 1997. The spore wall in Polypodiaceae: Development and evolution. Pp. 95-117. En: JOHNS, R. J. (Ed.) Holttum Memorial Volume. Royal Botanic Gardens, Kew.
- VAN UFFELEN, G. A. 2000. Studying spores of the Polypodiaceae: A comparison of SEM with other microscope techniques. pp. 125-131. En: HARLEY, M. M., C. M. MORTON & S. BLACKMORE (Eds.) Pollen and spores: Morphology and biology. Royal Botanic Gardens, Kew.

# DESARROLLO DEL ESPORANGIO EN *Pecluma eurybasis* var. *villosa* (POLYPODIACEAE)\*

Luz Amparo Triana-Moreno<sup>1</sup>

#### Resumen

Con el propósito de explorar caracteres micromorfológicos en *Pecluma eurybasis* var. *villosa* (Polypodiaceae) se observó el desarrollo del esporangio y de sus estructuras acompañantes, haciendo uso de las técnicas de microscopía óptica (MO) y microscopía electrónica de transmisión (MET). Se identificó la formación de un tapete uniestratificado y de parafisos obtusos no claviformes como caracteres potencialmente importantes en la sistemática del género.

Palabras clave: esporangio, microscopía electrónica de transmisión (MET), microscopía óptica (MO), *Pecluma*, Polypodiaceae.

# SPORANGIUM DEVELOPMENT IN *Pecluma eurybasis* var. *villosa* (POLYPODIACEAE)

#### Abstract

In order to explore micromorphologic characters in *Pecluma eurybasis* var. *villosa* (Polypodiaceae), the sporangium development and its accompanying structures were observed, using optical microscopy (OM) and transmission electron microscopy (TEM). The formation of a tapetum with a single layer of cells and non-clavate paraphyses with obtuse tips were identified as potentially important characters in the systematics of the genus.

**Key words:** sporangium, transmission electron microscopy (TEM), optical microscopy (OM), *Pecluma*, Polypodiaceae.

### INTRODUCCIÓN

as técnicas de microscopía electrónica de transmisión (MET) han sido aplicadas exitosamente en el estudio de varios aspectos de la biología de los helechos, como el desarrollo de tejidos (EVERT *et al.*, 1989), el desarrollo del gametofito (MAKGOMOL & SHEFFIELD, 2001), la morfogénesis del esporofito, tanto de estructuras vegetativas (APOSTOLAKOS & GALATIS, 1999) como reproductivas (BILDERBACK, 1978), la asociación con micorrizas (SCHMID & OBERWINKLER, 1995) y la palinología (GIUDICE *et al.*, 2000), estudios en los que la información obtenida resulta novedosa y útil, ya que ponen de manifiesto el alto potencial de resolución de conflictos de diversa índole por la aplicación de esta técnica, entre ellos, posibles problemas taxonómicos y sistemáticos.

<sup>\*</sup> FR: 12-IV-2011. FA: 14-III-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Universidad de Caldas, Departamento de Ciencias Biológicas, Manizales, Colombia. luz.triana@ucaldas.edu.co

El género *Pecluma* M.G Price (Polypodiaceae) está compuesto por 37 especies exclusivamente neotropicales, de las cuales 17 están presentes en Colombia (TRIANA-MORENO, 2009; 2011). En trabajos clásicos sus especies se encontraban circunscritas dentro del género *Polypodium*, conformando el complejo *pectinatum-plumula*, ampliamente revisado por EVANS (1968), quien, entre otros aspectos, exploró la morfología externa y algunos caracteres micromorfológicos de las especies. El género presenta una combinación de caracteres que lo diferencian fácilmente de los demás géneros de la familia, sin embargo, su posición sistemática es poco precisa (HENNIPMAN *et al.*, 1990) y las relaciones interespecíficas sólo han sido establecidas de manera preliminar con base en caracteres morfológicos externos del esporofito de las especies que crecen en Colombia (TRIANA-MORENO, 2009).

Las especies de *Pecluma* son plantas generalmente epífitas o rupícolas, con frondas pectinadas, rizomas escamosos y soros en posición abaxial, redondos y sin indusio, conformados por esporangios de tipo polipodiáceo, caracteres por los cuales suele confundirse con los helechos grammitidoides; WILSON (1959a) estableció que, una diferencia fundamental entre estas dos entidades radica en la presencia de dos filas de células en los pedicelos de los esporangios de *Pecluma*, mientras que los esporangios de los helechos grammitidoides presentan pedicelos uniseriados; otros caracteres sorales que contribuyen a la diferenciación del género *Pecluma* son la presencia de parafisos receptaculares claviformes y de esporas elipsoides, monoletes, blanquecinas o amarillas.

*Pecluma eurybasis* (C. Chr.) M.G. Price es una especie muy variable morfológicamente, pues en ella es posible encontrar diferencias en la densidad del indumento y en algunos aspectos de la arquitectura foliar, como la margen y la venación, así como la forma, la disposición y el número de pinnas. Esta variabilidad ha derivado en la descripción de taxones infraespecíficos, de modo tal que la especie actualmente cuenta con tres variedades ampliamente distribuidas, entre ellas *P. eurybasis* var. *villosa* (A.M. Evans) Lellinger, que se caracteriza por presentar lámina glabra, raquis cubierto con pelos simples, y segmentos crenados con ápice agudo.

Pecluma eurybasis var. villosa es muy similar a P. perpinnata M. Kessler & A.R. Sm., que se distribuye en Bolivia (KESSLER & SMITH, 2005). También se asemeja a P. paradiseae (Langsd. & Fisch.) M.G. Price, a P. robusta (Fée) M. Kessler & A.R. Sm. y a P. divaricata (E. Fourn) Mickel & Beitel. P. paradiseae se diferencia por la abundante pubescencia de la lámina, P. robusta por la presencia de pelos circunsorales y abundantes pelos ctenoides en el raquis, y P. divaricata se diferencia porque sus láminas nunca tienen margen crenada (TRIANA-MORENO, 2009).

En un análisis filogenético preliminar para *Pecluma*, basado en caracteres morfológicos de las 17 especies colombianas (TRIANA-MORENO, 2009), se encontró un parentesco cercano entre P. *eurybasis* var. *villosa* y *P. curvans* (Mett.) M.G. Price; no obstante, esta relación está definida por caracteres homoplásicos, y obtuvo un bajo valor de soporte.

Debido a que se requiere mejorar la resolución en la sistemática del género por medio de la inclusión de las especies restantes y de caracteres adicionales, se desarrolló este estudio con el propósito de explorar caracteres micromorfológicos, no convencionales en el género *Pecluma*, para aportar información adicional que en

el futuro contribuya a aclarar las diferencias con los grupos afines y a establecer la relaciones filogenéticas intra e intergenéricas.

# **MÉTODOS**

Un ejemplar de *Pecluma eurybasis* var. *villosa* fue colectado en el cerro de Monserrate, en los alrededores de Bogotá a 3100 m de altitud, bajo el número *Triana-Moreno 247*, depositado en el Herbario Nacional Colombiano (COL). En este espécimen se seleccionaron soros en diferentes estados de desarrollo, los cuales se trataron tomando como base el protocolo de fijación descrito por ROMERO DE PÉREZ (2003); inicialmente el material fresco fue fijado al vacío en glutaraldehído al 2.5% en amortiguador de Millonig pH 7.2; posteriormente fue lavado en amortiguador y postfijado con tetróxido de osmio al 1%; seguido de un lavado en la misma solución amortiguadora, deshidratado en concentraciones ascendentes de etanol y preembebido en una mezcla de epón-araldita-óxido de propileno; finalmente fue embebido en una mezcla de epón-araldita y polimerizado a 60°C durante 48 horas.

Las secciones semifinas de *ca.* 0.2 µm fueron cortadas en un ultramicrótomo, y se colorearon con azul de toluidina; estas secciones se observaron y se fotografiaron con un aumento de 200X, 400X Y 1000X en un microscopio óptico. Se identificaron y se describieron algunas etapas del desarrollo de los esporangios según la secuencia ontogenética descrita por WILSON (1958).

### **RESULTADOS**

Los soros de *P. eurybasis* var. *villosa* presentan un desarrollo mixto de los esporangios, es decir, en un soro se encuentran esporangios en diferentes etapas de desarrollo. En la primera etapa de formación de los esporangios, una célula del receptáculo se segmenta por la formación de una pared inclinada (Fig. 1, A) y por la formación de una pared transversal (Fig. 1, B); estas divisiones dan lugar a la polarización del primordio del esporangio, en el cual es posible reconocer el "segmento 0", que corresponde a la célula basal, y la resultante en la porción distal será la "célula madre", a partir de la cual las siguientes divisiones dan lugar a los segmentos capsulares; el "segmento I" ocurre por la formación de una pared oblicua (Fig. 1, C) y el "segmento II" por la formación de otra pared casi perpendicular a la anterior (Fig. 1, D). En esta etapa la célula madre ocupa la posición apical del primordio esporangial y tiene forma convexa (Fig. 1, m); dos nuevas divisiones en ella dan lugar a la formación del "segmento III" y del "segmento IV", con lo cual la célula madre queda encerrada por sus células hijas.

El desarrollo del esporangio continúa con nuevas divisiones de las células del segmento I para formar el pedicelo, de los segmentos II, III y IV para formar la cápsula esporangial y las células de anillo (Fig. 2), y de la célula madre para formar el tapete uniestratificado que reviste internamente la cápsula y que rodea la célula esporógena; esta relación estrecha entre las células de la cápsula, el tapete y las esporas en formación se observa en la Fig. 3.

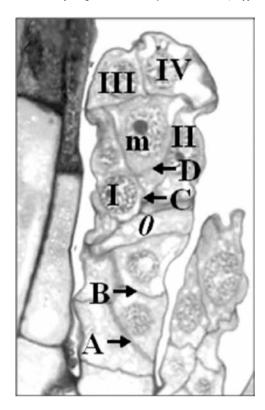
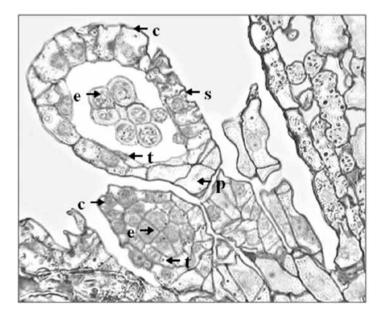


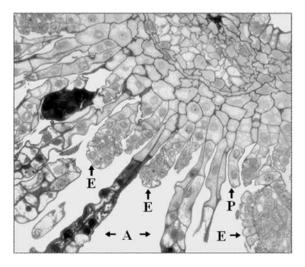
Figura 1. Formación de los segmentos capsulares. 400X.



**Figura 2.** Diferenciación del pedicelo (p), la cápsula (c), las región estomial (s) y el tapete (t), e inicio de la formación de esporas (e). 400X.

**Figura 3.** Observación de las células de la cápsula (c), el tapete uniestratificado (t) y las esporas en formación (e). 1000X.

Antes del engrosamiento diferencial característico del anillo es posible reconocer la región estomial por la presencia de un continuo de células más pequeñas. Los esporangios fértiles se encuentran en ocasiones entremezclados con esporangios abortados y con parafisos uniseriados de ápice obtuso, formados a partir de divisiones transversales (Fig. 4).



**Figura 4.** Esporangios fértiles en diferentes etapas de desarrollo (E), entremezclados con esporangios abortados (A) y con parafisos uniseriados de ápice obtuso (P). 200X.

# DISCUSIÓN

WILSON (1959b) enfatiza en la importancia taxonómica del pedicelo formado por dos filas de células para reconocer a la familia Polypodiaceae; en particular, establece esta diferencia por la comparación de dos especies de *Pecluma* con una especie grammitidoide (WILSON, 1959a), en lo cual EVANS (1968) y PRICE (1983) se apoyan para establecer los caracteres distintivos del género. Los resultados obtenidos por TRIANA-MORENO (2009) son coherentes con lo anterior, al sustentar la monofilia de las especies grammitidoides incluidas en su estudio por medio del número de filas de células del pedicelo esporangial, entre otros caracteres.

Si bien las células del anillo en esporangios polipodiáceos no adquieren el característico engrosamiento diferencial de sus paredes sino hasta cuando las esporas han alcanzado su madurez (WILSON, 1958), en los esporangios en formación de *P. eurybasis* var. *villosa* es fácil reconocer la región estomial por la presencia de células de menor tamaño.

Según EVANS (1968), *Pecluma eurybasis* var. *villosa* presenta parafisos claviformes, sin embargo, en este estudio se encontró que los parafisos no presentan el engrosamiento apical de una estructura estrictamente claviforme, a pesar de presentar ápice obtuso. Este carácter merece estudiarse con mayor atención, a fin de verificar si el tipo de ápice de los parafisos contribuiría a sustentar relaciones evolutivas dentro del género.

La formación de los segmentos 0 a IV en las etapas iniciales del desarrollo esporangial de P. eurybasis var. villosa concuerda con el esquema presentado por WILSON (1958) para el género Phlebodium, excepto en la formación de un tapete uniestratificado en Pecluma. De este modo, el número de estratos celulares que conforman el tapete se perfila como un carácter potencialmente informativo, que contribuiría a esclarecer relaciones intergenéricas en posteriores análisis filogenéticos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Gloria Romero de Pérez, por brindar la orientación necesaria con respecto a las técnicas de microscopía, y por facilitar el acceso a los laboratorios de Microscopía Electrónica de Transmisión y de Microscopía Óptica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. A José Murillo por su asesoría en materia pteridológica. A Simón Vieira por la edición de las imágenes. A Aniceto Mendoza por sus acertados comentarios para mejorar el manuscrito.

### BIBLIOGRAFÍA

APOSTOLAKOS, P. & B. GALATIS. 1999. - Microtubule and actin filament organization during stomatal morphogenesis in the fern *Asplenium nidus*. II. Guard cells. New Phytologist 141: 209-223.

BILDERBACK, D.E. 1978. - The ultrastructure of the developing sorophore of *Marsilea vestita*. American Journal of Botany 65: 638-645.

EVANS, A.M. 1968. - Interspecific relationships in the *Polypodium pectinatum-plumula* complex. Annals of the Missouri Botanical Garden 55: 193-293.

GIUDICE, G.E., M.A. MORBELLI & M.R. PIÑEIRO. 2000. - Palinological analysis of *Doryopteris* species (Pteridaceae/Pteridophyta) from north-west Argentina. Grana 39: 279-287.

HENNIPMAN, E., P. VELDHOEN, K.U. KRAMER & M.G. PRICE. 1990. - Polypodiaceae. pp. 203-230. En: KRAMER, K.U. & P.S. GREEN (Eds. vol.) Pteridophytes and Gymnosperms. En: KUBITZKI, K. (Ed. gral.) The families and genera of vascular plants. Vol 1. Springer-Verlag. Berlín.

KESSLER, M. & A.R. SMITH. 2005. - Seven new species, 13 new combinations, and one new name of Polypodiaceae from Bolivia. Candollea 60: 271-288.

MAKGOMOL, K. & E. SHEFFIELD. 2001. - Gametophyte morphology and ultrastructure of the extremely deep shade fern, *Trichomanes speciosum*. New Phytologist 151: 243-255.

PRICE, M.G. 1983. - Pecluma, a new tropical American fern genus. American Fern Journal 73:109-116.

ROMERO DE PÉREZ, G. 2003. - Microscopía electrónica de transmisión (MET) área biomédica: teoría y práctica. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Colección Julio Carrizosa Valenzuela Nº 12. Bogotá.

SCHMID, E. & F. OBERWINKLER. 1995. - A light- and electron-microscopic study on a vesicular-arbuscular host-fungus interaction in gametophytes and young sporophytes of the Gleicheniaceae (Filicales). New Phytologist 129: 317-324.

TRIANA-MORENO, L.A. 2009. - El género *Pecluma* (Polypodiaceae) en Colombia. Aproximación filogenética y revisión taxonómica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

TRIANA-MORENO, L.A. 2011. - Novedades en *Pecluma* (Polypodiaceae). Brittonia 63: 62-65.

WILSON, K.A. 1958. - Ontogeny of the sporangium of *Phlebodium (Polypodium) aureum*. American Journal of Botany 45: 483-491.

WILSON, K.A. 1959a. - The sporangia of three problematic species of *Polypodium*. American Fern Journal 49:147-151.

WILSON, K.A. 1959b. - Sporangia of the fern genera allied with *Polypodium* and *Vittaria*. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 185: 97-127.

# CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS

CONSERVATION AND BIODIVERSITY
IN AGROECOSYSTEMS



# EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN SOLANUM TUBEROSUM (SOLANALES: SOLANACEAE) CON SISTEMAS DE LABRANZA TRADICIONAL Y MÍNIMA

Bibiana Botina G., Angel Velásquez I., Tito Bacca, Jesús Castillo F., Lucimar G. Dias, 3

#### Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la diversidad, abundancia y biomasa de la macrofauna en cuatro diferentes usos del suelo; cultivo de papa con labranza mínima, cultivo de papa con labranza tradicional, suelo desnudo y una pradera de kikuyo. Para evaluar la fauna fue utilizada la metodologia del programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF). La macrofauna del suelo fue identificada hasta nivel de orden y familia. La mayor abundancia y diversidad de macroinvertebrados fue encontrada en el suelo desnudo y con pradera en comparación los demás tratamientos. En los suelos sometidos a labranza sobresalió la presencia de chisas (Scarabaeidae) y ácaros (Oribatida), organismos característicos en estos sistemas. Las lombrices de tierra (Haplotaxida) representaron la mayor biomasa y abundancia en los suelos menos perturbados, reafirmando su potencial como bioindicadores de la calidad del suelo para agroecosistemas estudiados. El tipo y uso de labranza son factores determinantes en biodiversidad de la macrofauna del suelo, debido a que pueden favorecer o afectar su establecimiento y desarrollo.

Palabras claves: cultivo de papa, biota edáfica, laboreo del suelo, biodiversidad.

# EVALUATION OF SOIL MACROFAUNA IN SOLANUM TUBEROSUM (SOLANALES: SOLANACEAE) WITH TRADITIONAL AND MINIMUM TILLAGE SYSTEMS

#### Abstract

The objective of this investigation was to evaluate the diversity, abundance, and biomass of soil macrofauna in four soil uses: potato crops with minimum tillage, potato crops with traditional tillage, bare soil, and a kikuyu turfgrass. The methodology from the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) program was used to evaluate the fauna. Soil macrofauna was identified to order and family level. The greatest abundance and diversity of macroinvertebrates was found with bare soil and turfgrass, compared with the other treatments. There was a noteworthy presence of scarab grubs (Scarabeidae) and mites (Oribatida) in tillage soils, which are characteristic organisms of these systems. Earthworms (Haplotaxida) represented the highest biomass and abundance in less intervened soils, reaffirming the potential of these organisms as soil quality bioindicators of the studied agro ecosystems. Tillage type and use are determining factors in macrofauna biodiversity in soil, because it can benefit or affect their establishment and development.

**Keywords:** potato crop, edaphic biota, soil laboring, biodiversity

<sup>\*</sup> FR: 11-VII-2011. FA: 25-VIII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ingenieros Agrónomos. Egresados de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. E-mail; elizabethbibiana@gmail.com; v.carlosangel@yahoo.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. E-mail; titobacca@gmail.com; jacf1995@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de investigación GEBIOME, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail; lucimar.dias@ucaldas.edu.co

# INTRODUCCION

os organismos del suelo están compuestos por numerosas especies que ocupan un amplio rango de nichos ecológicos y son representativas en diferentes sistemas edáficos (REMY & DAINAR, 1982). La estructura de la comunidad edáfica tradicionalmente ha sido impactada por las prácticas agronómicas, tanto en términos de abundancia, riqueza y el rol que desempeñan (CASTIGLIONI, 1997). Por esta razón, la diversidad, abundancia y biomasa son considerados valiosos indicadores de los procesos de degradación en los suelos agrícolas (LINDEN *et al.*, 1994; LAVELLE *et al.*, 1997).

La labranza es uno de los factores perturbadores de la vida del suelo y existen algunos interrogantes acerca de la respuesta de los organismos frente a tal disturbio. Sin embargo, en forma general se conoce que las prácticas de manejo de suelo y los diferentes tipos de labranza afectan la estructura del mismo y consecuentemente las poblaciones de la macrofauna edáfica (WARDLE, 1995; FILSER *et al.*, 1995; LAL 1998; MARÍN & FEIJOO, 2005). De la misma forma, se conoce que la agricultura intensiva, monocultivos y aplicación de agroquímicos promueven la reducción de la macrofauna del suelo, en este sentido, la labranza cero minimiza el impacto sobre la abundancia y biodiversidad de macroinvertebrados del suelo, en comparación con la labranza convencional (BRÉVAULT *et al.*, 2007).

La disminución de la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica ocasionada por la labranza, ha generado inquietudes que han estimulado el desarrollo de investigaciones respecto al impacto de los diferentes tipos de labranza sobre la biota del suelo. Un claro ejemplo está descrito por ARROYO & ITURRONDOBEITIA (2006), quienes evaluaron la diversidad de artrópodos en bosques y diferentes agroecosistemas, encontrando valores altos de riqueza de especies en zonas de bosque, en contraste, con los agroecosistemas que estaban recibiendo fertilización y manejo general del cultivo.

En cultivos de papa, el efecto de la labranza sobre la macrofauna del suelo ha sido poco estudiada, por tal razón, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de los sistemas de labranza tradicional y mínima en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* sobre la diversidad, abundancia y biomasa de la macrofauna.

# MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Experimental Obonuco, ubicado en el municipio de Pasto, departamento de Nariño, Colombia, localizado a 77°16′ W, 1°13′N a una altitud 2993 msnm y a una temperatura promedio de 12 °C. El experimento se realizó en cuatro parcelas de 66 m de largo por 18 m de ancho y distancia entre parcelas de 1,2 m. En cada parcela se evaluó el efecto de los diferentes sistemas de labranza en un suelo con el cultivo de papa: labranza tradicional (en papa), labranza mínima (en papa), suelo desnudo y una pradera de pasto kikuyo, los dos últimos utilizados como tratamientos testigos (Tabla 1).

**Tabla 1**. Tratamientos del efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la macrofauna en el suelo de un cultivo de papa comparado con el de una pradera de kikuyo y un suelo desnudo.

Sistemas de manejo del suelo	Labranza			
Labranza tradicional en papa Solanum tuberosum	Pase de arado + un pase de rastrillos			
Labranza mínima en papa Solanum tuberosum	Un pase de arado de yunta de bueyes			
Suelo desnudo	Control manual de malezas			
Pradera de kikuyo Penisetum clandestinum	Sin manejo			

El método de muestreo para la captura de los macroinvertebrados de suelo, fue el recomendado por el Programa de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical, BFST (TSBF) (ANDERSON & INGRAM, 1993). Éste se realizó durante los meses de septiembre de 2009 a enero de 2010, se hicieron diez muestreos cada diez días, que fueron distribuidos a lo largo del ciclo del cultivo de papa (5 meses).

En cada muestreo se retiraron tres monolitos de suelo de  $25 \times 25 \text{ cm}$  de área  $\times 30 \text{ cm}$  de profundidad por cada tratamiento, éste fue colocado en bolsas de plástico con su respectiva rotulación (fecha, estrato y tratamiento). La extracción de los organismos del suelo fue manual, utilizando una pinza. Para la conservación de los individuos colectados, se utilizo formol al 5% para el caso de las lombrices y alcohol al 70% para el resto de los invertebrados. Mediante observaciones realizadas al microscopio estereoscópico, los especímenes colectados fueron identificados hasta el nivel de orden y familia, utilizando las claves taxonómicas de DORESTE (1984), FAUCHALD (1977), TRIPLEHORN & JOHNSON (2004).

#### Variables Evaluadas.

**Abundancia.** En cada muestreo realizado, se estableció la abundancia de la macrofauna del suelo, calculando el número de individuos por m², de la misma manera se calculó la distribución vertical obtenida a partir de cada uno de los estratos.

**Biomasa.** En cada muestreo realizado, se estableció la biomasa, calculando los gramos de peso en fresco de los individuos por m² en cada uno de los tratamientos, mediante el uso de una balanza de precisión.

**Diversidad.** Para estimar la diversidad en cada uno de los tratamientos evaluados, se empleó el programa Past 1,38, en donde se calculo el índice de diversidad de Shannon-Wienner (H´) (MAGURRAN, 1988).

**Similitud - Índice de Morisita Horn.** Tal índice fue utilizado para analizar la similitud entre los cuatro tratamientos en función de la composición de la macrofauna del suelo (MAGURRAN, 1988).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Abundancia

Se colectaron un total 15424 individuos de los cuales el 65% fueron encontrados en la pradera de kikuvo, el 15% en un suelo desnudo, el 10% en labranza tradicional y 10% en labranza mínima (Tabla 2). La mayor abundancia encontrada pradera de kikuyo, posiblemente está relacionada con que en dicho sistema de manejo, el suelo presenta características favorables para el establecimiento de la fauna edáfica, respecto a los sistemas con labranza tradicional y mínima. Según BRÉVAULT et al. (2007), la cobertura del suelo mejora las condiciones edáficas para los organismos de éste, protegiendo el hábitat en contra de agua y la erosión del viento, las variaciones drásticas en humedad y la temperatura, contrariamente a los impactos de la labranza convencional que reducen a la población de artrópodos benéficos. En la pradera de kikuvo y suelo desnudo sobresalieron las lombrices de tierra (Haplotaxida) con 1744 individuos/m<sup>2</sup> y 896 individuos/m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabla 2). Esta mayor abundancia, posiblemente se deba a que en estos suelos fueron los menos perturbados y esta condición favorezca el hábitat de la lombrices. comparados con los que se hizo labranza. Dichos invertebrados son denominados ingenieros del ecosistema, debido a su potencial en la dinámica del suelo, tanto en la descomposición de la materia orgánica como en el intercambio de gases y agua en el mismo (COLEMAN et al., 2004), así tales organismos pueden alterar la estructura física del suelo tanto en la porosidad y su agregación (LAVELLE & KOHLMAN, 1984).

En los sistemas de labranza tradicional y mínima en el cultivo de papa, las familias más representativas fueron Staphylinidae (Coleoptera) con 160 individuos/m² y Scarabaeidae (Coleoptera) con 208 individuos/m². La representatividad de la primera puede estar relacionada a la actividad depredadora de estos organismos y para el caso de Scarabaeidae, puede estar relacionada a su actividad rizófaga, así como fue encontrado por LIETTI *et al.* (2008), quienes evaluaron el efecto de la labranza convencional y la labranza cero en soya y maíz. Además, PEÑA *et al.*, (2003) también mencionan que los Scarabaeidae son considerados plagas en los sistemas de producción de papa en el departamento de Nariño, especialmente en los suelos que han sufrido un proceso de degradación por la pérdida de la materia orgánica, debido al exceso de laboreo del suelo. En la labranza mínima, también se encontró un alto porcentaje de individuos de diplópodos del orden Polydesmida, que abarcó un 25% de la población total, tales organismos son considerados importantes a nivel edáfico por su función de descomposición de la materia orgánica (HOUSE & STINNER, 1983).

Cabe mencionar que en el sistema de labranza tradicional, que fue uno de los tratamientos de menor abundancia en general, se encontraron altas poblaciones de orden Acarina 512 individuos/m² (33%) (Tabla 2), los cuales son capaces de adaptarse a las nuevas condiciones del suelo perturbado (CASTRO *et al.*, 2007).

**Tabla 2**. Porcentaje de la abundancia de los taxa más representativos de la macrofauna del suelo en un cultivo de papa bajo diferentes sistemas de labranza.

	SISTEMAS DE MANEJO			
TAXA	Labranza Tradicional	Labranza Mínima	Suelo Desnudo	Pradera de kikuyo
Acarina	33	0	0,6	5
Aranae	9	5	0,6	5
Coleoptera	29	59	29	32
Collembola	16	2	3	12
Dermaptera	1	0	0,5	1
Diptera	3	5	3,3	9
Haplotaxida	3	2	37	27
Hirudinea	0	2	5	1
Lithobiomorpha	4	2	4	3
Polydesmida	2	25	17	5
Total (%)	100	100	100	100

En la abundancia total se destaca el orden Coleoptera para todos los tratamientos y en especial para en la labranza mínima (Tabla 2). Este orden tiene gran capacidad de adaptación a diversos ambientes y sus largos ciclos de vida en algunas especies, posibilitan su presencia durante todo el año (NAVARRETE & NEWTON, 1996). Además, algunas especies influyen en la transformación de residuos biodegradables, especialmente la materia orgánica depositada sobre la superficie del suelo, la cual es incorporada al sistema edáfico, a través de los túneles y canales que los coleópteros excavan, lo que facilita la infiltración y aireación del suelo (CHAMORRO, 2001).

#### Biomasa

En la labranza tradicional y en labranza mínima los más altos porcentajes de biomasa fueron registrados para la familia Scarabaeidae (Tabla 2 y 3). La simplificación de los sistemas agrícolas actuales en monocultivos y los sistemas de labranza excesiva, traen consigo una serie de problemas ecológicos y productivos, entre los cuales se destaca un aumento de las poblaciones de organismos considerados plagas, como es el caso de la familia mencionada (BALORIANI & SARANDON, 2009).

En suelo desnudo, los aportes de biomasa los hacen básicamente tres taxa (Tabla 3), entre ellos Haplotaxida que corresponde al 43% de peso total para esta zona e Hirudinea con 36% de la biomasa total en este uso de suelo. Las lombrices, son indicadoras de fertilidad y perturbación de los suelos (CORAL & BONILLA, 1998), además entre los organismos de macrofauna edáfica, son los que poseen mayor tamaño corporal.

Un resultado interesante, está relacionado a la biomasa total encontrada para familia Scarabaeidae en los sistemas de manejo de suelo desnudo y pradera de kikuyo, en donde se encontró menor biomasa con relación a labranza tradicional y mínima, siendo que esta familia fue la más representativa para todos tratamientos (Tabla 2 y 3). Dichos resultados contradicen lo encontrado por VIKRAM *et al.* (1994) y HENDRIX *et al.* (1992) que afirman que cuando la labranza no se realiza o es menos intensa,

la biomasa de artrópodos se favorece y es mayor. Ello puede estar relacionado al hecho de que en este estudio no se realizó la determinación a nivel específico, existiendo la posibilidad de que las especies más abundantes encontradas en de suelo desnudo y pradera de kikuyo sean especies de menor tamaño corporal.

Para el caso de pradera de kikuyo, además de Hirudinea con 21% (104,048 gpf/m²) y Haplotaxida con 17% (81,056 gpf/m²), ambos mencionados anteriormente en el sistema de suelo desnudo, otro grupo que hace aporte importante a la biomasa es Ptylodactilidae con 28% (137,616 gpf/m²) (Tabla 3). Considerando que las especies de la familia Ptylodactilidae posen una diversidad de hábitos alimenticios (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2004), sería necesario determinar la(s) especie(s) encontrada(s) para un mejor análisis y discusión. Tal como menciona BRÉVAULT *et al.* (2007) que un conocimiento más detallado de los organismos (identificación hasta especie) y la conexión de dicha diversidad con la ecología funcional permite entender el rol de los organismos edáficos.

**Tabla 3.** Porcentaje de biomasa de los taxa más representativos de la macrofauna del suelo en un cultivo de papa con sistema de labranza tradicional, labranza mínima comparado con un suelo **desnudo** y una pradera de kikuyo.

		SISTEMAS	DE MANEJO	
TAXA	Labranza Tradicional	Labranza mínima	Suelo Desnudo	Pradera de kikuyo
Anthribidae	0	0,23	0	1,04
Aranae	0,01	0,12	0	0,68
Bibionidae	1	0,6	0	2
Blattidae	0	0	0	0,01
Cantharidae	0	0,16	0	0,03
Carabidae	1,11	0,4	0,02	0,65
Chelodesmidae	0,03	0,32	0,3	0,05
Chrysomelidae	0	0	0	0,06
Curculionidae	0	0	0	0,67
Dolichopodidae	7	0	0,04	0,014
Elateridae	0	2	0,4	0,12
Formicidae	0	0	0	0,02
Haplotaxida	0	0	43	17
Henicopidae	0,01	0	0,01	2,3
Hirudinea	0	9	36	21,5
Japygidae	0	0	0	0,004
Labiidae	0,03	0	0,03	0,4
Lepidoptera	0	0,1	0	0,08
Lycosidae	0	0	0,02	4
Mesostigmata	0	0	0	0,001
Neogeophilidae	0	0,1	0	0

		SISTEMAS	DE MANEJO	
TAXA	Labranza Tradicional	Labranza mínima	Suelo Desnudo	Pradera de kikuyo
Ocnerodrilidae	0	0	0,03	0,11
Oribatida	0,01	0	0	0
Paradoxosomatidae	0	0,1	0	0,01
Pentatomidae	0	0	0	0,1
Ptylodactylidae	0	0,21	0	28
Scarabaeidae	89	85	20	16
Staphylinidae	0,36	0,24	0,05	0,1
Symphylidae	0	0	0	0,02
Tipulidae	0	1,4	0	5
Total (%)	100	100	100	100

# Diversidad y composición

El valor más alto de diversidad con un índice de Shannon de H´= 2,61 se presentó en la pradera de kikuyo, debido a que exhibe la mayor riqueza en número de familias, al igual que el número de organismos (Tabla 4). La disminución en los valores de diversidad en los sistemas de papa con labranza mínima y tradicional (Tabla 4), reflejan el sistema de monocultivo, en el cual se suministra un único sustrato de alimento, propiciando el desarrollo de determinados grupos faunísticos en detrimento de otros (ASSAD, 1997).

En la Tabla 4, también se observa que la mayor semejanza entre los usos de suelo, se presenta entre los suelos que menos fueron manipulados; pradera de kikuyo y suelo desnudo con 67% de similitud, ya que comparten 10 familias, aunque el número de organismos es variable. Los resultados de tales experimentos son similares a los encontrados por BRÉVAULT *et al.* (2007), quienes evaluaron el impacto de la labranza convencional y labranza cero con cobertura y mantillo en un cultivo de algodón, determinando que la mayor diversidad de organismos se presentó en sistemas sin labranza con cobertura y mantillo, lo que favoreció el establecimiento de diversas comunidades de macrofauna en comparación con el sistema de labranza convencional.

## **CONCLUSIONES**

El estudio demuestra que la labranza del suelo ejerce un efecto negativo sobre la diversidad del mismo; que la utilización de estrategias que minimicen la manipulación de éste son esenciales para la conservación de la biota edáfica.

Los resultados del presente estudio demuestran que la biomasa, especialmente de Haplotaxida, es una potencial herramienta bioindicadora para evaluar el impacto del manejo del suelo sobre la comunidad edáfica.

**Tabla 4.** Índices de similitud (Morisita Horn) y diversidad (Shannon-Wienner) de la macrofauna observada en un cultivo de papa bajo los sistemas de labranza tradicional y mínima comparados con una pradera de kikuyo y un suelo desnudo.

	SISTEMAS DE MANEJO			
Zonas / Índices de Similitud	Labranza tradicional	Labranza mínima	Suelo desnudo	Pradera de kikuyo
Labranza mínima	0,44	1	0,63	0,48
Labranza tradicional	1	0,44	0,32	0,53
Pradera de kikuyo	0,53	0,48	0,67	1
Suelo desnudo	0,32	0,63	1	0,67
Shannon - Wienner (H')	2,03	2,04	2,13	2,61
N° Familias	19	22	15	41
N° Organismos	99	69	152	646

# **RECOMENDACIÓN**

Para la evaluación del impacto de los usos del suelo sobre la biota edáfica, es importante tener en cuenta la determinación de los organismos a nivel de géneros y/o especies, ya que, un conocimiento más detallado de los mismos propicia la comprensión de su ecología funcional, y por consiguiente, el rol de éstos en la comunidad edáfica.

# **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento a todas las personas que colaboraron con la realización de la presente investigación. Ésta se realizó dentro del marco del proyecto "Evaluación de prácticas de fertilización en unidades de producción integral sostenibles con papa en la zona andina del departamento de Nariño" adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR).

# BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J. & INGRAM, J., 1993.- *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*, 2<sup>a</sup> edición. Wallingford, UK CAB International.
- ARROYO, J. & ITURRONDOBEITIA, J., 2006.- Differences in the diversity of oribatid mite communities in forests and agrosystems lands, *Eur. J. Soil. Biol.*, 42: 259–269,
- ASSAD, M.L., 1997.- Fauna do solo: 363 443. (en) Vargas M A & Hungia, T, (eds) *Biología dos solos dos cerrados*. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, Brasil.
- BALORIANI, G. & SARANDON, S., 2009.- Abundancia y riqueza de la macrofauna edáfica (Coleoptera y Araneae) en invernáculos convencionales y en transición agroecológica. *Rev. Bras. Agroecología.* 4 (2): 1733-1737.
- BRÉVAULT, T.; BIKAY, S.; MALDES, J & NAUDIN, K., 2007.- Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil. Til. Res.*, 97: 140-149.
- CASTIGLIONI, E., 1997.- *Manejo de la fauna del suelo e insectos plaga*, [On line]. Obtenido en Septiembre 15 de 2009, Desde: http://www.sofoval.com/biblioteca/ insectos/insectos-del-suelo.pdf.

- CASTRO, J.; BURBANO, H. & BONILLA, C., 2007.- Abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres usos del terreno en el altiplano de Pasto, Colombia: Tesis, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto.
- CHAMORRO, C., 2001.- El suelo: maravilloso teatro de la vida. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 25 (97): 483-494.
  COLEMAN, D.; CROSSLEY, D. & HENDRIX, P., 2004.- Fundamentals of soil ecology, Burlington MA Elsevier Academic Press.
- CORAL, D.M., BONILLA, C.R., 1998. Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamués, Pasto, Colombia. *Acta Agron.*, 32: 157-160.
- DORESTE, E., 1984.- *Acarología*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- FAUCHALD, K., 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, 28: 1-188.
- FILSER, J.; FROMM, H.; NAGEL, R, & WINTER, K., 1995.- Effects of previous intensive agriculture management of microorganism and the biodiversity of soil fauna. *Plant Soil*, 170: 123-129.
- HENDRIX, P.; MUELLER, B.; BRUCE, R.; LANGDALE, G. & PARMELEE, R., 1992.-Abundance and distribution of earthworms in relation to landscape factors on the Georgia piedmont, USA. Soil Bio. Biochem., 24 (12): 1357-1361.
- HOUSE, G.J, & STINNER, B.R., 1983.- Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. *Environ. Manage.*, 7(1):23-28.
- IRAOLA, V., 1998.- Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. Bol. S.E.A., 23: 13-19.
- LAL, R., 1998.- Effects of macrofauna on soil properties in tropical ecosystems. *Agric. Ecosystem. Environment.*, 24: 101-106.
- LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V; ROBER, P.; INCSON, P.; HEAL, O.W. & DHILLION, S., 1997.- Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *Eu. J. Soil. Biol.*, 33: 159–193.
- LAVELLE, P. & KOHLMAN, B., 1984.- Etude quantitative de la macrofaune do sol dans une forest tropicale. *Pedobiologia*. 24: 834 – 845.
- LIETTI M.; GAMUNDI, J.; MONTERO, G.; MOLINARI, A. & BULACIO, V., 2008.- Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecol. Austral*, 18: 71-87.
- LINDEN, D.R.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C. &VAN VLIET, P.C.J., 1994. Faunal indicators of soil quality: 91-106. (en) Soil Science Society of America (ed.) Defining soil quality for a sustainable environment, Special Publication Number 35, Madison, Wisconsin.
- MAGURRAN, A., 1988.- *Ecological diversity and it's measurement*. New Jersey Princeton University Press. MARÍN, E. & FEIJOO, A., 2005.- Efecto de la labranza sobre macroinvertebrados del suelo en vertisoles de un área de Colombia. *Terra Latinoamericana*, 25 (3): 297-310.
- NAVARRETE, J. & NEWTON, A., 1996.- Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, México DF UNAM.
- PEÑA, L.A.; BOLAÑOS, M.A.; LUCERO, A.M. & VALLEJO, H., 2003.- Investigación para el manejo integrado de chisas en fincas de minifundio en los municipios de Yacuanquer y Ospina del departamento de Nariño. Boletín Técnico No 3, Corpoica Pasto.
- REMY, E. & DAINAR, T.B., 1982. Effects of tillage methods on earthworm population in monoculture corns. *Can. J. Soil Sci.*, 62: 699-703.
- SPAD, 1997.- Logiciel diffusé par CISIA, Version 3,21. Saint-Mandé, France CISIA.
- TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.F., 2004.- Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Belmont USA Thomson Brooks/Cole.
- VIKRAM, M.; KIRAN, V.P.; RAVINDER, V. & BALASHOURI, P., 1994.- Earthworms biomass response to soil management in semi-arid tropical alfisol agroecosystems. *Biol. Fert. Soils*, 19: 317-321.
- WARDLE, D., 1995.- Impacts of disturbance on detritus food webs in agroecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Adv. Ecol. Res.* 26: 105-159.

# EFECTO ATRACTIVO DE LOS VOLATILES DE UN TERPENOIDE A INSECTOS ASOCIADOS A COFFEA ARABICA L. (RUBIACEAE)\*

Fernando Coral G1, Tito Bacca2 y Lucimar G. Dias3

#### Resumen

Con el objetivo de evaluar la capacidad de atracción del salicilato de metilo sobre insectos benéficos (parasitoides y depredadores) presentes en un cultivo de café, se instalaron 20 trampas pegajosas con salicilato de metilo en un lote de 1,6 ha y 20 trampas sin atrayente en un lote testigo de 1,6 ha en el municipio de Taminango, Nariño, Colombia. Éstas fueron evaluadas semanalmente durante 4 meses. Según la prueba de t, las capturas de morfoespecies de las familias Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae, Coccinellidae y otras familias de insectos benéficos, fueron mayores, estadísticamente diferentes a las encontradas en el tratamiento testigo. En el lote con trampas con salicilato de metilo fueron registradas 23 especies, mientras en el lote testigo fueron capturadas 10 especies. Según los resultados del índice de Margalef, fue registrada una mayor diversidad en el lote tratado con salicilato de metilo en relación al lote testigo, un resultado similar fue encontrado con el Índice de Shannon-Wiener (H'). Los resultados indican que el uso de atrayentes químicos puede ser eficiente para aumentar las poblaciones de enemigos naturales, que podrían contribuir en el control biológico natural de las plagas del café.

Palabras clave: semioquímicos, salicilato de metilo, enemigos naturales, café.

# ATTRACTIVE EFFECT OF VOLATILES OF A TERPENOIDE TO ASSOCIATED INSECTS TO COFFEA ARABICA L. (RUBIACEAE)

#### Abstract

With the objective of evaluating the attraction capacity of methyl salicylate on beneficial insects (parasitoids and predators) present in the coffee crop, 20 sticky traps with methyl salicylate were installed in a 1.6 Ha plot and 20 traps without an attractor were installed in a 1.6 Ha control lot in the municipality of Taminango, Nariño, Colombia. The traps were checked weekly during four months. According to the t-Test, morphospecies captured belonging to the families Chrysopidae, Ichneumonidae, Perilampidae, Chalcididae, Braconidae, Coccinellidae, and other beneficial insect families, were greater and statistically different from those found in the control treatment. Twenty-three species were recorded in the plot with methyl salicylate traps, while ten species were captured in the control plot. According to Margalef's index, a greater diversity was recorded in the plot with salicylate in relation to the control plot; a similar result was found with Shannon-Wiener's Index (H'). The results indicate that the use of chemical attractors could be efficient for increasing natural enemy populations, which could contribute to the natural biological control of coffee pests.

**Keywords:** semiochemicals, methyl salicylate, natural enemies, coffee.

<sup>\*</sup> FR: 4-VII-2011. FA: 22-VIII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto. E-mail; rfernandocoral@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Torobajo, Pasto, Colombia. E-mail; titobacca@gmail. com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de investigación GEBIOME, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail; lucimar.dias@ucaldas.edu.co

# INTRODUCCIÓN

n los agroecosistemas existen diferentes relaciones de comunicación entre los enemigos naturales, los insectos fitófagos y las plantas, entre ellas las señales químicas por la emisión de volátiles de las plantas (BALDWIN *et al.*, 2001). Estas señales pueden influir en las tasas de ovoposición, herbivoría y depredación de los insectos, lo que sugiere que estos volátiles pueden ser un mecanismo de defensa indirecta de la planta (BALDWIN *et al.*, 2001).

Los volátiles orgánicos emitidos son señales que indican a los depredadores y parasitoides que una planta está siendo atacada, por tanto, pueden funcionar como importantes atrayentes de estos controladores biológicos, ya que muchos de ellos detectan las sustancias del hospedante o de su presa y de esta forma se orientan hacia ellas (BERNAYS & CHAPMAN, 1994; VAN POECKE *et al.*, 2001). Igualmente, las plantas pueden proporcionar alimento (néctar y polen) y refugio en estructuras especializadas a los enemigos de los herbívoros, conformándose de tal forma en un sistema tritrófico (KESSLER & BALDWIN, 2001).

Algunas moléculas volátiles, como el salicilato de metilo, jasmonato de metilo y etileno entre otras, han sido consideradas las responsables de la señalización dentro de una planta y entre plantas (VAN POECKE *et al.*, 2001). El salicilato de metilo, es un compuesto que está presente en muchas mezclas de sustancias volátiles de plantas inducidas por herbívoros, que atraen a depredadores como *Chrysopa nigricornis* (JAMES, 2003a). El entendimiento de cuáles compuestos de la planta atraen a los depredadores ha conducido a pruebas de campo, usando análogos sintéticos como el salicilato de metilo para incrementar la densidad de estos insectos en los cultivos (JAMES, 2003a; JAMES & PRICE, 2004). El salicilato de metilo es una forma volátil del ácido salicílico, un compuesto vegetal implicado en la inducción de la resistencia de la planta a los patógenos y algunas plagas (JAMES & PRICE, 2004). En el caso de *Arabidopsis thaliana* este compuesto volátil es liberado para su defensa contra insectos herbívoros, el cual atrae a hembras parasitoides de *Cotesia rubecula* hacia plantas infestadas por el herbívoro *Pieris rapae* (VAN POECKE *et al.*, 2001).

Con la liberación controlada de salicilato de metilo en lúpulos y viñedos, fue posible aumentar de 4 a 6 veces más las poblaciones de los enemigos naturales, generando un aumento en la diversidad de parasitoides y depredadores (p. ej., Coleoptera: Coccinellidae; Diptera: Empidiidae, Syrphidae; Hemiptera: Anthocoridae, Geocoridae, Miridae; Hymenoptera: Braconidae; Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae) (JAMES, 2003a, 2003b, 2005). Es decir este compuesto volátil multifuncional y bioactivo está involucrado en diferentes sistemas de señales de comunicación química y es un potencial atravente de insectos benéficos (NORIN, 2001).

Teniendo en cuenta que los volátiles de plantas puede incrementar la atracción de enemigos naturales, nuevas estrategias de biocontrol pueden ser generadas a partir de tales compuestos (REDDY & GUERRERO, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de atracción del salicilato de metilo a insectos benéficos presentes en un cafetal.

# Área de estudio

El estudio fue realizado en un cultivo de café (*Coffea arabica*) variedad Caturra de cuatro años de edad, en un área aproximada de 3,2 hectáreas, con una altura de las plantas entre 2 y 2,5 m, con un historial de no aplicación de insecticidas mediante un manejo orgánico. El cafetal se localizó en el municipio de Taminango (Nariño), en la vereda Charco Hondo, ubicado a una altura de 1.500 msnm, con una temperatura entre 18-23° C, y pendiente del 11%; el número total de árboles por hectárea correspondió a 5100, a una distancia de siembra de 1,5 X 1,5 m, en sistema de siembra de tres bolillo.

Este cafetal se encontraba en asociación con árboles de sombrío, tales como guamo (*Inga edulis* Mart.), aguacate (*Persea americana* Miller), mango (*Mangifera indica* L.), banano (*Musa* sp.) y naranjo (*Citrus sinensis* L.), dispuestos en la finca al azar.

Los tratamientos consistieron en un lote A con salicilato y lote B testigo sin salicilato con las mismas características agronómicas y área (1,6 ha) (Figura 1). Los lotes estaban divididos por una quebrada además de arboles nativos existentes a lo largo de la cuenca hídrica.

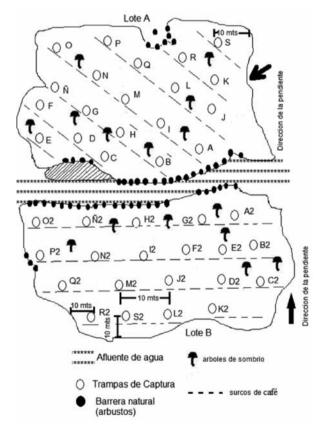


Figura 1. Distribución espacial de las trampas con y sin salicilato de metilo en el lote de café.

En el lote cada lote se colocaron 20 trampas construidas utilizando un marco de alambre calibre 12 de 20x25 centímetros forrados con plástico de color amarillo. Las dos caras de la trampa se cubrieron con una capa fina de grasa Terpel® N-3 de copas. Las trampas se colocaron en el segundo tercio de cada planta de café, siendo esta la parte productiva del árbol. La distancia entre trampas fue de 10 metros y se localizaron a 10 metros del borde de cada lote (Figura 1).

En las trampas del lote A, se colocó un liberador del salicilato de metilo que consistió en un frasco de 10 ml, de 5 cm de altura y 1 cm de diámetro. En el lote B únicamente se colocaron las trampas. Durante todo el experimento el frasco se mantuvo abierto con un volumen constante de 2cc de salicilato de metilo que tuvo una tasa de liberación diaria de entre 4 y 5  $\mu$ l. El muestreo de los insectos capturados en las trampas de los lotes A y B se realizaron cada 8 días durante 4 meses, correspondientes a junio, julio, agosto, septiembre del año 2009, para un total de 16 muestreos (esfuerzo de muestreo) correspondiendo a un período entre 90 y 210 días, después de la floración del café lo que aseguró la presencia de frutos en el árbol. Los insectos capturados en las trampas se colectaron en frascos plásticos con alcohol al 70%, estos insectos se llevaron al laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño (Pasto-Colombia). Para identificar las familias de los insectos se utilizaron las claves taxonómicas de TRIPLEHORN & JOHNSON (2004).

Los diferentes especímenes de cada familia fueron categorizados a morfoespecie basados en la morfología de los insectos adultos, asignando un código numérico a cada una de las morfoespecies encontradas dentro de cada familia, siguiendo la metodología propuesta por OLIVER & BEATTIE (1995).

## Índices de diversidad

La diversidad de las especies capturadas en cada uno de los lotes del estudio, se estimó aplicando el parámetro de diversidad alfa, mediante la utilización de los índices de riqueza específica (S) y Margalef (DMg) (VILLARREAL *et al.*, 2006). Para el cálculo de la abundancia proporcional, se utilizó el índice de Simpson (λ) para dominancia y el Índice de Shannon-Wiener (H') para estimar la equidad (VILLARREAL *et al.*, 2006). Para evaluar la diversidad Beta se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard (IJ) y el coeficiente de similitud de Sorensen (Is).

Para comparar el número de insectos capturados en los dos tratamientos fue utilizada una prueba de t (p≤0,05), en donde se usó el procedimiento descrito por ZAR, (1996), donde se calculó el índice de diversidad ponderado (Hp) en función de la frecuencia de cada morfoespecie.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se capturaron 451 ejemplares (297 en el lote A y 154 en el lote B) pertenecientes a 18 familias y 6 órdenes de insectos: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Lepidoptera (Tabla 1, 2 y 3). En donde 23 morfoespecies correspondieron a trampas con salicilato de metilo y 10 a las trampas sin salicilato (Tabla 1). Según la prueba de t ( $p \le 0.05$ ), la captura fue significativamente mayor en lote con trampas con salicilato de metilo (14,85 insectos promedio por trampa) en

comparación con las capturas obtenidas en el lote testigo (7,7 insectos promedio por trampa). Además, los índices evaluados indican que la diversidad de insectos fue significativamente mayor (p≤0,05) en las trampas con salicilato de metilo (Lote A) (Tabla 1), corroborando con lo propuesto por JAMES (2003a, 2003b, 2005, 2011) y JAMES & PRICE (2004).

**Tabla 1.** Índices de diversidades de insectos capturados con trampas con salicilato de metilo (lote A) y sin salicilato de metilo (lote B) en un cafetal.

Cálculo de diversidade	Lote A	Lote B
Número total de individuos (N)	297	154
Riqueza de especies	23	10
Índice de Margalef	3,86	1,78
Índice de Simpson	0,09	0,19
Índice de Shannon-Wiener	2,65	1,81
Índice de diversidad ponderado (Hp)	1,153	0,787
Varianzas de Hp (Var)	0,0004	0,0007
Diferencia de las varianzas de Hp	0,0344	
Valor de t	10,619	
Grados de libertad asociados con el valor de t:	332,374	
t tablas (p≤0,05)	1,962	
Coeficiente de similitud de Jaccard	0,22	
Coeficiente de similitud de Sorensen	0,36	

Al comparar la composición de ambos lotes, se evidenció un bajo grado de similitud en cuanto a las morfoespecies encontradas (Tabla 1), ya que, apenas 6 de éstas resultaron comunes en ambos lotes, ellas son: Scolytidae, Bruchidae, Cisidae, Drosophilidae, Aphididae y Membracidae (Tablas 2 y 3).

Exclusivamente para el lote A (con salicilato) (Tabla 2), se capturaron 11 morfoespecies de insectos benéficos pertenecientes a las familias Perilampidae, Formicidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Ichneumonidae, Chalcidae, Chrysididae y Braconidae, de las cuales se identificaron las especies: *Perilampus* sp., *Crematogaster* sp. e *Hippodamia convergens*.

Entre los insectos capturados del lote A (con salicilato), se destaca un alto número de insectos pertenecientes al orden Hymenoptera, en especial a individuos de la familia Formicidae, para la cual se capturó un total de 52 insectos (Tabla 2). Existen evidencias que las hojas de diferentes plantas con abundante presencia de salicilato de metilo atraen a las hormigas, que lo emplean como antiséptico en sus nidos (BROUAT *et al.*, 2000). Además, las hormigas *Pheidole radoszkowskii, Solenopsis geminata y Crematogaster torosa* son conocidas como depredadoras de *Hypothenemus hampei* bajo condiciones de laboratorio en Costa Rica (VARÓN *et al.*, 2004), especie plaga del café encontrada en la zona de estudio.

**Tabla 2.** Familias y morfoespecies de insectos capturados en las trampas con salicilato de metilo del lote A en un cafetal.

Orden	Familia	Morfoespecie	No. insectos capturados
	Coccinellidae	Morfoespecie 1	4
	Coccinentiae	Morfoespecie 2	8
	Scolytidae	Morfoespecie 1*	37
Coleoptera	Curculionidae	Morfoespecie 1	4
<b>,</b>	Nitidulidae	Morfoespecie 1	2
	Bruchidae	Morfoespecie 1*	2
	Cisididae	Morfoespecie 1*	1
	Chrysomelidae	Morfoespecie 1	4
Divi	Tephritidae	Morfoespecie 1	2
Diptera	Drosophilidae	Morfoespecie 1*	39
II . t	Aphididae	Morfoespecie 1*	28
Hemiptera	Membracidae	Morfoespecie 1*	13
Neuroptera	Chrysopidae	Morfoespecie 1	13
Hymenoptera	Braconidae	Morfoespecie 1	15
		Morfoespecie 2	11
		Morfoespecie 3	12
	Ichneumonidae	Morfoespecie 1	17
		Morfoespecie 2	18
		Morfoespecie 3	2
	Perilampidae	Morfoespecie 1	10
	Chalcidae	Morfoespecie 1	1
	Formicidae	Morfoespecie 1	52
	Chrysididae	Morfoespecie 1	2
TOTAL	18	23	297

<sup>\*</sup>Familias en común presente para el Lote A y para el Lote B.

Para este mismo orden se capturaron otras familias tales como Braconidae, lchneumonidae y Perilampidae, las cuales son conocidas por el efecto parasítico sobre poblaciones de lepidópteros plaga de cultivos y bosques naturales (CARMICHAEL et al., 2005; ROWELL et al., 2005; ARODOKOUN et al., 2006; SARVARY et al., 2007). En particular los bracónidos atacan exclusivamente lepidópteros, coleópteros y dípteros en diferentes estados de desarrollo, la gran mayoría de especies tienen hospederos específicos (MATTHEWS, 1974; LA SALLE & GAULD, 1991), característica que los convierte en uno de los grupos más utilizados en control biológico de plagas, que les da la cualidad adicional de tener un gran potencial como indicadores de riqueza y estabilidad de un ecosistema (SHAW & HUDDLESTON, 1991). En la familia Perilampidae, el género *Perilampus* sp. (morfoespecie 1–Perilampidae), puede ser parasitoide primario o secundario de *Belvosia bifasciata* Fabr. y otros Tachinidae en Canadá, EEUU, México, Puerto Rico, Perú (PACKARD, 1914).

Con respecto a las capturas de *H. hampei*, en el lote A (Tabla 2), es posible que éstas hayan sido influenciadas por el salicilato de metilo. Al respecto se han reportado efectos significativos en el aumento de capturas de brocas cuando se utiliza las mezcla de metanol-etanol más benzaldehido y salicilato de metilo (GÓMEZ DE LIMA *et al.*, 2004). En este estudio se descarta la posibilidad que *H. hampei* haya sido atraída por el color amarillo de las trampas utilizadas en el estudio, debido a que en el lote B, se registró una baja captura (3 insectos) (Tabla 3), además según BORBÓN *et al.* (2000) y BARRERA *et al.* (2004) los colores de trampa que más atraen a *H. hampei* son blanco y rojo.

La exclusividad de la familia Chrysopidae capturada en el lote A (con salicilato) (Tabla 2), evidencia el potencial atractivo de este compuesto, corroborando los resultados obtenidos por JAMES (2003a), quien utilizó el salicilato de metilo sintético para atraer insectos benéficos en pruebas de campo, concluyendo que tal sustancia, tiene potencial para atraer poblaciones de algunos depredadores, como *Chrysopa nigricornis*.

En cuanto al lote B, la mayor captura fue obtenida para los individuos de la familia Drosophilidae, sin embargo, considerando que en ambos lotes fue registrado un número elevado del grupo (Tabla 2 y 3), no se puede atribuir dichos valores a la influencia del salicilato de metilo y al color de las trampas. Es más probable que la captura de estos dípteros esté asociada a las altas densidades de poblaciones en la zona de estudio, ya que, éstas se presentaban en cultivos frutales (banano y naranjo) aledaños, que son recurso alimenticio para tales moscas.

La mayor captura de insectos de la familia Aphididae en el lote B en relación a la obtenida en el lote A, así como la exclusividad de cicadélidos en el lote B, puede estar relacionado a lo expuesto por NORIN (2001) y METCAL (1992), quienes expresan que los áfidos y otros insectos son repelidos por compuestos volátiles terpenoides (como el salicilato de metilo) inhibiendo su atracción hacia la planta hospedante (Tabla 2 y 3). El solo hecho de que una misma sustancia pueda actuar como fagoestimulante para una especie y repeler a otras, abre nuevas e interesantes posibilidades para el manejo integrado de plagas.

Tabla 3. Familias y morfoespecies de insectos capturados en trampas testigo (B) en un cafetal.

		Lote Testigo		
Orden	Familia	Morfoespecie	No insectos capturados	
	Scolytidae	Morfoespecie 1*	3	
Coleoptera	Bruchidae	Morfoespecie 1*	3	
	Cisidae	Morfoespecie 1*	2	
	Platypezidae	Morfoespecie 1	11	
Diptera	Bibionidae	Morfoespecie 1	2	
•	Drosophilidae	Morfoespecie 1*	47	
Lepidoptera	Pyralidae	Morfoespecie 1	1	
	Cicadellidae	Morfoespecie 1	29	
Hemiptera	Aphididae	Morfoespecie 1*	37	
	Membracidae	Morfoespecie 1*	19	
TOTAL	10	10	154	

<sup>\*</sup>Familias en común presente para el Lote A y para el Lote B.

Los resultados del presente trabajo indican la necesidad de realizar un estudio detallado de la capacidad entomófaga de las familias de insectos benéficos atraídas por el salicilato de metilo, ello con el fin de poder evaluarlas como alternativa de control biológico. De igual forma, se deben adelantar estudios para comprobar si los enemigos naturales atraídos por este volátil permanecen en el agroecosistema. Además, se sugiere la siembra o preservación de arvenses (nobles de baja interferencia) y arbustos como refugio y fuente de alimento alterno en los bordes y calles, para aumentar la abundancia de enemigos naturales, como herramienta para complementar el control biológico por conservación (GURR *et al.*, 2004).

# **Conclusiones**

Los datos obtenidos en los ensayos de campo sugieren que el salicilato de metilo propicia una mayor diversidad de insectos benéficos, especialmente del orden Hymenoptera. Por lo tanto, este semioquímico, puede ser tenido en cuenta dentro de un programa de manejo integrado de plagas, donde se podría aumentar el número de parasitoides y depredadores que en algún momento ayudarían a regular las poblaciones de insectos fitófagos presentes en el cultivo del café.

## BIBLIOGRAFÍA

ARODOKOUN, D.; TAMÒ, M.; CLOUTIER, C. & BRODEUR, J. 2006.- Larval parasitoids occurring on *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) in Benin, West Africa. *Agric. Forest. Entomol.*, 113: 320-325. BARRERA, J.; HERRERA, J. & CRUZ, L. 2004.- Factores que influyen sobre la captura de la broca del café *Hypothenemus hampei* con trampas. (en) *Resúmenes del I Congreso Internacional sobre Desarrollo de* 

- Zonas Cafetaleras. 6-8 de Octubre de 2004, Tapachula. Chiapas, México.
- BALDWIN, I.; KESSLER, A. & HALITSCHKE, R., 2001. Volatile signaling in plant- plant- herbivore interactions: what is real?. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 5:1-4.
- BERNAYS, E. & CHAPMAN, R. 1994.- Behavior: the process of host-plant selection. In: Host Plant Selection by Phytophagous Insects. New York USA Chapman and Hall.
- BORBÓN, M.; MORA, A.; OEHLSCHLAGER, O. & GONZÁLEZ, L. 2000.- Proyecto trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* F. (Coleoptera: Scolytidae). (en) *XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura* 2 al 6 de octubre de 2000, San José, Costa Rica.
- BROUAT, C.; MCKEY, D.; BESSIERE, J.M.; PASCAL, L. & HOSSAERT-McKEY, M. 2000.- Leaf volatile compounds and the distribution of ant patrolling in an ant- plant protection mutualism: Preliminary results on *Leonardoxa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and *Petalomyrmex* (Formicidae: Formicinae). *Acta Oecol.*, 21: 349-357
- CARMICHAEL, A.; WHARTON, R. & CLARKE, A. 2005. Opiine parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae) of the Australia and South Pacific region. *Bull. Entomol. Res.*, 95: 545-569.
- GÓMEZ DE LIMA, J.O.; CAMPOS-PEREIRA, R.; MUNIZ DE LACERDA M. P. C.; VIANA-BAILEZ, M.A.M. & VILLACORTA-MOSQUEIRA, A. 2004.- Identificação e atratividade de novos voláteis do café cereja e desenvolvimento de armadilha para a coleta massal da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (en) *Workshop Internacional sobre o Manejo da Broca-do-Café*. Londrina, Paraná, Brasil.
- GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; ALTIERI, M.A. 2004. Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- JAMES, D. 2003a.- Field evaluation of herbivore-induced plant volatiles as attractans for benefical insects: Methyl Salicylate and the green lacewing, *Chrysopa nigricornis .J. Chem. Ecol.*, 29 (7): 1601-1609.
- JAMES, D., 2003b.- A Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. (en) The British Crop Protection Council International Congress Crop Science and Technology. Glasgow, Scotland. UK.
- JAMES, D. & PRICE, T. 2004.- Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. J. Chem. Ecol. 30: 1613–1628.
- JAMES, D.2005.- Further evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. *J. Chem. Ecol.*, 31, 481-495.
- KESSLER, A. & BALDWIN, T. 2001.- Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. *Science*, 291: 2141-2144.
- LA SALLE, J. & GAULD, I. 1991.- Hymenoptera: Their Biodiversity, and their impact on the diversity of other organisms. (en) LA SALLE J. & GAULD I. (eds.) *Hymenoptera and Biodiversity*. C.A.B. International, Wallingfod UK.
- MATTHEWS, R.W. 1974.- Biology of Braconidae. Annu. Rev. Entomol., 19: 15-32
- METCALF, R.L. & LUCKMANN, W.H., 1992.- Introducción al manejo de plagas de insectos. Mexico, Noriega. NORIN, T. 2001.- Pheromones and kairomones for control of pest insects. Some current results from a Swedish research program. *Pure Appl. Chem.*, 7(3): 607-612.
- OLIVER, I. & BEATTIE, R. 1995. Invertebrade morphospecies as surrogates for species: A Case Study. *Conserve. Biol.*, 10:99-109.
- PACKARD, A. 1914.- Monograph of the Bombycine moths of North America. *Mem. Nat. Acad. Sci.*, 12: 1-516.
  REDDY, G. & GUERRERO, A. 2004.- Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. *Trends Plant Sci.* 9:253-261.
- ROWELL, B.; NITTAYAPORN, B.; SATTHAPORN, K.; PHITHAMMA, S. Y. & DOUNGSA-ARD, C. 2005.-Hymenopteran parasitoids of Diamondback moth (Lepidoptera: Ypeunomutidae) in northern Thailand. *Hortic. Entomol.* 98: 449-456.
- SARVARY, M A.; NYROP, J.; REISSIG, H. & GIFFORD, K. 2007.- Potential for conservation biological control of the oblique banded leafroller (OBLR) *Choristoneura rosaceana* (Harris) in orchard systems managed with reduced-risk insecticides. *Biol Control.*, 40: 37-47.
- SHAW M.R & HUDDLESTON T. 1991.- Classification and biology of braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Handbooks for the Identification of British Insects* 7(11):1-126.
- TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F., 2004.- Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Belmont CA, Thomson Brooks/Cole.
- VAN POECKE, R., POSTHUMUS, M. & DICKE, M. 2001.- Herbivore-induced volatile production by *Arabidopsis thaliana* leads to attraction of the parasitoid *Cotesia rubecula*: chemical, behavioral, and gene-expression analysis. *J. Chem. Ecol*, 27(10): 1911-1928.
- VARÓN, E.; HANSON, P.; BORBÓN, O.; CARBALLO, M. & HILJE, L. 2004.- Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 73: 42-50.
- VILLARREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. & UMAÑA, A.M. 2006.- 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.
- ZAR, J.H., 1996.- Biostatistical Analysis. New Jersey, USA Prentice Hall.

# PATOGENICIDAD DE DOS NEMÁTODOS ENTOMOPATOGENOS SOBRE METAMASIUS HEMIPTERUS SERICEUS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)\*

James Alberto Jiménez<sup>1</sup>, Juan Carlos López N<sup>2</sup> y Alberto Soto G<sup>3</sup>

#### Resumen

El picudo rayado Metamasius hemipterus sericeus es una plaga importante en la caña de azúcar y el plátano, causando perjuicio al destruir el tejido y debilitar la planta. Especies de nemátodos entomopatogenos de los géneros Steinernema y Heterorhabditis son agentes biológicos de control del insecto, con posibilidad de incorporarse a programas MIP. El objetivo del trabajo fue evaluar la virulencia de Steinernema carpocapsae y Heterorhabditis bacteriophora, sobre adultos y larvas de último instar de picudo. El bioensayo utilizado fue el de infección individual en platos multipozo con papel filtro, en concentraciones de 10, 100 y 1000 juveniles infectivos (JI)/25 ml. Con frecuencia de 12 h se registró el número de individuos muertos por plato. Los cadáveres se pasaron a cámara seca (desarrollo del nemátodo dentro del insecto) y posteriormente a cámara "white" (emergencia de JI). Las variables evaluadas fueron mortalidad de estados, multiplicación de JI y duración de emergencia. Bajo las condiciones evaluadas, tanto adultos como larvas fueron susceptibles al ataque de ambos nemátodos. Se evidenció sintomatología de infección y multiplicación en larvas, en las especies de nemátodos evaluadas. Condiciones como alta humedad en los pseudotallos de plátano favorables para la sobrevivencia de nemátodos, unidos a la mortalidad registrada y a la capacidad de desarrollarse especialmente en larvas, convierten a estos agentes en herramienta promisoria para el control de la plaga en campo.

Palabras clave: Picudo rayado, Steinernema carpocapsae, Heterorhabditis bacteriophora, plátano, MIP.

# PATHOGENICITY OF TWO ENTHOMOPATHOGENIC NEMATODES ON METAMASIUS HEMIPTERUS SERICEUS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

#### Abstract

The silky cane weevil *Metamasius hemipterus sericeus* is a major pest in sugar cane and bananas, causing damage on destroying the tissue and weakening the plant. Entomopathogenic nematodes (EN) species of the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* are biological control agents of the insect with the possibility of being incorporated into IPM programs. The objective of this study was to evaluate the virulence of *Steinernema carpocapsae* and *Heterorhabditis bacteriophora* on adults and last instar larvae of the weevil. The bioassay used was individual infection in multiple well plates with filter paper in concentrations of 10, 100, and 1.000

<sup>\*</sup> FR: 13-VI-2011. FA: 21-VIII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Gerente técnico Ecoflora. E-mail: ide@ecoflora.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Microbiólogo. Investigador científico 1. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. E-mail: juancarlos.lopez@cafedecolombia.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co

infective juveniles (IJ)/25 ml. Within a 12 h frequency, the number of dead individuals per plate was registered. The cadavers were put in a drying chamber (development of the nematode inside the insect) and later they were placed in a "white chamber" (emergence of IJ). The variables evaluated were mortality of the stages, IJ multiplication and emergence duration. Under the evaluated conditions, both adults and larvae were susceptible to the attack of both nematodes. Typical symptoms of infection and multiplication in larvae were observed for the nematode species evaluated. Conditions such as the high humidity in plantain pseudostems along with mortality registered and the capacity to develop especially in the larvae, make of these agents promising tools for the control of the pest in the field.

**Key words:** Silky cane weevil, *Steinernema carpocapsae, Heterorhabditis bacteriophora*, plantain, IPM

# INTRODUCCIÓN

Li picudo rayado del plátano *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae), es un escarabajo barrenador considerado por algunos autores (CASTRILLÓN & HERRERA, 1986) como una plaga secundaria en cultivos de musáceas, mientras que otros lo reportan como plaga primaria no sólo en este tipo de plantaciones (CERDA *et al.*, 1996), sino también en algunas especies de palmas tropicales como *Phoenix canariensis, Ptychosperma macarthurii, Ravenia rivularis, Roystonia regia, Hyophorbe verschaffeltii y Washingtonia robusta* y caña de azúcar (GIBLIN *et al.*, 1996). Cuando las larvas se alimentan, construyen galerías y causan perjuicios al destruir el tejido y debilitar la planta (RESTREPO *et al.*, 1982). Esta plaga se asocia a plantaciones de plátano que presenta heridas, desbalances nutricionales, fermentos o pudriciones (residuos de cosecha).

Debido a los problemas que representan los insecticidas sintéticos en el control de plagas, en la degradación ambiental y desarrollo de resistencia por parte de los insectos, se está evaluando el control biológico y los semioquímicos como parte de los programas de Manejo Integrado de Plagas. Actualmente el picudo rayado *M. h. sericeus* ha mostrado la habilidad de desarrollar resistencia a la mayoría de los insecticidas (GIBLIN *et al.*, 1996; GOLD & MESSIAEN, 2002).

SALDARRIAGA (1981) registró algunos enemigos naturales de estados inmaduros de *M. h. sericeus*: Hololepta quadridentata (Coleoptera: Histeriidae), *Camponotus* spp. (Hymenoptera: Formicidae), *Dactylosternum hidrophiloidae*, *D. abdominale* (Coleoptera: Hydrophilidae), *Chrysophilus ferruginosus* (Diptera: Rhagionidae), *Sarcodexia innata* (Diptera: Sarcophagidae), *Onthophagus* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae). Otros enemigos del picudo como hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin), nematodos entomopatógenos (*Steinernema* spp. y *Heterorhabditis* spp.) y especies de hongos endófitos no patogénicos (*Fusarium* spp.), se consideran como potenciales herramientas para diseñar estrategias de control de este insecto en varias regiones del mundo (GARCÍA ROA *et al.*, 1994; GOLD, 2000; TREVERROW & BEDDING, 1993)

En Colombia se han utilizado los nematodos entomopatógenos para el control de plagas de importancia económica como *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae) (GARZÓN *et al.*, 1996); *Anomala* spp. y *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) (ZULUAGA, 2003); *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae); *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae); *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) (CUTHBERTSON *et al.*, 2003; HEAD *et al.*, 2004);

Otiorhynchus sulcatus (Coleoptera: Curculionidae) (KAKOULI & HAUGE, 1999); Tecia solanivora (Lepidoptera: Gelechiidae) (SÁENZ, 1998; SÁENZ & LUQUE, 2000); Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) (LEZAMA et al., 2001); Sagalassa valida (Lepidoptera: Glyphipterigidae) (MONTUFAR, 1993; ORTIZ, 1994); Cyparissius daedalus (Lepidoptera: Castniidae) (AYALA et al., 2004); Cyrtomenus bergy (Hemiptera: Cidnidae) (BARBERENA & BELLOTTI, 1998; CAICEDO & BELLOTTI, 1996), Bradysia agrestis (Diptera: Sciaridae) (KIM et al., 2004).

A los nemátodos entomopatogenos como agentes de control de M. h. sericeus se les reconoce su importancia, no sólo por buscar activamente su presa y matarla dentro de las primeras 48 h después de haberla alcanzado (KAYA & STOCK, 1997; KAYA et al., 2006), sino porque hasta el momento todas las especies descritas de steinernematidos y heterorhabditidos mantienen una asociación específica con bacterias gram-negativas de los géneros Xenorhabdus y Photorhabdus, respectivamente (GRIFFIN et al., 2005), que junto al nemátodo liberan toxinas e inhibidores en la hemolinfa de sus hospedantes que disminuyen los hemocitos del insecto, bajan el pH de la hemolinfa y paralizan al hospedante, el cual muere cuando todos los hemocitos han sido destruidos. De igual manera, produce proteasas que digieren los tejidos del insecto y antibióticos capaces de inhibir el crecimiento de colonizadores secundarios. Lo anterior hace que estos agentes sean uno de los controladores más letales a la hora de utilizarlos en programas de control biológico, siendo de mayor conveniencia que cualquier otro grupo de nemátodos (KAYA & STOCK, 1997; LOPEZ-NUÑEZ et al., 2007; RENN, 1998; WOUTS, 1991). Por lo anterior y debido a la disponibilidad y facilidad de multiplicación de los nemátodos entomopatogenos, se evaluó su efecto en larvas de último instar y adultos del picudo rayado del plátano M. h. sericeus.

# METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Caldas. Las especies de nemátodos evaluadas fueron *S. carpocapsae* All strain, y *Heterorhabditis bacteriophora*, Poinar, 1975 suministrados por Cenicafé. Juveniles infectivos (JI) de ambos nemátodos se multiplicaron en larvas de último instar de *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) y se almacenaron en frascos de vidrio transparente a  $10 \pm 2^{\circ}$ C por un período no mayor a 30 días después de su multiplicación.

Para los bioensayos se utilizaron platos para cultivo de tejidos Falcon® de fondo plano con 12 celdas individuales por plato; los juveniles infectivos (JI) se acondicionaron a temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}$ C durante 48 h antes de realizar las infecciones. En el fondo de cada celda se colocaron dos rodajas de papel filtro Watmann # 1, sobre las que se aplicaron con micropipeta automática Eppendorf las concentraciones de JI a evaluar (10, 100 y 1000 JI) en  $25 \,\mu$ l. Cada dosificación se ajustó previamente por recuentos al estereoscopio en una solución de agua estéril y detergente (Micro soap-Int. Prod.Corp 5%), para reducir la tensión superficial entre el agua y el nemátodo. Este procedimiento se realizó para las dos especies de nemátodos. Finalmente se colocó en cada celda una larva de último instar o un adulto (según el tratamiento) de M. h sericeus. Cada plato de cultivo se selló con Parafilm® y se guardó en una bolsa con cierre en la que se introdujo una toalla de papel humedecida para evitar la desecación; se llevaron a incubación a  $25 \pm 2^{\circ}$ C en oscuridad constante.

El experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorio en arreglo factorial, conformado por 13 tratamientos (dos nemátodos x tres concentraciones de JI x dos estados de M. h. sericeus + testigo). Al tratamiento testigo se aplicaron  $25~\mu l$  de solución de agua estéril y detergente según el bioensayo descrito. Cada tratamiento constó de cinco repeticiones y cada una estuvo conformada por  $10~\mu l$ 0 insectos, para un total de  $50~\mu l$ 0 individuos por tratamiento. Las evaluaciones de la mortalidad de adultos y larvas de M. h sericeus se realizaron cada  $12~\mu l$ 0, adicionando agua estéril en cada pozo para mantener la humedad.

Se estimó la proporción promedio de estados muertos por tratamiento, corregida por el testigo según Schneider y Orelly:

% mt-%mta100-%mta) x 100

mt = mortalidad en el tratamiento. mta = mortalidad en testigo absoluto.

Esta variable se asumió como carencia de movimiento del insecto cuando se presionó en el abdomen con una aguja de punta roma. Al morir los especímenes se colocaron de manera individual en cámara húmeda durante 48 h. Posteriormente el 40% de los individuos se pasaron a cámara "White" modificada, para evaluar la multiplicación de los nemátodos. El 60% restante de los individuos se disecaron para determinar el número de estados del nemátodo que lograron parasitar cada insecto.

En trabajos preliminares tendientes a desarrollar un sistema de bioensayo en donde los JI al interior del cadáver de la larva de *M. h. sericeus* pudieran desarrollarse, se realizaron evaluaciones sobre el tiempo y condiciones óptimas en las fases de infección y cámara seca. Estas evaluaciones mostraron que las condiciones de desarrollo recomendadas para *G. mellonella* (seis días en cámara seca a 25°C) (KAYA & STOCK, 1997), no fueron adecuadas para lograr un buen desarrollo en larvas de *M. h. sericeus*, debido a que aceleraban la desecación de los tejidos del insecto durante las 48 h posteriores a la muerte. De acuerdo con lo anterior, se optó por pasar la larva muerta a cajas Falcon iguales a las utilizadas en la fase de infección con papel filtro al que se le adicionó 25 µl de agua estéril cada 24 h (cámara semi-húmeda).

Para establecer las diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza al 95% de confiabilidad y para determinar el tratamiento de mayor efectividad se realizaron las pruebas de comparación de medias respectivas. Adicionalmente con el tratamiento de mayor efectividad para cada estado se obtuvo el tiempo letal 50 (TL $_{50}$ ). Los análisis se realizaron mediante el programa SAS Version 9.1 (Statistical Analisis System).

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Efecto de nemátodos entomopatogenos sobre adultos de** *M. h. sericeus*. Con la aplicación de nemátodos a los adultos de *M. h. sericeus* no se observó ninguna sintomatología de parasitismo (flacidez o cambio de color), debido a su coloración natural oscura y la dureza de su exoesqueleto. El porcentaje de mortalidad en los adultos de *M. h. sericeus* fue diferente (P =0,0001 para los dos nemátodos) entre

las dosis, presentándose la mayor mortalidad en ambas especies de nemátodos (*H. bacteriophora* y *S. carpocapsae*) con la dosis de 1000 JI/adulto, seguido de 100 JI/adulto y de 10 JI/adulto. Se registró una mayor y más consistente patogenicidad de *H. bacteriophora* sobre estados adultos de *M. h. sericeus*, ya que los porcentajes de mortalidad fluctuaron para las concentraciones de J.I evaluadas entre 6.71 y 79.94%, mientras que para *S. carpocapsae* dichos valores estuvieron entre 19.02 y 55.34% (Tabla 1).

Especie	Dosis (JI/insecto)	% promedio de mortalidad	Tukey 0.05
H. bacteriophora	10	6.71	F
	100	25.43	D
	1000	79.94	A
S. carpocapsae	10	19.02	E
	100	36.89	С
	1000	55.34	В
Testigo	0	1.97	G

<sup>\*</sup>Datos corregidos por la fórmula de Shnneider Orelly

Las diferencias pudieron ser ocasionadas por la facilidad de entrar vía cuticular que posee *H. bacteriophora* y coincide con lo encontrado por algunos autores que registran mayor eficiencia de heterorhabdítidos sobre otros barrenadores como *Otiorhynchus sulcatus* (F.), *O. ovatus* (L.), *Sphenophorus pulvurus* Gyllenhal, 1838, *Cylas formicarius* (Fabricius) y otros insectos como *Manaharva fimbriolata* y *Frankiniella* sp. (BEDDING & MILLER, 1981; CHYZIK *et al.*, 1996; DORSCHNER *et al.*, 1989; LEITE *et al.*, 2005; ROSALES & SUÁREZ, 1998). Sin embargo, la mortalidad para los adultos de *M. h. sericeus* fue mucho más baja que la registrada para sus estados inmaduros, lo que pudo deberse a la menor movilidad, a la exposición de sus espiráculos y al exoesqueleto menos quitinizado de la larva.

Teniendo en cuenta que el tratamiento en donde se obtuvo los mayores porcentajes de mortalidad para ambas especies de nemátodos fue 1000 JI/adulto, se determinaron los valores de  $\mathrm{TL}_{20^{150,70}}\mathrm{y}_{90^{10}}$ , iniciando *S. carpocapsae* la mortalidad del insecto a partir de las 2.47 h. El  $\mathrm{TL}_{90}$  de *H. bacteriophora* fue de 197,82 h., mientras que para *S. carpocapsae* fue de 492.69 h (Tabla 2).

**Tabla 2.** Tiempos letales (en horas) para la dosis de 1000JI/insecto de nemátodos entomopatogenos sobre adultos de *M. h. sericeus* 

TL	H. bacteriophora (1000 JI/insecto)	S. carpocapsae (1000 JI/insecto)
20	13.11	2.47
50	84.56	192.12
70	128.82	308.03
90	197.82	492.69

La mayor rapidez del género *Steinernema* para matar a su presa fue registrada igualmente para ninfas de *Mahanarva fimbriolata* (: Cercopidae) por LEITE *et al.*, (2005). En algunos trabajos realizados sobre capacidad patogénica de nemátodos entomopatgenos (steinernemátidos y heterorhabdítidos) sobre adultos de *Cosmopolites sordidus* (: Curculionidae) se han registrado dosis de 1000 JI/adulto/ml que después de 360 h de evaluación alcanzan porcentajes de mortalidad del 80 y 76% (*H. bacteriophora* y *S. carpocapsae*, respectivamente) (ROSALES & SUAREZ, 1998). En la disección de adultos se observaron porcentajes de penetración que oscilaron entre 3.12 y 8.75% para *H. bacteriophora* y entre 1.9 y 8.18% para *S. carpocapsae* (Tabla 3).

Tabla 3. Parasitismo de entomopatogenos sobre adultos de M. h. sericeus

Especie	Dosis (JI/insecto)	% Parasitismo
H. bacteriophora	10	8.75
	100	7.00
	1000	3.12
S. carpocapsae	10	8.18
	100	2.28
	1000	1.99

# Efecto de nemátodos entomopatogenos sobre larvas de M. h. sericeus.

Con la modificación del sistema de bioensayo en todas las larvas sometidas a infecciones con JI se presentaron sintomatologías con cambio de coloración y consistencias gomosas para las dos especies de nemátodos. En las infecciones con *S. carpocapsae* las larvas se tornaron marrón, mientras que con *H. bacteriophora*, su coloración varió de rosado a rojo oscuro, sin diferencias entre las dosis utilizadas para cada nemátodo, lo que coincide con lo reportado por SÁENZ (2001) para varios insectos.

El porcentaje de mortalidad mostró diferencias significativas en relación con el testigo entre dosis (ANAVA, P=0.0001) y en las interacciones entre dosis y tiempos de evaluación (P=0.0001). Los porcentajes de mortalidad más altos se consiguieron con dosis de  $1000~\rm{JI/25}$  µl para H. bacteriophora y para S. carpocapsae, seguido de las dosis de  $100~\rm{y}$   $10~\rm{JI/25}$  µl para ambas especies de nemátodos, corregidos por el testigo (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje promedio de mortalidad de larvas de M. h. sericeus por nemátodos entomopatogenos

Especie	Dosis (JI/insecto)	% de mortalidad	Tukey 0.05
H. bacteriophora	10	57.41	CD
	100	61.29	С
	1000	94.57	A
S. carpocapsae	10	49.58	D
	100	87.56	В
	1000	89.79	AB
Testigo	0	1.49	E

<sup>\*</sup>Datos corregidos por la fórmula de Shnneider Orelly

Observaciones similares sobre la mayor susceptibilidad de estados inmaduros de coleópteros a nemátodos entomopatogenos, comparada con los adultos, ha sido reportada en *Otiorhynchus sulcatus, O. ovatus, Macronoctua onusta* (GILL & RAUPP, 1997), *Popillia japonica* Newman (WANG & GAUGLER, 1998), *Clavipalpus ursinus* Blanchard (SÁENZ, 2001) y *Tribolium castaneum* (Herbst) (RAMOS-RODRÍGUEZ *et al.*, 2006). La menor susceptibilidad de los adultos puede deberse a la dureza de los exoesqueletos de los escarabajos, al cubrimiento de los espiráculos por los élitros en algunos de los casos, a la facilidad de retirar a los nemátodos con las patas y en el caso específico de curculiónidos, a la incapacidad de los nemátodos de desplazarse a través de un rostro largo como en el de *M. h. sericeus*. Las larvas, por el contrario, son de movimiento más limitado, no tienen apéndices para locomoción ni defensa, son de cutícula suave y adicionalmente tienen boca, ano y espiráculos expuestos y disponibles para el ingreso de los nemátodos entomopatogenos, lo que las pudo hacer más susceptibles a la invasión e infección por éstos.

El porcentaje de mortalidad en las larvas de *M. h. sericeus* fue diferente (P =0,0001) para los dos nemátodos entre las dosis, presentándose la mayor mortalidad en ambas especies de nemátodos (*H. bacteriophora* y *S. carpocapsae*) con la dosis de 1000 JI/larva, seguido de 100 JI/larva y de 10 JI/larva. La mortalidad presentada por los dos nemátodos con la dosis de 1000 JI/larva fue similar estadísticamente, mientras que en *S. carpocapsae* la mortalidad ocasionada a las larvas con las dosis de 100 y 1000 JI/larva fue igual estadísticamente (Tabla 4). Los porcentajes de mortalidad fluctuaron para las concentraciones de J.I evaluadas entre 49.58 y 89.79% para *S. carpocapsae*, mientras que para *H. bacteriophora* estos valores estuvieron entre 57.41 y 94.57% (Tabla 4).

Se determinaron los valores de TL<sub>50</sub> para cada uno de los tratamientos obteniendo 29.84 y 21.84 h para *H. bacteriophora* y *S. carpocapsae*, respectivamente (Tabla 5).

**Tabla 5.** Tiempos letales (en horas) para la dosis de 1000JI/larva de nemátodos entomopatogenos sobre larvas de *M. h. sericeus* 

TL	H. bacteriophora (1000JI/larva)	S. carpocapsae (1000JI/larva)
20	26.12	12.83
50	29.84	21.84
70	31.11	27.35
90	35.73	36.12

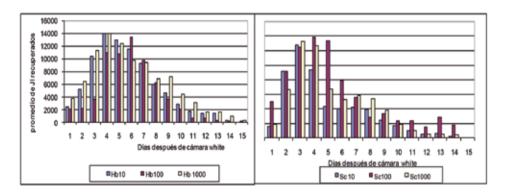
La mayor rapidez del género *Steinernema* para matar a su presa fue registrada igualmente para ninfas de *M. fimbriolata* por LEITE *et al.*, (2005). ROSALES & SUÁREZ (1998) en su trabajo con *C. sordidus* registraron lapsos mayores con aislamientos nativos de Venezuela de *S. carpocapsae* y *H. bacteriophora*, lo que demuestra las diferencias entre dichos aislamientos y la potencialidad de los empleados en el presente estudio.

Durante las disecciones de larvas parasitadas se observó que pasadas 48 h de su muerte, hubo desarrollo de estados adultos de los nemátodos para las dos especies (hermafroditas para *H. bacteriophora*, hembras y machos para *S. carpocapsae*). El desarrollo y multiplicación de cada nemátodo en su insecto hospedante, facilitaría

ool.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 87 - 97

la selección del mejor entomopatógeno y su inclusión como controlador biológico, pues lograría causar epizootias en el hábitat de la plaga. Los dos nemátodos en todas las dosis evaluadas lograron multiplicarse y reproducirse en larvas de *M. h. sericeus*.

En cuanto a la multiplicación de las dos especies de nemátodos en las larvas de *M. h. sericeus*, se observó que el mayor promedio de multiplicación de *H. bacteriophora* se obtuvo el día 5 con 14049 JI con la dosis de 1000 JI/larva, mientras que para *S. carpocapsae* el mayor promedio fue de 13841 JI en el día 4. La multiplicación duró 15 y 14 días en *H. bacteriophora y S. carpocapsae*, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1**. Comportamiento de la producción de JI de *S. carpocapsae* All Strain y *H. bacteriophora* en larvas de *M .h. sericeus* a través del tiempo (JI/larva)

Las larvas infectadas con 10, 100 y 1000 JI/larva de *H. bacteriophora* produjeron un total de 813770, 466118 y 1195186 JI, respectivamente, mientras que aquellas infectadas con *S. carpocapsae* produjeron 328910, 1320810 y 869910 JI, para las mismas dosis. La mayor producción de JI de *S. carpocapsae*, fue similar a la encontrada en estados inmaduros de otros insectos (LEITE *et al.,* 2005). Adicionalmente se observó que el inicio de la multiplicación de los nemátodos en *H. bacteriophora* a la dosis de 10 JI/larva tuvo un período de 6-8 días, en la dosis de 100 JI/larva de 5-7 días y en la dosis de 1000 JI/larva de 2-4 días, mientras que para *S. carpocapsae* fue de 5-6 días, 4-5 días y 1-4 días para las mismas dosis, respectivamente.

Cuando se utilizan menos nemátodos por larva, se presenta una mayor disponibilidad de nutrientes, lo cual retarda todo el proceso de desarrollo del nemátodo al interior del insecto. Esto se apreció claramente para las dos especies de nemátodos, ya que, los tiempos de emergencia indistintamente son mayores.

La producción de los JI por larva, sumada a la capacidad de desplazamiento horizontal y vertical que poseen estos organismos, a la baja movilidad de las larvas al interior de las galerías en el plátano y a las condiciones de oscuridad y humedad que la planta ofrece, sugieren que al inyectarse al pseudotallo del plátano los JI podrían estar ocasionando mortalidad permanente de varias generaciones de la plaga.

## **CONCLUSIONES**

La susceptibilidad de los estados de *M. h. sericeus* evidenciada en este trabajo indican que *S. carpocapsae* All Strain y *H. bacteriophora* podrían emplearse como una herramienta adicional en el manejo integrado de la plaga. Se observó claramente la patogenicidad y diferentes grados de virulencia de las especies utilizadas y la capacidad desarrollarse, especialmente en estados inmaduros (larvas), cumpliendo su ciclo completo y multiplicándose en larvas infectadas, características deseables en controladores biológicos. A estos resultados se puede agregar que la gran mayoría de nemátodos entomopatogenos son compatibles con todos los métodos de aplicación usados en la agricultura tradicional y que los JI de los nemátodos evaluados son compatibles con casi todos los agroquímicos bajo condiciones de campo, siendo habitantes naturales del suelo, lo que representa una ventaja más en la utilización de alternativas en el manejo integrado de *M. h. sericeus*.

# BIBLIOGRAFÍA

- AYALA, L.D., CALVACHE, H. & LEIVA, F.A., 2004.- Evaluación de técnicas de aplicación de *Steinernema* carpocapsae (Rhabditida: Steinernematidae) para el control del barrenador gigante de la palma *Cyparissius daedalus* Cramer en los Llanos Orientales de Colombia. Agronomía Colombiana (Colombia). 22 (2): 119-127.
- BARBERENA, M.F. & BELLOTTI, A.C., 1998.- Parasitismo de dos razas del nemátodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la chinche *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) en laboratorio. Revista Colombiana de Entomología (Colombia). 24 (1-2): 7-11.
- BEDDING, R.A. & MILLER, L.A., 1981.- Use of a nematode, *Heterorhabditis heliothidis*, to control black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*, in potted plants. Annals of Applied Biology 99: 211-216.
- CAICEDO, A.M. & BELLOTTTI, A.C., 1996.- Reconocimiento de nemátodos entomopatogenos nativos asociados con *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) en ocho localidades de Colombia. Revista Colombiana de Entomología (Colombia). 22 (1): 19-24.
- CASTRILLÓN, C. & HERRERA, J.G., 1986.- Los picudos negro y rayado del plátano y banano. Revista ICA Informa, Abril-Mayo- Junio: 11-14.
- CERDA, H., LÓPEZ, A., SANOJA, O., SÁNCHEZ, P. & JAFFÉ, K., 1996.- Atracción olfativa de *Cosmopolites sordidus* Germar (1824) (Coleoptera: Curculionidae) estimulado por volátiles originados en musáceas de distintas edades y variedades genómicas. Agronomía Tropical 46 (4): 413-429.
- CHYZIK, R., GLAZER, I. & KLEIN, M., 1996.- Virulence and efficacy of different entomopathogenic nematode species against western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). Phytoparasitica 24 (2): 103-110.
- CUTHBERTSON, A.G., HEAD, J., WALTERS, K.F. & GREGORY, S.A., 2003. The efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against the immature stages of *Bemisia tabaci*. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos). 83 (3): 267-267.
- DORSCHNER, K.W., AGUDELO-SILVA, F. & BAIRD, C.R., 1989.- Use of heterorhabditid and steinernematid nematodes to control black vine weevils in hop. Florida Entomologist 72: 544-556.
- GARCÍA ROA, F., GÓMEZ, J.E. & BELALCAZAR, S., 1994.- Manejo biológico de *Cosmopolites sordidus* (Germar) en plátano. Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical. Memorias XI reunión en San José, Costa Rica. 13-18 de febrero.
- GARZÓN, M.Y., AZA, B.O., JIMÉNEZ, J. & LUQUE, J.E., 1996.- Potencial del nematodo *Steinernema* sp., para el control biológico del gusano blanco de la papa. Revista Colombiana de Entomología (Colombia), 22 (1): 25-30.
- GIBLIN, R.M., PEÑA J.E. & DUNCAN, R., 1996a.- Evaluation of entomogenous nematodes and chemical insecticides for control of *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Entomological Science 31: 240-251.
- GIBLIN, R.M., PEÑA, J.E., OEHLSCHLAGER, A.C. & PEREZ, A.L., 1996b.-Optimization of Semiochemical-based trapping of *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Chemical Ecology 22: 1389-1410.
- GILL, S.A. & RAUPP, M.J., 1997.- Evaluation of biological and chemical applications for control of iris borer. Journal Environmental Horticulture 15: 108-110.
- GOLD, C.S., 2000.- Biology and integrated pest management of banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar), pp. 28-33. En: Molina, A. B.; Roa, V. N.; Maghuyop, M. A. G. (eds.). Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific. Vol. 10. Proceedings of the 10th INIBAP-ASPNET Regional Advisory Commitee meeting held an Bankok, 2000/11/10-11, INIBAP- ASPNET, Los Baños.

- GOLD, C.S. & MESSIAEN, S., 2002.- El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Montepellier Cedex 5, Francia, Inibap. pp. 35-40.
- GRIFFIN, C.T., BOEMARÊ, N.E. & LEWIS, E.E., 2005.- Biology and Behaviour, pp. 47-64. En: Grewal, P. S.; Ehlers, R. U. Chapter 2 Nematodes as biocontrol agents. Shapiro-Ilan, D.I. Eds. CABI Publishing. Oxfordshire. U. K.
- HEAD, J., LAWRENCE, A.J. & WALTERS, K.F., 2004.- Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against *Bemisia tabaci* in relation to plant species. Journal of Applied Entomology (Estados Unidos). 128 (8): 543-547.
- KAYA, H. & STOCK, S., 1997.- Techniques in insect nematology, pp. 281-324. En: Lacey, L. A. (ed.) Manual of techniques in insect pathology. Biological techniques. Academic Press, Inc. San Diego. Chap. 6.
- KAYA, H.K., AGUILERA, M.M., ALUMAI, A., CHOO, H.Y., TORRE, M. de la; FODOR, A., GANGULY, S., HAZIR, S., LAKATOS, T., PYE, A., WILSON, M., YAMANAKA, S., YANG, H. & EHLERS, R-U., 2006.- Status of entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria from selected countries or regions of the world. Biological Control 38: 134-155.
- KAKOULI, T. & HAGUE, N., 1999.- Infection, development and reproduction of the entomopathogenic nematode *Steinernema arenarium* (Nematoda: Steinernematidae) in the black vine weevil *Otiorhinchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). Nematology. 1 (2): 149 –156.
- KIM, H., CHOO, H.Y., KAYA, H.K., LEE, D.W., LEE, S.M. & JEON, H.Y., 2004. *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) as a Biological Control Agent Against the Fungus Gnat *Bradysia agrestis* (Diptera: Sciaridae) in Propagation Houses. Biocontrol Science and Technology, (Estados Unidos).14 (2): 17–83.
- LEITE, L.G., MACHADO, L.A., GOULART, R.M., TAVARES, F.M. & BATISTA FILHO, A., 2005.- Screening of entomopathogenic nematodes (Nemata: Rhabditida) and the efficiency of Heterorhabditis sp., against the Sugarcane Root Spittlebug Mahanarva fimbriolata (Fabr.) (Hemiptera: Cercopidae). Neotropical Entomology 34 (5): 785-790.
- LEZAMA, R., HAMM, J.J., MOLINA, J., LÓPEZ, M., PESCADOR, A., GONZÁLEZ, R. & STYER, L., 2001.- Occurrence of entomopathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Mexican States of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. Florida Entomologist. (Estados Unidos). 84 (1): 23–30.
- LÓPEZ-NÚÑEZ, J.C., CANO, L., GÓNGORA, C., STOCK, P., 2007. Diversity and evolutionary relationships of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) from the Central Andean region of Colombia. Nematology 9 (3): 333-341.
- MONTUFAR, E., 1993.- Efecto de tres concentraciones del nematodo *Steinernema carpocapsae* y del cubrimiento del plato radicular con raquis en el control del barrenador de raíces (*Sagalassa valida* Walker) de palma africana de Tumaco. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia). p.105
- ORTIZ, L. E., 1994.- Control microbiano de Sagalassa valida Walker (Lepidoptera:
- Glyphipterigidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae* en Tumaco Nariño. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Bogotá, Bogotá (Colombia). p 97.
- RAMOS-RODRÍGUEZ, O., CAMPBELL, J.F. & RAMASWAMY, S.B., 2006.- Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored-product insect pests. Journal of Stored Products Research 42: 241–252.
- RENN, N., 1998.- Routes of penetration of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* attacking larval and adult houseflies (*Musca domestica*). Journal of Invertebrate Pathology 72: 281-287.
- RESTREPO, L.G., RIVERA, F. & RAIGOSA, J., 1982.- Ciclo de vida, hábitos y morfometría de *Metamasius hemipterus* Olivier y *Rhychophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Acta Agronómica. 32 (114): 33-44.
- ROSALES, L.C. & SUÁREZ, Z., 1998.- Nematodos entomopatógenos como posibles agentes de control del gorgojo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae). Boletín Entomología Venezolana 13 (2): 123-140.
- SÁENZ, A., 2001.- Los nemátodos entomopatógenos: actualidad y perspectivas. Seminario regional en control biológico. Memorias primer seminario regional en control biológico. Santa Rosa de Cabal: Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal.
- SÁENZ, A., 1998.- *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 cepa Villapinzón (Rhabditada: Steinernematidae): ciclo de vida, patogenicidad y métodos de cría. Tesis M. Sc. en Entomología. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Bogotá. Bogotá (Colombia). p.130
- SÁENZ, A. & LUQUE, J.E., 2000.- Ciclo de vida del entomonematodo *Steinernema feltiae* Flipjev. Agronomía colombiana (Colombia). 17 (1-3): 17–24.
- SALDARRIAGA, V.A., 1981.- Industrialización de la Caña. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Compendio Nº 42. Medellín, 154 -155.
- TREVERROW, L.N. & BEDDING, R., 1993.- Development of a system for the control of the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* with entomopathogenic nematodes, pp.41-47. En: Bedding, R.; Akhurst, R.; Kaya, H. K. (eds.) Nematodes and the biological control of pest. Melbourne Australia.
- WANG, Y. & GAUGLER, H.M., 1998.- Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. Journal of Invertebrate Pathology 72: 313-318.
- WOUTS, W.M., 1991. *Steinernema (Neoaplectana)* and Heterorhabditis species, pp. 855-897. In: Nickle, W. R. (ed.) Manual of agricultural nematology. New York: Marcel Dekker.

ZULUAGA,A. 2003.- Identificación de chizas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pasto "Kikuyo" (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) y papa (*Solanum tuberosum* Linneo) y sus posibles enemigos naturales en Cundinamarca. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Bogotá. Bogotá (Colombia). p.52

# ZOOLOGÍA VERTEBRADOS Vertebrate Zoology



# MAMÍFEROS DE CALDAS: UN ANÁLISIS DE VACÍOS DE INFORMACIÓN<sup>1</sup>

John Harold Castaño Salazar<sup>2</sup>

#### Resumen

El departamento de Caldas, dada su ubicación en los Andes colombianos, exhibe una gran variabilidad ambiental, sin embargo, ha sufrido drásticas transformaciones, principalmente resultado de acciones antrópicas. El objetivo de este trabajo fue recopilar información existente de la mastozoofauna del departamento de Caldas identificando vacíos de información y prioridades de conservación. Se recopiló toda la información encontrada en la literatura y los catálogos de colecciones y museos. Caldas tiene 158 especies de mamíferos, lo cual representa el 35% de los mamíferos colombianos. Los datos reunidos aquí incrementan 34 especies más para el departamento. 22 de los 27 municipios de Caldas tienen información, pero la mayoría de registros se concentran en la cuenca del río La Miel y la cuenca del río Chinchiná; los demás Municipios tienen poca información debido a bajos o nulos esfuerzos de muestreo de mamíferos. El departamento de Caldas presenta seis ecorregiones; todas ellas han sido muestreadas; presentandose mayor número de registros y riqueza de especies, en los bosques montanos del Magdalena y del Cauca, las ecorregiones con menor intensidad de muestreo son los bosques secos del Cauca y Magdalena, y los páramos. Caldas alberga por lo menos siete especies endémicas y 20 con alguna categoría de amenaza. Aún hay especies que probablemente se encuentran en el departamento, pero no se incluyeron en el presente listado debido a que su presencia no se ha documentado científicamente.

**Palabras Clave:** Andes centrales, colecciones científicas, diversidad, riqueza, sistemas de información geográfica.

# MAMMALS FROM CALDAS: AN INFORMATION GAPS ANALYSIS

#### **Abstract**

Due to its location in the Colombian Andes, the department of Caldas, displays a large environmental variability. However, it has undergone dramatic changes, mainly due to human actions. The aim of this study was to gather existing information from the mammal fauna records of Caldas thus identifying information gaps and conservation priorities. All the information found in the literature and catalogs of collections and museums was compiled. Caldas has 158 species of mammals which represent 35% of Colombian mammals. The data collected here increased 34 more species for the department. Twenty-two of the twenty seven municipalities of Caldas have information, but most records are concentrated in the basin of La Miel and Chinchiná River; the rest of the Municipalities have little information because of low or no effort for sampling mammals. The department of Caldas has six eco regions, all of which have been sampled, appearing more records and species richness in the dry forests of the Magdalena and Cauca eco regions; the least intensity of sampling are the dry forests of the Cauca and Magdalena rivers and in the moors. Caldas houses seven endemic species and 20 endangered species. Still there are species that are probably in the department, but were not included in this list because their presence has not been scientifically documented.

<sup>\*</sup> FR: 4-IV-2011. FA: 29-X-2011.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Este trabajo fue contratado por CORPOCALDAS (contrato Nº 015 del 19 de julio de 2010).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Director Investigaciones Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC, john.castano@unisarc.edu.co

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 101 - 119

**Keywords:** Central Andes, scientific collections, diversity, richness, geographic information systems.

# INTRODUCCIÓN

olombia es considerado el quinto país con mayor riqueza de mamíferos en el mundo, después de Indonesia, Brasil, Perú y México (RODRÍGUEZ-MAHECHA, et al., 2006). De esta riqueza, cerca de la mitad de especies se localizan en los Andes y alrededor del 40% son exclusivas de esta región (LÓPEZ-ARÉVALO & MONTENEGRO-DÍAZ, 1993; ALBERICO et al., 2000). Tal diversidad se ha atribuido en buena medida a la compleja historia geológica y biogeográfica que presenta la cordillera de los Andes (HERNÁNDEZ-CAMACHO et al., 1992) la cual exhibe una gran variabilidad ambiental, donde se conjuga el gradiente altitudinal con la variedad de los factores climáticos, dando como resultado la presencia de diferentes ecorregiones que, en conjunto, muestran una altísima diversidad beta, producto del rápido reemplazo de especies a lo largo del gradiente altitudinal (VAN DER HAMMEN et al., 1995; SORIANO et al., 1999; CASTAÑO & CORRALES 2010). El departamento de Caldas, dada su ubicación en los Andes colombianos, reúne buena parte de esta riqueza ambiental, sus límites van desde la cuenca de río Magdalena hasta la cuenca del río Cauca incluyendo ambas vertientes de la cordillera Central y la vertiente oriental de la cordillera Occidental, en un rango altitudinal entre los 200 y los 5423 m de elevación, abarcando cinco ecorregiones además de la confluencia entre las provincias biogeográficas Chocó-Magdalena y la provincia Norandina (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 1990; HERNÁNDEZ-CAMACHO & Sánchez, 1992).

Los bosques de Caldas, al igual que otros bosques andinos colombianos, han sufrido drásticas transformaciones, principalmente resultado de acciones antrópicas, como el pastoreo y la expansión de la frontera agrícola (ANDRADE *et al.*, 1992). Estas actividades han llevado a que un gran número de bosques persistan actualmente como fragmentos, con diferentes grados de intervención y aislamiento (KATTAN & ÁLVAREZ-LÓPEZ, 1996), acarreando consecuencias para las poblaciones de mamíferos; como alteraciones en la estructura de la comunidad y extinciones locales (CUTLER, 1991). Es debido a este tipo de problemáticas que se hace necesario implementar estrategias que permitan favorecer el mantenimiento de la diversidad y la viabilidad de las poblaciones durante el tiempo, en un paisaje cambiante.

En el departamento de Caldas se han realizado inventarios de mamíferos desde hace casi 100 años, exploradores de museos norteamericanos iniciaron el estudio sistemático de la mastofauna caldense. Los primeros registros que se tienen, provienen de Leo E. Miller, quien colectó 14 mamíferos en el municipio de Aguadas en el año de 1911, los cuales están depositados en el American Museum of Natural History; durante los años 20´s y 40´s el hermano lasallista Nicéforo María realizó colectas ocasionales de mamíferos de Caldas, las cuales fueron depositadas en Field Museum of Natural History y National Museum of Natural History; posteriormente Philip Hershkovitz en 1951 realizó una expedición que incluyó los municipios de Manizales y Samaná, donde colectó cerca de 120 ejemplares actualmente depositadas en Field Museum of Natural History; en 1967 el médico parasitólogo holandés Cornelis. J. Marinkelle colectó decenas de murciélagos vampiros en el municipio de La Dorada en busca de parásitos sanguíneos.

Más recientemente, se empiezan a realizar estudios sistemáticos por parte de instituciones colombianas, a partir de los años 80 sobresalieron Alberto Cadena y Jorge Hernández Camacho de la Universidad Nacional y el INDERENA, las colecciones de estos dos mastozoólogos se encuentran en el ICN y IAVH principalmente. También es de resaltar la labor del naturalista Jesús H. Vélez, quien colectó y preparó decenas de ejemplares de mamíferos de Caldas y fundó en los años 70´s el Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, dando inicio a las colecciones científicas en nuestra región; a partir de los años 90´s CORPOCALDAS, la Universidad de Caldas y otras instituciones regionales han continuado la elaboración de estudios mastozoológicos. En el año 2003 fueron recopilados todos estos trabajos en una lista de 124 especies de mamíferos de Caldas (CASTAÑO et al., 2003), sin embargo, dicha lista dista mucho de ser completa, aún no se ha hecho un análisis adecuado que recopile trabajos más recientes, tampoco se han hecho análisis zoogeográficos que identifiquen vacíos de información y prioridades de conservación en nuestro departamento. Este trabajo tiene el objetivo de reunir y analizar toda la información que se tenga de la mastozoofauna del departamento de Caldas identificando vacíos de información y prioridades de conservación.

# **METODOLOGÍA**

## Recolección de la información

Se revisaron colecciones científicas (Tabla 1), literatura gris (CUARTAS, 1997; SANABRIA, 1998; SIMIENTE, 2000; CASTAÑO, 2001; INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA, 2002; NEOTRÓPICOS-HIDRAMSA, 2003; GÓMEZ, 2004, RAMÍREZ, 2008; JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSIDAD DE CALDAS, 2008, 2009, 2010; RONCANCIO, 2009; CORRALES & LÓPEZ, 2009; MARÍN, 2009; RONCANCIO, 2009; así como, publicaciones científicas (CARLETON & MUSSER, 1989; ANDERSON, 1999; ALBERICO, 2000; OSPINA, 2000; CASTAÑO *et al.*, 2003, 2004, 2010; SÁNCHEZ *et al.*, 2004, 2008; CASTAÑO & CARDONA, 2005; CASTAÑO & CORRALES, 2007, 2010; GARDNER 2008; RONCANCIO & ESTÉVEZ, 2007; LOTERO *et al.*, 2010; RODRÍGUEZ-POSADA, 2010.) además se incluyeron los registros provenientes de banco de imágenes de la Subdirección de Recursos Naturales de CORPOCALDAS (ÓSCAR OSPINA com pers.)

		se encuentran d		

Colección científica	Acrónimo	<b>Ejemplare</b> s	Especies
Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, Manizales-			
Colombia	MHNUC	737	141
Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá-Colombia	ICN	365	64
Field Museum of Natural History, Chicago-U.S.A	FMNH	120	27
Colección Teriológica Universidad de Antioquia	CTUA	62	27
Instituto Alexander Von Humboldt	IAVH	58	28
Museo Javeriano de Historia Natural "Lorenzo Uribe Uribe"			
Pontificia Universidad Javeriana, Bogota-Colombia	MUJ	45	15
Smithsonian Institution National Museum of Natural History,			
Washington D.CU.S.A	NMNH	43	4
American Museum of Natural History, New York City-U.S.A.	AMNH	14	6
Royal Ontario Museum, Toronto-Canada	ROM	10	2
Colección de vertebrados Universidad del Valle	UV	1	1

Con el fin de depurar la información registrada en la literatura gris, se tomaron en cuenta sólo aquellos registros de presencia probada, es decir, que estuvieran acompañados de registros fotográficos, huellas, rastros, pieles, huesos o especímenes colectados. Se unificó y actualizó la nomenclatura general de acuerdo a WILSON & REEDER (2005), los roedores de la tribu Orizomyini de acuerdo a WEKSLER *et al.* (2006) para los órdenes Didelphimorphia, Cingulata, Pilosa, Soricomorpha y Chiroptera se siguió a GARDNER (2008).

Se construyó una matriz donde a cada uno de los ejemplares registrados se le incorporaron datos taxonómicos (orden, familia, subfamilia, género y especie), geográficos (departamento, corregimiento, municipio, localidad, elevación, ecorregión y coordenadas) de grado de amenaza según UICN (2010) y Libro Rojo (RODRÍGUEZ-MAHECHA, et al. 2006) y de fuente (colección científica, informe, tesis o publicación que registrara los datos, número de colección, autores). En los casos en los cuales la presencia de un registro no estaba acompañado de coordenadas geográficas, éstas fueron asignadas con ayuda del Diccionario GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI y Gacetero de DIVAGIS o fueron trianguladas con ayuda del mapa departamental de Caldas, escala 1:200.000 (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009) y los mapas de Google Earth. Las coordenadas en grados, minutos y segundos (sistema sexagesimal) fueron transformadas al sistema decimal (Datum WGS 84; HIJMANS, et al. 2005). Posteriormente fueron proyectadas sobre mapas de división administrativa municipal, de curvas de nivel (suministrados por CORPOCALDAS) y de ecorregiones del mundo (WWF 2010), de esta manera cada ejemplar (fila) dentro de la base de datos queda proyectado sobre las plantillas o capas y contiene toda la información asociada (taxonómica geográfica y de fuente).

# RESULTADOS

La información reunida en este trabajo provino de 1455 ejemplares depositados en 10 colecciones científicas (seis colombianas y cuatro norteamericanas), 16 publicaciones científicas, cinco trabajos de tesis y 12 informes regionales. En el departamento de Caldas se tienen registros de 158 especies de mamíferos (Anexo 1) pertenecientes a 35 familias, incluidas en 12 órdenes taxonómicos (Tabla 2). Lo cual representa el 35% de las especies de mamíferos presentes en territorio colombiano (RODRÍGUEZ-MAHECHA *et al.*, 2006) Los datos reunidos aquí incrementan 34 especies más para el departamento (CASTAÑO *et al.*, 2003).

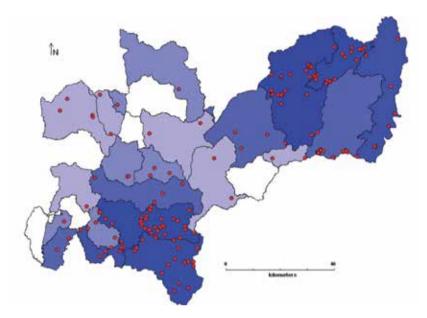
# Distribución política por municipios

En Caldas, 22 de los 27 municipios tienen alguna información de presencia de mamíferos, los municipios con mayor número de registros son, en orden descendente, Samaná, Manizales, Norcasia, Villa María y La Dorada con más de 100 registros cada uno, lo cual nos muestra dos focos donde se concentra la información, uno de ellos es en la cuenca del río La Miel, (Samaná, Norcasia, y La Dorada) y el otro es en la cuenca del río Chinchiná (Manizales y Villamaría).

**Tabla 2**. Diversidad de los mamíferos en Caldas a tres niveles taxonómicos, los números entre paréntesis representan los totales comparativos para Colombia.

Orden	Familia	Genero	Especie
DIDELPHIMORPHIA	1(1)		-
Didelphidae	. ,	9(13)	13(34)
PAUCITUBERCULATA	1(1)	. ,	. ,
Caenolestidae	. ,	1(1)	1(2)
PILOSA	2(4)		· · ·
Bradypodidae	. ,	1(1)	1(2)
Megalonychidae		1(1)	1(2)
Myrmecophagidae		1(2)	1(3)
CINGULATA	1(1)	- (-)	( )
Dasypodidae		2(3)	2(6)
SORICOMORPHA	1(1)	-(-/	_(-,
Soricidae		1(1)	1(5)
CHIROPTERA	6(9)		
Emballonuridae	/	5(8)	6(17)
Noctilionidae		1(1)	2(2)
Phyllostomidae		28(39)	45(102)
Thyropteridae		1(1)	1(3)
Vespertilionidae		5(5)	13(22)
Molossidae		2(6)	5(23)
PRIMATES	2(4)	-(-/	-()
Aotidae	_(.,	1(1)	2(5)
Atelidae		1(3)	1(6)
Cebidae		2(5)	2(12)
CARNIVORA	4(7)	_(-/	_(/
Canidae	.(.)	1(6)	1(6)
Procyonidae		4(5)	4(7)
Mustelidae		4(6)	4(8)
Felidae		3(5)	4(7)
Ursidae		1(1)	1(1)
PERISSODACTYLA	1(1)	.(.,	. ( . )
Tapiridae	. ( )	1(1)	1(3)
ARTIODACTYLA	2(2)	. ( )	. (-)
Tayassuidae	-(-/	1(2)	1(2)
Cervidae		1(3)	1(5)
RODENTIA	9(11)	- (- /	(-)
Sciuridae	,	2(3)	2(11)
Heteromyidae		1(1)	1(3)
Cricetidae		19(29)	29(70)
Muridae		2(2)	2(3)
Erethizontidae		2(3)	2(10)
Dinomyidae		1(1)	1(1)
Caviidae		1(1)	1(2)
Dasyproctidae		1(2)	1(4)
Cuniculidae		1(1)	2(2)
Echimyidae		1(9)	1(26)
LAGOMORPHA	1(1)	. (0)	.(20)
Leporidae	,	1(1)	2(2)
Total	35	107	158

**Mapa 1.** Registros de mamíferos en los municipios del departamento de Caldas; sobre el mapa se proyectan las 157 localidades donde se tienen registros de mamíferos de Caldas. Los municipios en tonos oscuros presentan más registros que tonos claros, color blanco indica ausencia de registros.



Los demás municipios tienen poca información debido principalmente a bajos o nulos esfuerzos de muestreo de mamíferos. Lo cual nos indica que aún estamos lejos de conocer la riqueza real de especies de éstos en el departamento (Mapa 36). Los municipios con mayor riqueza de especies de mamíferos son, a su vez, los que presentan mayor número de registros (tabla 3). Lo cual enmascara los verdaderos patrones de diversidad de especies, ya que, algunos municipios que en este análisis aparecen con pocas especies, debido a la falta de registros, potencialmente deberían tener una alta riqueza de mamíferos, pues presentan un gradiente altitudinal amplio, complejidad geográfica y buena cobertura de bosques, tal puede ser el caso de 22 de los 27 municipios de Caldas. Los municipios con mayores vacíos de información se ubican en la vertiente oriental de la cordillera occidental y en el norte de Caldas.

Los municipios con mayores vacíos de información se ubican en la vertiente oriental de la cordillera occidental y en el norte de Caldas.

# Análisis de la distribución y comparación entre Ecorregiones

Al superponer el mapa político de Caldas con el mapa de las ecorregiones del mundo (WWF, 2010), se evidencia la presencia de seis ecorregiones: Bosques secos del Valle del Cauca (BSVC), Bosques montanos del Valle del Cauca (BMVC), Bosques montanos del Valle del Magdalena (BMVM), Páramos Norandinos (PaNA), Bosques mixtos del Urabá-Magdalena (BMUM), y Bosques secos del Magdalena (BSVM; Mapa 59).

**Tabla 3.** Riqueza de especies de mamíferos. Número de registros y localidades estudiadas para los diferentes municipios del Departamento de Caldas.

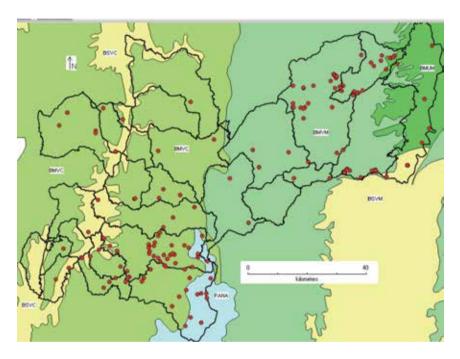
Municipio	Registros	Especies	Localidades
Samaná	527	84	29
Manizales	368	81	43
Norcasia	163	53	17
Villamaría	126	31	16
La Dorada	72	22	6
Chinchiná	62	32	5
Belalcázar	43	13	2
Victoria	36	24	7
Pensilvania	34	15	3
Neira	21	15	4
Filadelfia	16	8	2
Palestina	15	10	4
Aguadas	14	9	3
Aranzazu	13	8	1
San José	12	8	1
Marmato	10	7	1
Riosucio	5	4	4
Marulanda	4	3	2
Marquetalia	3	2	2
Anserma	2	2	2
Supia	2	2	1
Salamina	2	1	1
La Merced	0	0	0
Manzanares	0	0	0
Pácora	0	0	0
Risaralda	0	0	0
Viterbo	0	0	0

Las seis ecorregiones que ocurren en el departamento de Caldas han sido muestreadas, aunque con diferente intensidad; las ecorregiones con mayor número de registros y mayor riqueza de especies, son los bosques montanos del Magdalena y del Cauca, con el 44% y el 26% de los registros respectivamente, las ecorregiones con menor intensidad de muestreo son los bosques secos del Cauca y Magdalena con 6% y el 0.5% de los registros, respectivamente. Las ecorregiones con mayor riqueza de especies de mamíferos son, a su vez, las que presentan un mayor número de registros (Tabla 4). Lo cual enmascara los verdaderos patrones de diversidad de especies, puesto que ecorregiones con alta diversidad potencial, pueden aparecer con pocas especies debido a una falta de muestreo adecuada.

El análisis de vacíos de información indica que las ecorregiones más críticas son los bosques secos Cauca y Magdalena (Tabla 29), lo cual cobra mayor trascendencia si consideramos que el bosque seco en Colombia es uno de los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos, donde los pocos remanentes existentes presentan mínima cobertura, y están *ad portas* de desaparecer completamente en sus condiciones originales (IAVH, 1998).

**Tabla 29.** Riqueza de especies de mamíferos (S). Número de registros y localidades estudiadas para las diferentes ecorregiones del departamento de Caldas. **BMVM:** bosques montanos del valle del Magdalena, **BMVC:** bosques montanos del valle del Cauca, **BMUM:** bosques mixtos del Urabá-Magdalena, **PaNA:** páramos norandinos, **BSVC:** bosques secos del valle del Cauca, y **BSVM:** bosques secos del Magdalena.

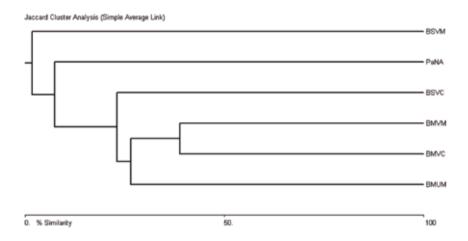
Mapa 2. Ecorregiones del departamento de Caldas; bosques secos del valle del Cauca (BSVC), bosques montanos del valle del Cauca (BMVC), bosques montanos del valle del Magdalena (BMVM), páramos norandinos (PaNA), bosques mixtos del Urabá-Magdalena (BMUM) y bosques secos del Magdalena (BSVM); en el mapa se proyectan las 156 localidades donde se tienen registros de mamíferos de Caldas.



# Comparación entre ecorregiones

Al comparar la similitud en la composición de especies de mamíferos entre las diferentes ecorregiones de Caldas, el dendrograma de similitud cualitativo (Figura 4), muestra que existen pocas similitudes entre éstas, es decir, que cada ecorregión presenta una fauna representativa de sí misma y diferente entre las demás; las ecorregiones más similares entre sí fueron BMVM y BMVC con un 40% de especies compartidas, es de esperarse que los bosques montanos en las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena presenten composiciones de especies más similares, a medida que se incrementen los registros. Es muy probable que los bajos valores de similitud estén influenciados por las deficiencias en el muestreo, lo cual hace que muchas especies sean exclusivas de una ecorregión debido a cuestiones del azar y no realmente como producto del recambio de especies entre ecorregiones. Las ecorregiones PaNA y BSVM presentan composiciones de mamíferos muy singulares, con mayor porcentaje de especies exclusivas, como lo veremos más adelante, los páramos y el valle del Magdalena han actuado como dos focos de endemismos

debido a sus particularidades climáticas que provocan un aislamiento biótico, presentando la mayor concentración de especies endémicas en el departamento de Caldas.



**Figura 4.** Análisis de similitud de Jaccard para las especies de mamíferos en seis ecorregiones de Caldas. **BSVC:** bosques secos del valle del Cauca, **BMVC:** bosques montanos del valle del Cauca, **BMVM:** bosques montanos del valle del Magdalena, **PaNA:** páramos norandinos, **BMUM:** bosques mixtos del Urabá-Magdalena y **BSVM:** bosques secos del Magdalena.

### VACÍOS DE INFORMACIÓN

En este estudio se hace evidente un sesgo en la información registrada; por un lado, existe muy poca información científica que registre la presencia de mamíferos medianos y grandes, que paradójicamente, son las especies más conocidas y valoradas por los campesinos y habitantes de las comunidades rurales (CASTAÑO & CORRALES, 2010) por otro lado, la mayoría de registros que se tienen, son de mamíferos pequeños (voladores y no voladores) los cuales generalmente son colectados y registrados más fácilmente por métodos de captura directa empleados por los investigadores, aunque son más desconocidos por los habitantes rurales; dicha paradoja demuestra una falta de comunicación entre la comunidad científica y la rural. Es importante estrechar estos lazos de comunicación y permitir que el conocimiento poseído por los campesinos sobre la fauna mamífera en sus territorios, sea transmitido a los científicos; para ello se recomienda, el empleo de encuestas a la comunidad rural donde además se tomen registros confiables como fotos, pieles, huellas, cráneos, etc., de dichas especies potencialmente presentes, pero poco registradas en nuestro departamento.

De acuerdo a la división política, 18 de los 27 municipios caldenses, reunidos en cuatro de los seis distritos en los que se divide el departamento de Caldas presentan vacíos de información, pues la misma en éstos es principalmente anecdótica. Ellos son: Distrito Alto Occidente (Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio, Supía), Distrito Alto Oriente (Manzanares, Marquetalia, Marulanda, Pensilvania), Distrito

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 101 - 119

Bajo Occidente (Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José, Viterbo) y principalmente Distrito Norte (Aguadas, Aranzazu, Pácora, Salamina). Los Distritos Centro-Sur (Chinchiná, Manizales, Neira, Palestina, Villamaría) y Distrito Magdalena Caldense (La Dorada, Norcasia, Samaná, Victoria) son los mejor estudiados, sin embargo, en tales distritos ni siquiera tenemos un conocimiento completo de la mastofauna, puesto que muchos de estos ambientes son tan diversos que muestreos repetidos, son insuficientes. En general los estudios de mamíferos en Caldas se han realizado de manera oportunista, no ha habido un plan de acción que permita un cubrimiento de la variedad altitudinal y ecorregional del departamento, es recomendable plantear estrategias que permitan hacer un uso eficiente de los recursos y obtener información importante para cubrir los vacíos de información.

Las ecorregiones con mayores vacíos de información son los bosques secos del Magdalena y del Cauca, es importante reunir esfuerzos para conocer la fauna de dichas ecorregiones, puesto que los bosques secos son unos de los ecosistemas colombianos más desconocidos y con mayor amenaza (IAVH 1998). Otra ecorregión que merece atención especial son los páramos norandinos, los cuales presentan una fauna "típica", que exhibe adaptaciones que le permitan sobrevivir a las inclemencias climáticas (MONASTERIO & VIULLEUMIER, 1986), no obstante, no conocemos suficientemente su fauna, porque los registros son pocos, especialmente en las cotas superiores a 3800 m, donde prácticamente no ha habido ningún estudio sistemático que considere el estudio de los mamíferos. Tomando en cuenta que los páramos sólo están presentes en cinco países del norte de Sur América, Caldas tiene ventajas comparativas para estudiar esta ecorregión, en comparación a otros departamentos de Colombia; pues tenemos la cercanía de Manizales, la capital departamental, con tales ambientes de alta montaña tropical, especialmente con el Parque Nacional Natural Los Nevados, donde existe una infraestructura vial y logística que permite el fácil acceso a investigadores en dicha ecorregión.

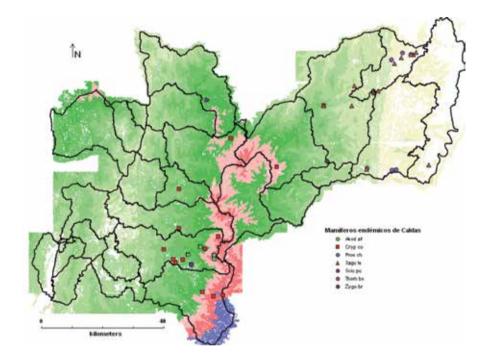
### PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

Existen varios criterios para seleccionar especies prioritarias para la conservación; se pueden basar en la importancia ecológica y el enfoque de "especies clave", aquellas con un efecto profundo en la comunidad o especies con valor especial, por ejemplo, especies amenazadas o endémicas. Otros criterios menos ecológicos como especies bandera o carismáticas las cuales por su belleza, comportamiento u otras particularidades llaman la atención del público en general, también están las especies sombrilla, que generalmente son de gran tamaño y amplios requerimientos ecológicos, de manera que al protegerlas se protege el hábitat de muchas otras más. En Caldas es necesario empezar a profundizar estudios ecológicos que permitan la identificación de especies clave en los diferentes ecosistemas, por ahora lo más objetivo sería enfocarnos en especies las amenazadas y endémicas de dicho departamento.

Especies amenazadas: Caldas alberga por lo menos 20 especies con alguna categoría de amenaza a nivel mundial, respecto a la última clasificación del UICN (2010), de las cuales dos se encuentran "en peligro", seis de ellas son "vulnerables", cuatro más están "casi amenazadas" y las ocho restantes tienen "datos deficientes" (Anexo 2).

**Especies endémicas:** En el departamento de Caldas se han registrado siete especies endémicas, de las cuales el Titi gris (*Saguinus leucopus*), la rata espinosa (*Proechimys chrysaeolus*) y el ratón canoso (*Zygodontomys brunneus*) se distribuyen exclusivamente en la cuenca del río Magdalena. Las otras cuatro especies, a saber, musaraña colombiana (*Cryptotis colombiana*) ratoncito colicorto (*Akodon affinis*), la ardillita andina (*Sciurus pucheranii*) y el ratón de Thomas (*Thomasomys bombycinus*) son endémicas de las zonas altas de los Andes colombianos (Mapa 3). En este mapa pone de manifiesto a dos centros de endemismos para el departamento de Caldas como son: cuenca del Magdalena y la parte alta de la Cordillera Central.

Mapa 62. Especies de mamíferos endémicas para Colombia, presentes en el departamento de Caldas.



### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Este trabajo representa un avance para el estudio de los mamíferos de Caldas, ya que recopila y actualiza toda la información disponible hasta el año 2010, ofreciendo además lineamientos para su estudio futuro. El listado actual de 158 especies aumenta el número de especies registradas para el Caldas y demuestra que es un departamento con alta diversidad de mamíferos, pese a que los listados son aún incompletos, representa el 35 % de los mamíferos de Colombia (Alberico et al., 2000), incluyendo 7 especies endémicas y 20 especies con alguna categoría de amenaza, dos de ellas, en peligro crítico como el Titi Gris (Saguinus leucopus) y la Danta de páramo (Tapirus pinchaque).

Las zonas mejor muestreadas en el departamento son la cuenca del río Chinchiná y la cuenca del río la Miel, sin embargo, en estas localidades las listas siguen siendo

incompletas, lo cual demuestra que todavía tenemos grandes vacíos de información, especialmente los distritos Norte, Centro y Occidente del departamento.

Las ecorregiones con mayores vacíos de información son los bosques secos del Magdalena y Cauca, precisamente las regiones con mayor necesidad de información. Sería importante enfocar esfuerzos de muestreo de mamíferos en los bosques secos del río Cauca, específicamente en los distritos bajo y alto occidente, los cuales son los menos estudiados en el departamento. La ecorregión de páramo, también presenta vacíos de información; precisamente a estas elevaciones se encuentran roedores endémicos como *Akodon affinis, Thomasomys bombycinus y Sciurus pucheranii*, así como la Danta de páramo, una especie en peligro crítico de extinción. Entonces estudiar los mamíferos de estas elevaciones sería prioritario no sólo por llenar vacíos de información de las localidades, sino para estudiar poblaciones de especies prioritarias para la conservación.

Es importante continuar con registros sistemáticos de los mamíferos de Caldas, aún hay especies que probablemente se encuentran en el departamento, pero no se incluyeron en el presente listado debido a que su presencia no se ha documentado científicamente, es decir, no tienen registros verificables, como ejemplares depositados en museos, fotos, huellas rastros, no obstante, se debe reunir información para corroborar la presencia de Yaguarundi (*Puma jaguaroundi*) de presencia probable en los municipios de Manizales, Chinchiná, Palestina; Venado conejo (*Pudu mephistophiles*) en los páramos de los municipios de Villa María y Manizales; entre otras especies.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue contratado por CORPOCALDAS (contrato Nº 015 del 19 de julio de 2010). Agradecemos a Oscar Ospina y Cesar Ortiz de CORPOCALDAS por sus datos de mamíferos en varios municipios de Caldas, a Juan David Corrales, biólogo independiente, por su colaboración en la obtención y análisis de la información, asimismo a Sergio Solari (CTUA) Universidad de Antioquia, Jairo Pérez (MUJ) Universidad Javeriana, Julián Salazar (MHNUC) por permitirnos acceder a la información de las colecciones a su cargo.

### BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE G.I.; RUIZ J.P; GÓMEZ R. 1992.- Biodiversidad, conservación y uso de recursos naturales, Colombia en el contexto internacional. Fescol-Cerec, Bogotá. pp.126.

ALBERICO, M.; HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.; CADENA A.; MUÑOZ-SABA, Y. 2000.- Mamíferos (Sinapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana 1(1): 43-75.

ANDERSON, R.P. 1999.- Preliminary review of the systematics and biogeograpy of the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Colombia. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Suplemento especial Diciembre. 23: 613-630.

CARLETON. M.D.; MUSSER, G. 1989. Systematic studies of Oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae) a syposis of *Microryzomys*. Bulletin of the American Museum of Natural History. 191: 1-83.

CASTAÑO, J.H. 2001.- Mamíferos de la selva de Florencia pp. 20-42. En: Universidad de Caldas (com.) Inventario de avifauna, mastofauna y determinación de la composición y dinámica de la comunidad vegetal Selva de Florencia, Microcuencas San Antonio y Hondo. Informe final Presentado a la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, Manizales.

CASTAÑO, J.H. 2006.- Mamíferos del Embalse San Francisco. Informe presentado a la Central Hidroeléctrica de Caldas, Manizales.

- CASTAÑO, J.H.; BOTERO, J.E.; VELÁSQUEZ, S.; CORRALES, J.D.; 2004.- Murciélagos en agroecosistemas cafeteros de Colombia. Chiroptera Neotropical, 10(1-2): 196-199
- CASTAÑO, J.H.; CARDONA, D.M. 2005.- Presencia del mono nocturno andino (Aotus lemurinus I. Geoffroy-St. Hilaire, 1843) en fragmentos de bosque de la cuenca media del río Cauca. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, 9: 111-117.
- CASTAÑO J.H.; CARDONA, D.M.; BOTERO, J.E. 2010.- Ecología del mono nocturno andino (Aotus lemurinus) en fragmentos de bosque subandinos de Colombia. pp. 69-90 En: Pereira-Bengoa V, Stevenson PR, Bueno ML, Nassar-Montoya F (Eds.) Primatología en Colombia: avances al principio del milenio, Graficas San Martín: Bogotá.
- CASTAÑO, J.H.; CORRALES, J.D. 2007.- Primer registro de *Centronycteris centralis* (Chiroptera: Emballonuridae) en los Andes Colombianos. Mastozoología Neotropical, 14(1): 69-72.
- CASTAÑO, J.H.; CORRALES, J.D. 2010.- Mamíferos de la cuenca del río la Miel (Caldas): Diversidad y uso cultural. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, 14(1): 56-78.
- CASTAÑO, J.H.; MUÑOZ-SABA, Y.; BOTERO, J.E.; VÉLEZ, J.H. 2003.- Mamíferos del departamento de Caldas Colombia. Biota colombiana, 4(2) 247-259.
- CORRALES, J.D.; LÓPEZ, S. 2009.- Estructura del microhábitat y diversidad del ensamble de pequeños mamíferos en la reserva forestal Torre Cuatro (Manizales, Caldas). Tesis de Pre-Grado. Universidad de Caldas. Manizales. pp. 43
- CUARTAS, C. 1997.- Mamíferos, pp. 7.1-7.13. *En*: VÉLEZ C (Ed.) Inventario de Vertebrados (Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos) de la ciénaga de Guarinocito, Departamento de Caldas, Colombia. Informe final Presentado a la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, Manizales.
- CUATRECASAS, J. 1986.- Speciation and radiation of the Espeletinae in the Andes. pp. 267-303 *En*: Vuilleumier F. y M. Monasterio (eds.). High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press and American Museum of Natural History, New York.
- CUTLER, A.1991.- Nested faunas and extinction in fragmented habitats. Conservation Biology 1: 496-505. GARDNER, A.L. 2008.- Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago and London. pp. 669
- GÓMEZ, B. 2004.- Estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en un gradiente altitudinal, Reserva Río Blanco, Manizales-Caldas. Tesis de Pre-Grado. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá. pp. 45
- HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I.; SÁNCHEZ, H. 1992.- Biomas terrestres de Colombia., pp. 153-173 en: Halfter (Comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica. Instituto de ecología. Xalapa, Méjico.
- HIJMANS, R.; ROJAS, E.; CRUZ, M.; O'BRIEN, R., BARRANTES, I. 2005.- Diva-Gis versión 5.2. Manual. Desde http://www.diva-gis.org/.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1990.- Caldas, Aspectos Geográficos, Imprenta IGAC, Bogotá D.E. pp. 134.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, 1998.- El bosque seco tropical en Colombia. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Informe Interno.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2009.- Mapa departamental de Caldas escala 1:200.000, República de Colombia
- INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A. 2002.- Prioridades de conservación de la biodiversidad en los ecosistemas boscosos del Oriente de Caldas y norte del Tolima. Informe Final, Medellín, pp. 345.
- JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSIDAD DE CALDAS. 2008.- Monitoreo de la fauna terrestre del proyecto Manso. Informe Línea Base Presentado a ISAGEN S.A: Medellín. pp.80.
- JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSIDAD DE CALDAS. 2009.- Monitoreo de la fauna terrestre Zona de influencia del Proyecto Manso. Informe de avance I Presentado a ISAGEN S.A: Medellín. pp.76
- JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSIDAD DE CALDAS. 2010.- Monitoreo de la fauna terrestre Zona de influencia del Proyecto Manso. Informe de avance II Presentado a ISAGEN S.A: Medellín. pp. 72.
- KATTAN, G.H.; ÁLVAREZ-LÓPEZ, H. 1996.- Preservation and mangment of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. pp. 3-18. En: Forest patches in tropical landscapes. Scelhas, J.; Greenberg, R. (eds.) Washington, D.C. Covelo, California. p. 426
- LÓPEZ-ARÉVALO, H.F.; MONTENEGRO-DÍAZ, O.L. 1990.- Mamíferos no voladores de Carpanta, Reserva natural Carpanta. Fundación Natura, pp.169-183.
- LOTERO, J.H.; TRUJILLO, L.M.; VARGAS, W.G.; CASTELLANOS, O. 2010. Restauración ecológica en Páramos del Parque Nacional Natural, Los Nevados. Editorial Andina. pp. 148.
- MARÍN, D.A. 2009.- Caracterización morfológica y morfométrica de las musarañas de orejas pequeñas del género Cryptotis (Mammalia: Soricomorpha) en la Cordillera Central colombiana. Tesis de Pre-Grado. Universidad de Antioquia. Medellín, pp. 45.
- MONASTERIO, M.; VIULLEUMIER, F. 1986. 1986. Introduction: High tropical mountain biota of the world. En: Vuilleumier, F., Monasterio, M. (eds.) High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, pp. 3-7.
- NEOTRÓPICOS-HIDRAMSA, 2003.- Diseño y ejecución del rescate de fauna silvestre, Seguimiento a las labores de rescate. Informe final Presentado a ISAGEN S.A: Medellín pp. 36
- OSPINA, O. 2000.- La fauna de la Charca de Guarinocito. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 4: 77-81.
- PATTON, J.L.; MYERS, P.;, SMITH, M.F. 1990.- Vicariant versus gradient models of diversification: the small mammal fauna of eastern andean slopes of Peru. En: Peters G, Hutterer R (eds.) Vertebrates in the tropics. Museum Alexander Koenig, Bonn. pp. 355-371.

- RAMÍREZ, H.E, 2008.- Revisión taxonómica de los murciélagos del género *Eptesicus* Rafinesque (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) para Colombia. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. REIG, O.A. 1986.- Diversity patterns and differentiation of high andean rodents. En: Vuilleumier F, Monasterio M (eds.) High altitude tropical biogeography. Oxford University Press. pp. 404-439.
- RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V.; Alberico, M.; Trujillo, F.; Jorgenson, J. 2006.- Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. pp.433
- RODRÍGUEZ-POSADA, M. 2010.- Murciélagos de un bosque en los Andes Centrales de Colombia con notas sobre su taxonomía y distribución. Caldasia 32(1): 167-182.
- RONCANCIO, N.J. 2009.- Densidad poblacional de *Saguinus leucopus* en áreas alteradas con diferentes características físicas y biológicas en el departamento de Caldas. Informe final Presentado a la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, Manizales. pp. 83
- RONCANCIO, N.J.; ESTÉVEZ, J. 2007.- Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de aliso. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas, 11(1): 131–143.
- SANABRIA, M.J. 1998.- Inventario y distribución espacial de la Fauna de la cuenca del río Chinchiná, Informe final Presentado a la Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS, Manizales. pp. 71
- SÁNCHEZ, F.; GÓMEZ-VALENCIA, B.; ALVAREZ, S. J.; GÓMEZ-LAVERDE, M. 2008.- Primeros datos sobre los hábitos alimentarios del tigrillo, *Leopardus pardalis*, en un bosque andino de Colombia. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 11: 101-107.
- SÁNCHEZ, F.; SÁNCHEZ-PALOMINO, P., CADENA, A. 2004.- Inventario de mamíferos de un bosque de los Andes centrales de Colombia. Caldasia 26: 291-309.
- SIMIENTE, 2000.- Actualización de los inventarios de flora y fauna en la zona del embalse, y determinación del desarrollo de la sucesión natural en la franja protectora del embalse proyecto hidroeléctrico Miel I. Fiduanglo S.A.-Fideicomiso Miel I. Informe interno.
- SOCIEDAD CALDENSE DE ORNITOLOGÍA. 2010.- Monos Aulladores en Neira. Merganetta: Boletín Informativo N39.
- SORIANO, P.J.; DÍAZ DE PASCUAL, A.; OCHOA, J.; AGUILERA, M. 1999.- Biogeographic analysis of the mammal communities in the Venezuelan Andes. Interciencia 24(1): 17-25.
- IUCN, 2010.- IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded 14 Octubre 2010.
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. 2003.- Programa de monitoreo de fauna silvestre, Central hidroeléctrica miel I. Informe final Presentado a ISAGEN S.A: Medellín pp. 230
- VAN DER HAMMEN, T.; WITTE, H.J.; VAN REENEN, G. 1995.- Aspectos ecoclimatologicos del área del transecto Parque Los Nevados. pp. 358-364. En: La Cordillera Central Colombia transecto Parque Los Nevados (Tercera parte) Van der Hammen, T. & Dos Santos, A. (eds.) Estudios de Ecosistemas Tropandinos. Vol 4. Berlín.
- WEKSLER, M.; PERCEQUILLO, A.; VOSS, R. 2006.- Ten new genera of Oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). American Museum Novitates, 3537: 1-29.
- WILSON D.E., REEDER, D.A. (Eds.) 2005.- Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference. 3ra edición. Johns Hopkins University Press.
- WWF, 2010. Ecoregion maps G200 Maps (1999-2000). Desde http://wwf.panda.org/about\_our\_earth/ecoregions/maps/

Anexo 1. Listado taxonómico de los mamíferos de Caldas

	s	ā		מ	zar	ná	ë	ıda	Manizales	۰	Marquetalia	Marulanda		B	a	Pensilvania	۰	ja B		ě		_	ría
	g	Ĕ		zaz	cá	먕	ef	ora	zal	nat	anl	ā		asi	stir	ě	iS.	Ē	aná	စို	B	ž.	ma
TAYOU	Aguadas	Anserma		Aranzazu	Belalcázaı	Chinchiná	Filadelfia	а	ani	Marmato	arc	ar	ei:	Norcasia	Palestina	ens	ios	Salamina	Samaná	San José	Supia	Victoria	Villamaría
TAXON ORDEN DIDELPHIMORPHIA	۲	4	_	⋖_	8	ပ	ш	<u> </u>	Σ	Σ	Σ	Σ	z	z	<u>a</u>	<u> </u>	~	Ø	Ø	Ø	S	>	>
Fam. Didelphidae	l																						
-	l				X				X														
Caluromys derbianus	ı				X			v															
Caluromys lanatus Chironectes minimus	ı		i	X				X											X				
	ı		ı	X		v		v	v										X			x	
Didelphis marsupialis	ı					X		X	Č							х			X			X	X
Didelphis pernigra	ı								^							^			X			v	^
Marmosa robinsoni	ı																х		X			X	
Marmosops fuscatus	ı								x								X						
Marmosops impavidus	ı								X	v				v					v				
Marmosops parvidens	ı									X				X					X				
Metachirus nudicaudatus																			X			X	
Micoureus demerarae						X	1		X										X				
Monodelphis adusta																			X				
Philander opossum	$\vdash$		_						X										X			X	
ORDEN PAUCITUBERCULATA	l																						
Fam. Caenolestidae	ı																						
Caenolestes fuliginosus ORDEN PILOSA	⊢		_	_					X						_								X
Fam. Bradypodidae	ı																						
	ı							v						х									
Bradypus variegatus	ı							X						X									
Fam. Megalonychidae	ı		i	х				v	v						х				Х			X	
Choloepus hoffmannii	ı		ı	X				X	X						X				X			X	
Fam. Myrmecophagidae	ı								X					X									
Tamandua mexicana ORDEN CINGULATA	⊢		_											X									_
Fam. Dasypodidae	l																						
Cabassous centralis	ı								X						X								
Dasypus novemcinctus	l					X			<b>^</b>						^	1			X				
ORDEN SORICOMORPHA	⊢		_			^	_		^										^				
Fam. Soricidae	l																						
Cryptotis colombiana	ı		i	X					X				х			х		х	х				X
ORDEN CHIROPTERA	⊢		Ť	^					^				^		_	^		^	^				^
Fam. Emballonuridae	ı																						
Centronycteris centralis	ı													X									
Cormura brevirostris	ı													x					v				
Peropteryx kappleri	ı					X			v					^					Û				
Rhynchonycteris naso						^	1		^	l				X					^				
Saccopteryx bilineata									X					x					X			X	
Saccopteryx bilineata Saccopteryx leptura									٨					x					-			٨	l
Fam. Molossidae														^					^				
Molossus ater									Y														
Molossus bondae						x			^					Y	Y	1							
Molossus molossus						×		х	х					^	^ v				х			х	
Molossus pretiosus						^	1	~	^						^	ı			^			^	
·								٨	х														
Nyctinomops laticaudatus Fam. Noctilionidae									٨														
Noctilio albiventris						x		х						X									X
						^		A						X									٨
Noctilio leporinus	1_													*									

TAXON	Aguadas	Anserma	Aranzazu	Belalcázar	Chinchiná	Filadelfia	La Dorada	Manizales	Marmato	Marquetalia	Marulanda	Neira	Norcasia	Palestina	Pensilvania	Riosucio	Salamina	Samaná	San José	Supia	Victoria	Villamaría
ORDEN CHIROPTERA																						
Fam. Phyllostomidae	ı																					
Anoura caudifer	ı		x			x		x										x	X		x	X
Anoura cultrata	ı																	x				
Anoura geoffroyi	ı							x	x						x			x				X
Artibeus amplus	ı												x					x				
Artibeus jamaicensis	ı						X	x					x					X				
Artibeus lituratus	ı			X	X	X		X				X	X				X	X			X	
Carollia brevicauda	ı				X	X		X					_					X			X	
Carollia castanea	ı			X	X	X			_			X	X	_				X	X			
Carollia perspicillata	ı				X		X	X	X				X	X				X				
Chiroderma salvini	ı												_					X				
Chiroderma trinitatum	ı							_					X									
Choeroniscus godmani	ı							x							_							_
Dermanura glauca	ı				X			X					X		X			X				×
Dermanura phaeotis	ı			X	X	١.		X				X	x					X	X			
Desmodus rotundus	ı				X		X	X					X					X			X	
Enchisthenes hartii	ı																	X				
Glossophaga soricina	ı			X	X	X		X				X						X	X			
Lampronycteris brachyotis	ı																	X				
Lichonycteris obscura	ı												X					X				
Lonchophylla robusta	ı								X				x					X			X	
Lonchorhina aurita	ı												x					X				
Lophostoma brasiliense	ı												x									
Lophostoma silvicolum	ı												x									
Mesophylla macconnelli	ı												X					X				
Micronycteris hirsuta	ı						_						x					X				
Micronycteris megalotis	ı						X						X					X				
Mimon crenulatum	ı				X			X				X	_									
Phylloderma stenops	ı						_						X					_				
Phyllostomus discolor	ı				X		X						X					X				
Phyllostomus hastatus	ı				_		X	X					X					X				
Platyrrhinus brachycephalus	ı		_		X			X	_									X				
Platyrrhinus dorsalis	ı		X				_	_	X				_					X			_	
Platyrrhinus helleri	ı			X	_		X	X				X	X					X			X	L
Platyrrhinus albericoi	ı				X	X		X										X				)
Stumira aratathomasi	ı							X							_							_
Sturnira bidens	ı														X							>
Sturnira bogotensis	ı							_							_			_				>
Sturnira erythromos	ı						_	X						_	X			X				×
Stumira lilium	ı		_		X	X	X					X	X	X				X			X	
Sturnira oporaphilum	ı		X					X										X				
Tonatia saurophila	ı												x					_				
Trinycteris nicefori	ı												X					X				
Uroderma bilobatum	ı			X	X			X					X					x				
Vampyressa thyone	ı			X	X			_					X					X			X	
Vampyrum spectrum	ı							X					X								X	
Fam. Thyropteridae	ı																					
Thyroptera tricolor	$\bot$							X														

	Aguadas	Anserma	Aranzazu	Belalcázar	Chinchiná	Filadelfia	La Dorada	Manizales	Marmato	Marquetalia	Marulanda	Neira	Norcasia	Palestina	Pensilvania	Riosucio	Salamina	Samaná	San José	Supia	Victoria	Villamaría
TAXON	Ag	Ä	Ara	æ	등	Ë	Ľ	Ma	Ma	Ma	Ma	<u>s</u>	ē	Pal	Pe	꼻	Sal	Sar	Sar	Sul	š	≣
ORDEN CHIROPTERA	Ť																					
Fam. Vespertilionidae																						
Eptesicus andinus												x		X								
Eptesicus brasiliensis	х	х			х			х	х				x		x			х				
Eptesicus chiriquinus	Г																	x				
Eptesicus fuscus																		x				x
Histiotus humboldti								X														
Histiotus montanus								x														
Lasiurus blossevillii				X				x							X				X			
Myotis albescens		х		x	X			х										х				
Myotis keaysi	Ι΄							x	х						X							X
Myotis nigricans				X	х			x					x					х	X			$\overline{}$
Myotis oxyotus				x				x				X			X							x
Myotis riparius				x	x			х					x					х	х			$\overline{}$
Rhogeessa io								x					x					x				
ORDEN PRIMATES	Т							_										_				
Fam. Aotidae																						
Aotus griseimembra																					X	
Aotus lemurinus	l				х	х		х														
Fam. Atelidae																						
Alouatta seniculus							х					х						х				
Fam. Cebidae							_					_						_				
Cebus albifrons																		x				
Saguinus leucopus							х						х					х			х	
ORDEN CARNIVORA	$\vdash$																					
Fam. Canidae																						
Cerdocyon thous					х			х						х				х				
Fam. Felidae								_										_				
Leopardus pardalis							X			х	х							х				
Leopardus tigrinus							_	х			х	х						х				X
Panthera onca																х						
Puma concolor							X									x		х				
Fam. Mustelidae																_						
Eira barbara								х					x									
Galictis vittata								х		х												X
Lontra longicaudis													X									
Mustela frenata								X				Х										
Fam. Procyonidae																						
Nasua nasua								X										x				x
Nasuella olivacea								х				X										x
Potos flavus					X		x	x						X				х	X			
Procyon cancrivorus							x	x					X								X	
Fam. Ursidae																						
Tremarctos ornatus																х						
ORDEN PERISSODACTYLA	$\vdash$																					_
	I																					
Fam. Tapiridae	ı																					

TAXON	Aguadas	Anserma	Aranzazu	Belalcázar	Chinchiná	Filadelfia	La Dorada	Manizales	Marmato	Marquetalia	Marulanda	Neira	Norcasia	Palestina	Pensilvania	Riosucio	Salamina	Samaná	San José	Supia	Victoria	Villamaría
RDEN ARTIODACTYLA	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_		-	•	•		ŕ
Fam. Cervidae																						
Mazama rufina								x							x							
Fam. Tayassuidae																						
Pecari tajacu													X					x				
RDEN RODENTIA																						
Fam. Caviidae																						
Hydrochoerus isthmius							X															
Fam. Cricetidae																						
Akodon affinis								x														
Chilomys instans								x	_				_					_				ı
Handleyomys alfaroi					X			X	x				X					X		_		
Handleyomys fuscatus																				X		
Melanomys caliginosus					X			x										X			X	
Microryzomys altissimus								x							x							I
Microryzomys minutus								x														ı
Neacomys tenuipes	х																	x				
Nephelomys albigularis	x		x					x							x			x		X		ı
Neusticomys monticolus								x														
Oecomys sp.								x										X				
Oligoryzomys sp.												x										
Reithrodontomys mexicanus								x														I
Rhipidomys latimanus	х							_														
Rhipidomys sp.	Г																	X				
Sigmodon alstoni																		x				
Sigmodon hirsutus																		_			x	ı
Sigmodon hispidus																		х			_	
Sigmodontomys alfari																		x				
Thomasomys aureus								x							х			_				I
Thomasomys baeops								_														ı
Thomasomys bombycinus								х														
Thomasomys cinereiventer								x							х							Ì
Thomasomys cinnameus																						ı
Thomasomys laniger			x																			i
Transandinomys talamancae													х					х				
Tylomys mirae													-					x				
Zygodontomys brevicauda													х									
Zygodontomys brunneus																		х				
Fam. Cuniculidae																						
Cuniculus paca													x					x				
Cuniculus tackzanowskii													-					-				i
Fam. Dasyproctidae																						a
Dasyprocta punctata																		X			X	ĺ
Fam. Dinomyidae																						J
Dinomys branickii								X			x							x				
Fam. Echimyidae																						
Proechimys chrysaeolus													x								х	ĺ
Fam. Erethizontidae													-									I
Coendou prehensilis													x								x	ı
Echinoprocta rufescens								х					-									I
	I																					
Fam. Heteromyidae																						

TAXON	Aguadas	Anserma	Aranzazu	Belalcázar	Chinchiná	Filadelfia	La Dorada	Manizales	Marmato	Marquetalia	Marulanda	Neira	Norcasia	Palestina	Pensilvania	Riosucio	Salamina	Samaná	San José	Supia	Victoria	Villamaría
ORDEN RODENTIA																						
Fam. Muridae																						
Mus musculus								x														
Rattus novergicus																		X				
Fam. Sciuridae																						
Sciurus granatensis					x			x						x				x				
Sciurus pucheranii	x							x														
ORDEN LAGOMORPHA	Г																					
Fam. leporidae																						
Sylvilagus brasiliensis Sylvilagus floridanus								x x														X

Anexo 2. Mamíferos endémicos y amenazados del departamento de Caldas.

ORDEN	Familia	Especie	Endémica	EN	VU	NT	DD	LC
Didelphimorphia	Didelphidae	Caluromys derbianus						Х
		Caluromys lanatus						X
		Chironectes minimus						Х
Paucituberculata	Caenolestidae	Caenolestes fuliginosus						Х
Cingulata	Dasypodidae	Cabassous centralis					Х	
Soricomorpha	Soricidae	Cryptotis colombiana	E					
Chiroptera	Phyllostomidae	Anoura caudifer						Х
		Anoura cultrata				X		
		Anoura geoffroyi						X
		Artibeus amplus						X
		Artibeus jamaicensis						X
		Artibeus lituratus						X
		Carollia brevicauda						X
		Carollia castanea						X
		Carollia perspicillata						X
		Sturnira aratathomasi				х		
	Vespertilionidae	Histiotus humboldti					Х	
Primates	Aotidae	Aotus griseimembra			Х			
		Aotus lemurinus			Х			
	Atelidae	Alouatta seniculus						Х
	Cebidae	Saguinus leucopus	E	Х				
Artiodactyla	Cervidae	Mazama rufina			Х			
Perissodactyla	Tapiridae	Tapirus pinchaque		Х				
Carnivora	Felidae	Leopardus tigrinus			Х			
		Panthera onca				Х		
	Mustelidae	Lontra longicaudis					Х	
	Ursidae	Tremarctos ornatus		Х				
	Procyonidae	Nasuella olivacea					Х	
Rodentia	Caviidae	Hydrochoerus isthmius					Х	
	Cricetidae	Akodon affinis	E					Х
		Thomasomys bombycinus	E				X	
		Zygodontomys brunneus	E					
	Cuniculidae	Cuniculus tackzanowskii				Х		
	Dinomyidae	Dinomys branickii			Х			
	Echimyidae	Proechimys chrysaeolus	E				Х	
	Sciuridae	Sciurus pucheranii	E				Х	

# CARACTERIZACIÓN CARIOLÓGICA DE TRES MONOS Aotus griseimembra (PRIMATES: Aotidae) MANTENIDOS EN CAUTIVERIO

Sandra Arenas D<sup>1</sup>., María Jimena Giraldo G<sup>2</sup>., Marta Lucia Bueno<sup>3</sup>, Fredy Arvey Rivera Páez<sup>4</sup>
v Germán Ariel López Gartner<sup>5</sup>

#### Resumen

Se estudiaron los cariotipos de tres individuos del género *Aotus* mediante técnicas de bandeo cromosómico que incluyeron bandas G, C y Q. La toma de sangre para los cultivos celulares se realizó a ejemplares mantenidos en cautiverio al interior del Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas (CRFSOC) de Victoria (Caldas). Los animales permanecen temporalmente en dicho centro luego de ser decomisados del tráfico ilegal de especies; las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Citogenética de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). Se encontraron dos configuraciones cariológicas: 2n=52 XX; NF=72, 20 Bi, 32 A. y 2n=53 XX; NF=72, 20+1XX Bi, 30 A. Esta última presenta una fusión robertsoniana simple de los cromosomas 13 y 14. De acuerdo al tamaño y la morfología los cromosomas se clasificaron en tres grupos: A, metacéntricos, B, submetacéntricos y C, acrocéntricos. Se pudo concluir que los individuos analizados citogenéticamente, pertenecen al grupo de los "cuellos grises"; identificados como *Aotus griseimembra*, especie distribuida en áreas del Magdalena Medio, Colombia.

Palabras Clave: Aotus, citogenética, cariotipo, bandas cromosómicas, conservación.

# KARYOLOGICAL CHARACTERISATION OF THREE MONKEYS *Aotus* griseimembra (PRIMATES: Aotidae) KEPT IN CAPTIVITY

### Abstract

The karyotypes of three monkeys from the genus *Aotus* were studied by using banding techniques, including G, C and Q bands. The blood samples for cellular culture were taken from individuals kept in captivity at the "Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas (CRFSOC), La Victoria (Caldas)" where the animals were being kept temporarily after being confiscated from illegal species traffickers. The blood samples were processed at the Universidad Nacional de Colombia's Cytogenetics Laboratory in Bogotá. Two karyological configurations were found: 2n=52 XX; NF=72, 20 Bi, 32 A. and 2n=53 XX; NF=72, 20+1XX Bi, 30 A. The last one presented a simple robertsonian centric-fusion of chromosomes 13 and 14. The chromosomes were classified into three groups according to size and morphology:

<sup>\*</sup> FR: 10-VI-2011. FA: 20-VIII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Bióloga, Egresada de la Universidad de Caldas, E-mail: <u>saardi@gmail.com</u>

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Bióloga, Egresada de la Universidad de Caldas, E-mail: mjimegi@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Profesora Asociada, Departamento de Biología, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), E-mail: mlbuenoa@unal.edu.co

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Profesor, Departamento de Ciencias Biológicas, Grupo de Investigación GEBIOME, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Profesor, Departamento de Ciencias Biológicas, Grupo de Investigación GEBIOME, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. Autor para correspondencia: Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Calle 65 Nº 26-10, Manizales, Teléfono: (57) 6-8781500 ext. 13189, Fax (57) 6-8781500 ext. 12194, E-mail: german.lopez@ucaldas.edu.co

A metacentric, B submetacentric, and C acrocentric. It was concluded that the cytogenetically analyzed individuals belonged to the "gray necked" group identified as *Aotus griseimembra*, a species distributed throughout certain areas in the middle Magdalena river valley, Colombia.

Key words: Aotus, Cytogenetics, karyotype, chromosome band, conservation.

### INTRODUCCIÓN

l género *Aotus* es uno de los más controvertidos entre los platirrinos vivientes. debido a sus caracteres particulares que generan confusas relaciones Jfilogenéticas (TEIEDOR, 2001). Cariológicamente se han reportado varios cariotipos que reflejan una gran diversidad citogenética, tanto numérica como estructural y en ambos niveles, intra e interespecífica (CASTRILLÓN, 2009). El género fue descrito inicialmente por HUMBOLDT (1812), con una sola especie Aotus trivirgatus, cuya distribución abarcaba todo Centro y Suramérica. Posteriormente, HERSHKOVITZ (1983) señaló la problemática de la supuesta mono-especificidad del género, alentando la creencia de que existía más de una especie, sustentado por los trabajos de BRUMBACK et al. (1971); BRUMBACK (1973) y MA et al. (1976) con el descubrimiento de cariotipos polimórficos: 2n=52. 2n=53. 2n=54 en Colombia y 2n=54 en Perú. Adicionalmente, BRUMBACK (1974) reportó el hallazgo de un cariotipo, 2n=50, atribuible supuestamente a un ejemplar procedente de Paraguay, que resultó provenir del sector de Villavicencio (Departamento del Meta) en Colombia y que fue denominado por HERSHKOVITZ (1983) como *Aotus brumbacki* (DEFLER, 2003).

Existen evidencias que sugieren que en el género Aotus han ocurrido muchos rearreglos cromosómicos. Inicialmente se definieron por cariología siete taxones (GALBREATH, 1983). Posteriormente, PIECZARKA y NAGAMACHI (1988) afirman que son 12 los cariotipos diferentes con un número diploide que varía entre 46 a 56 cromosomas. Por su parte, GIRALDO et al. (1986), TORRES et al. (1998), citan una variación en el rango de 46 a 58 cromosomas. Además, se ha reportado la existencia de varios polimorfismos en dicho género, entre los cuales se encuentra la fusión del cromosoma Y con el par B12 (PIECZARKA y NAGAMACHI, 1988), entre otros. Los estudios de la diversidad cariológica de las poblaciones de Aotus indican, además de la existencia de varias especies para el género, una amplia distribución en Sur América que comprende el occidente de Venezuela, Amazonía Brasilera, Ecuador, Perú, oriente de Bolivia, Paraguay, Panamá y el territorio colombiano, exceptuando el nororiente de la Guajira, alturas superiores a 3200 msnm, Vichada al norte del río Tomo, oriente de Casanare y Arauca además de algunas áreas montañosas y de Sabana con arbustos en los departamentos de Guainía, Vaupés; Guaviare, sin registros para el departamento de Nariño (DEFLER, 2003; CASTRILLÓN, 2009).

En cuanto a la especie *Aotus lemurinus*, se encontró que está formada por un complejo de especies gemelas, siendo éste el único caso conocido en los primates neotropicales; se compone de: *Aotus lemurinus* (DEFLER y BUENO, 2003), *A. zonalis* (MA *et al.*, 1978) y *A. griseimembra* (MA *et al.*, 1976, TORRES *et al.*, 1998). Dicho complejo es parte de "los cuellos grises" (el pelaje en los lados de la nuca varía desde color gris-anteado hasta anteado-castaño) y se encuentra principalmente al norte del río Amazonas (HERSHKOVITZ, 1983, RODRÍGUEZ-M. *et al.*, 2006). Las especies del sur del río Amazonas se conocen como "los cuellos rojos".

ool.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 120 - 132

El complejo *Aotus lemurinus*, junto con *A. brumbacki*, son las especies del género más amenazadas. *A. griseimembra* (categorizada nacionalmente por la IUCN como vulnerable "VU") se encuentra en dicho estado debido a la sobreexplotación o aprovechamiento no sostenible en su consumo doméstico y la comercialización para el mercado ilegal de pieles, como mascotas o como ejemplares de experimentación médica, con efectos negativos sobre la biodiversidad (RODRÍGUEZ-M. *et al.*, 2006, GIRALDO *et al.*, 1986).

Los ejemplares que son decomisados al tráfico ilegal son depositados en estaciones de paso donde es difícil la toma de decisiones sobre cuál será su destino, ya que, es poca la información disponible en cuanto a las variaciones filogeográficas dentro de las poblaciones, que permita la definición de sus lugares de origen, por lo que se crea la necesidad de implementar métodos como la caracterización citogenética para la implementación de planes de manejo adecuados (BUENO, 2003; DEFLER y BUENO, 2007).

En el caso de las especies que se encuentran en cautiverio, el análisis de su cariotipo se hace indispensable para prevenir la hibridación interespecífica, que puede conducir a la pérdida del genotipo original como a la extinción de subespecies y especies por el nacimiento de híbridos estériles (BARRAGÁN, 2005). Al mismo tiempo, para evitar los efectos deletéreos de la homocigosidad cromosómica, que puede generar infertilidad, se recomienda que los animales seleccionados para los programas de conservación *ex situ*, cría en cautiverio, reintroducción y proyectos de traslocación de especies, sean agrupados según la compatibilidad de los cariomórfos (BENIRSCHKE & KUMAMOTO, 1991).

En este trabajo se reportan los cariotipos de tres ejemplares de *Aotus* mantenidos en cautiverio en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas (CRFSOC). Se utilizaron métodos de bandeo cromosómico G, C, y Q haciéndose un análisis preliminar de los resultados con miras a apoyar la toma de decisiones para la reintroducción de los individuos al hábitat natural o para iniciar programas de reproducción *ex situ*.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Animales:** para el análisis cariológico, se utilizaron dos hembras adultas y una juvenil, inicialmente asignadas por rasgos morfológicos al género *Aotus sp.*, las cuales se nombraron como P80 (hembra adulta), P81 (hembra juvenil) y P82 (hembra adulta); cuyo origen geográfico es desconocido. Éstas fueron decomisadas (a causa del tráfico ilegal de especies), protegidas y llevadas al Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas (CRFSOC), donde proporcionaron las muestras de sangre para los análisis cariológicos.

Cariotipificación: De ejemplares P80 y P81 se extrajeron en tubos heparinizados 2 a 5 mL de sangre total de la vena femoral, empleada para los cultivos celulares necesarios para la obtención de los cromosomas metafásicos, de acuerdo a los protocolos estandarizados (MOORHEAD *et al.,* 1960), con una modificación implementada en el Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Manual de Procedimientos de Laboratorio de Citogenética del Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia, MPLC-IGUN, Bogotá 2009). La

modificación consistió en el empleo de  $100~\mu L$  de favina (Sigma, St. Louis, MO) como mitógeno en lugar de la fitohemaglutinina comúnmente empleada en cultivos de linfocitos humanos. En el caso del ejemplar P82 no fue posible ni prudente obtener una muestra sanguínea superior a 1~mL, dado que se trataba de un individuo de bajo peso con mayor riesgo de muerte en cautiverio que los demás. De cada cultivo se procedió al extendido metafásico por goteo de cuatro o cinco láminas portaobjetos para su evaluación mediante las coloraciones diferenciales.

Para la tinción de bandas G se siguió el procedimiento desarrollado por SEABRIGHT (1971). Para la tinción de bandas C se siguió el procedimiento desarrollado por SUMNER (1972), ARRIGHI y HSU (1971). Para la tinción de bandas Q se siguió el procedimiento desarrollado por CASPERSSON *et al.* (1968).

De cada preparación en lámina se escogieron las mejores metafases según el extendido cromosómico y la definición de la imagen fotográfica. Los cariotipos fueron conformados mediante la organización de cromosomas homólogos, con la ayuda del software para cariotipificación Lucia Karyo (Lucia Cytogenetics, Laboratory Imaging s.r.o, Za Drahou 171/17, CZ-102 00 Praha 10-Hostivar).

Para la clasificación morfológica de los cromosomas se utilizaron los criterios de LEVAN et al. (1964). Los cromosomas se ordenaron con base en sus medidas (tamaño) y la posición del centrómero. Los cariotipos fueron impresos en imágenes ampliadas y se tomaron mediciones de los brazos cromosómicos. La morfología cromosómica fue estudiada a partir de la comparación de las longitudes del brazo largo (BL) y el brazo corto (BC). Para cada cromosoma se estimó la razón entre brazos (r), según la expresión r = BL/BC, y la longitud relativa (LR) expresada como porcentaie, dividiendo la longitud de cada cromosoma por la longitud total (LT) del complemento cromosómico haploide (LT =  $\sqcap$  BL +  $\sqcap$  BC), según la expresión LR = [(BL+BC)/LT]\*100. También se estimó el índice centromérico (i). expresado como porcentaje, dividiendo la longitud del brazo corto por la longitud total del cromosoma (BL+BC), según la expresión: i = (BC/BL+BC)\*100. Por simplicidad, los cromosomas fueron clasificados de acuerdo al rango de valor del índice centromérico en tres grupos así: en el grupo A de 37,5 a 50,0 metacéntricos (M), en el grupo B de 20,0 a 37,4 submetacéntricos (S) y en el grupo C de 0,0 a 19,9 acrocéntricos (A). En este trabajo se consideraron cromosomas de un solo brazo todos aquellos clasificados como acrocéntricos, incluyendo cromosomas telocéntricos y sub-telocéntricos, similar con el sistema de clasificación propuesto por TORRES et al., (1998).

Para cada cariotipo se estimó el número fundamental cromosómico (NF), como el número total de brazos autosómicos, contando el número de cromosomas (incluyendo el par sexual) con dos brazos (Bi) por dos más los acrocéntricos (A), de acuerdo a lo propuesto por NAGAMACHI *et al.* (2003), aunque éstos no incluyen el par sexual.

### **RESULTADOS**

**Análisis Cariológico:** Se obtuvo el cariotipo para el ejemplar P80 correspondiente a una hembra adulta, mediante técnica de tinción de bandas G (Figura 1), con un número diploide total de 54 cromosomas y un número fundamental de 72,

compuesto de 20 cromosomas de dos brazos y 32 cromosomas acrocéntricos (2n=54 XX; NF=72, 20 Bi, 32 A). Con el propósito de evitar confusión en la nomenclatura cromosómica, en donde la posición uno se reserva para la translocación 13/14, éste cariotipo no presenta dicho par.

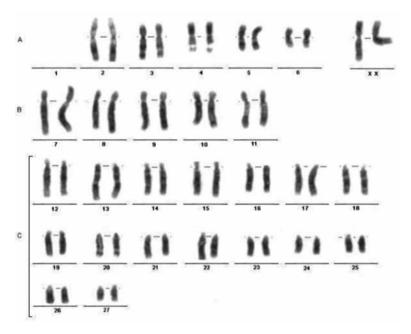


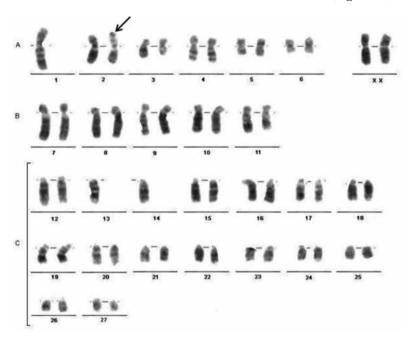
Figura 1. Cariotipo del ejemplar P80, técnica de bandeo G, *Aotus griseimembra*, 2n=54 XX; NF=72, 20 Bi. 32 A.

Para el ejemplar P81 se obtuvo su cariotipo con la técnica de tinción de bandas G (Figura 2), correspondiente a una hembra juvenil con un número diploide total de 53 cromosomas y un número fundamental de 72, compuesto de 20+1 autosomas y 2 X Bi y 30 cromosomas acrocéntricos (2n=53 XX; NF=72, 20+1XX Bi, 30 A).

Interesantemente, en el cariotipo del ejemplar P81 se observó la ocurrencia de un cromosoma uno sin par homólogo, formado por una fusión robertsoniana simple de los cromosomas 13 y 14 (Figura 3), lo cual da como resultado otras dos monosomías para éstos cromosomas y a su vez, se hace evidente la presencia de cromosomas polimórficos en el par A2, por una banda terminal en brazos cortos.

Para el caso del ejemplar P82 no fue posible obtener el cariotipo completo, ya que se lograron observar pocas metafases, que además presentaron cromosomas sobrepuestos cuyos extendidos fueron difíciles de analizar morfológicamente. La escasez del volumen de la muestra de sangre disponible de dicho ejemplar no permitió realizar repeticiones del experimento de cultivo para intentar mejorar la calidad de las metafases. Sin embrago, se pudo establecer el número cromosómico diploide con un 2n=52 XX, con presencia de un par de cromosomas grandes correspondientes al par 1 en homocigosis para la traslocación robertsoniana antes descrita (t 13:14).

En cuanto al bandeo C para los ejemplares P80 y P82, se hizo evidente la presencia de pequeños bloques de heterocromatina constitutiva centromérica, la cual fue visible en casi todos los cromosomas del extendido mitótico (Figura 4).



**Figura 2.** Cariotipo del ejemplar P81, técnica de bandeo G, *Aotus griseimembra*, 2n=53 XX; NF=72, 20+1XX Bi, 30 A. La flecha indica la adición heterocromática en el brazo corto del cromosoma dos.



**Figura 3.** Fusión robertsoniana entre los cromosomas B13 y B14 de *Aotus* para formar el cromosoma impar A1 en ejemplares con cariotipo 2n=53 XX; NF=72, 22+1 Bi, 30 A.

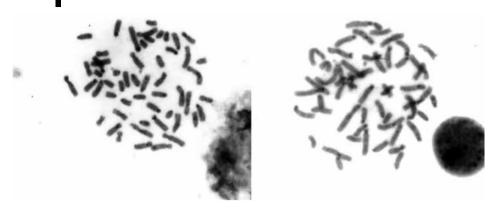
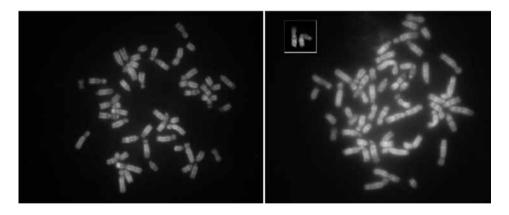


Figura 4. Metafases con bandeo C de los ejemplares P80 y P82.

Finalmente, el patrón de bandas Q, es un patrón similar al G y muestra la presencia de heterocromatina terminal en los brazos cortos de muchos de los cromosomas del grupo C, para los tres ejemplares, éste a su vez reveló con claridad la presencia de bandas que corresponden a zonas de eucromatina ricas en AT de replicación tardía (Figura 5). Algunos telómeros sobresalen por su brillantez (Figura 5, recuadro), denotando la presencia de los polimorfismos heterocromáticos en los brazos cortos, previamente reportados para estas poblaciones del norte de Colombia (GIRALDO et al., 1986, TORRES et al., 1998).



**Figura 5.** Metafases con bandas Q de los ejemplares P80 (izquierda) y P81 (derecha). En el recuadro a la derecha se muestra el polimorfismo telomérico, de heterocromatina Q+ en los brazos cortos del par cromosómico dos.

### Clasificación de los Cromosomas según Parámetros Morfológicos.

Para la conformación de cariotipos, se diferenciaron tres grupos principales de cromosomas (A, B y C), correspondientes a metacéntricos (M), submetacéntricos (S) y acrocéntricos (A) (Tabla 1), similar a lo propuesto por Torres *et al.* (1998).

**Tabla 1.** Medidas y clasificación morfológica de los cromosomas de los individuos P80 y P81 a partir de los cariotipos descritos en las Figuras 1 y 2.

	В	L	В	С	BL+	ВС		r	L	R		i	
Cromosoma	P80	P81	P80	P81	P80	P81	P80	P81	P80	P81	P80	P81	Clasificación
A1	-	35	-	28	-	63	-	1,25	-	6,38	-	44,44	М
A2	37	25	30	21	67	46	1,23	1,19	5,21	4,66	44,78	45,65	M
A3	33	17	23	12	56	29	1,43	1,42	4,35	2,94	41,07	41,38	M
A4	26	23	24	17	50	40	1,08	1,35	3,89	4,05	48,00	42,50	M
A5	23	15	21	13	44	28	1,10	1,15	3,42	2,83	47,73	46,43	M
A6	17	13	16	10	33	23	1,06	1,30	2,56	2,33	48,48	43,48	M
B7	50	39	23	12	73	51	2,17	3,25	5,67	5,16	31,51	23,53	S
B8	48	35	18	9	66	44	2,67	3,89	5,13	4,45	27,27	20,45	S
B9	46	32	15	13	61	45	3,07	2,46	4,74	4,55	24,59	28,89	S
B10	42	30	15	13	57	43	2,80	2,31	4,43	4,35	26,32	30,23	S
B11	41	29	15	11	56	40	2,73	2,64	4,35	4,05	26,79	27,50	S
C12	46	33	11	6	57	39	4,18	5,50	4,43	3,95	19,30	15,38	A
C13	51	36	5	1	56	37	10,20	36,00	4,35	3,74	8,93	2,70	A
C14	42	36	8	1	50	37	5,25	36,00	3,89	3,74	16,00	2,70	A
C15	45	32	9	6	54	38	5,00	5,33	4,20	3,85	16,67	15,79	A
C16	37	33	7	6	44	39	5,29	5,50	3,42	3,95	15,91	15,38	A
C17	43	31	7	6	50	37	6,14	5,17	3,89	3,74	14,00	16,22	A
C18	41	27	5	6	46	33	8,20	4,50	3,57	3,34	10,87	18,18	A
C19	31	27	7	6	38	33	4,43	4,50	2,95	3,34	18,42	18,18	A
C20	33	29	6	4	39	33	5,50	7,25	3,03	3,34	15,38	12,12	A
C21	32	25	6	1	38	26	5,33	25,00	2,95	2,63	15,79	3,85	A
C22	36	27	7	1	43	28	5,14	27,00	3,34	2,83	16,28	3,57	A
C23	28	23	4	1	32	24	7,00	23,00	2,49	2,43	12,50	4,17	A
C24	26	22	5	2	31	24	5,20	11,00	2,41	2,43	16,13	8,33	A
C25	25	20	6	1	31	21	4,17	20,00	2,41	2,13	19,35	4,76	A
C26	23	18	5	2	28	20	4,60	9,00	2,18	2,02	17,86	10,00	A
C27	21	16	5	3	26	19	4,20	5,33	2,02	1,92	19,23	15,79	A
X	35	26	26	22	61	48	1,35	1,18	4,74	4,86	42,62	45,83	M
LT	958	754	329	234	1287	988							

En el cariotipo de los *Aotus* estudiados, se encontraron tres grupos principales de cromosomas, clasificados según su morfología y tamaño. El grupo A está conformado por 7 cromosomas metacéntricos, (A1, A2, A3, A4, A5, A6 y X) variando intra-específicamente en el par A1, que puede no estar (Individuo P80, Figura 1 y Tabla 1), o presentarse como un elemento impar o par (Individuo P81, Figura 2 y

Tabla 1). El grupo B se conforma de 5 pares de cromosomas submetacéntricos: B7, B8, B9, B10 y B11; el grupo C por 16 cromosomas acrocéntricos (C12-C27). En este grupo, nuevamente encontramos polimorfismos intra-específicos encontrándose cariotipos como el del individuo P81, con dos elementos impares (sin homólogo) en el C13 y C14, así como la no presencia de cromosomas C13 y C14 cuando la translocación robertsoniana es homocigota (individuo P82, cariotipo no mostrado). BL longitud del brazo largo en mm, BC longitud del brazo corto en mm, r razón entre brazos, LR longitud relativa, i índice centromérico, M, metacéntrico, S submetacéntrico, A acrocéntrico. Las estimaciones (en mm) y la clasificación cromosómica se realizaron como se indica en materiales y métodos.

### DISCUSIÓN

El análisis cariológico permitió identificar claramente el número cromosómico de los tres individuos estudiados del género *Aotus*. Éstos presentan cariotipos correspondientes al grupo de cuello gris, que según GIRALDO *et al.* (1986) pertenecen a los cariotipos KIII y KIV (MA, 1981, DEFLER y BUENO, 2007), identificados como *Aotus griseimembra*. Los tres ejemplares pertenecen al cariomorfo 2 según el sistema de clasificación de TORRES *et al.* (1998), lo cual los ubica probablemente como individuos procedentes de poblaciones del Magdalena Medio hasta la zona costera norte del Atlántico colombiano.

Se pudieron conformar los cariotipos completos de dos individuos. El ejemplar P80 corresponde al grupo cariológico KIV, y se caracteriza por tener un número diploide de 2n=54 (NF= 72; 20 +XX Bi, 32 A) (Figura 1). Por su parte, el ejemplar P81 se pudo caracterizar como perteneciente al grupo cariológico (cariomórfo) KIII (Fig. 2), con 2n=53 (NF= 72; 20+1+XX Bi, 30 A). Interesantemente, se advierte en este cariotipo la ocurrencia de un cromosoma 1 formado por una fusión robertsoniana simple de los cromosomas 13 y 14, lo cual genera tres elementos sin homólogos, el 1, 13 y 14, (Figuras 2 y 3), polimorfismo fijo, en esta población descrito previamente por MA *et al.*, (1976). Aunque para el ejemplar P82 no se obtuvieron todas las tinciones cromosómicas propuestas, ni la calidad de las metafases permitió la conformación del cariotipo, dada la escases de muestra sanguínea, sólo fue posible determinar el número cromosómico, el cual corresponde al cariomórfo KII, 2n = 52, también característico de *A. ariseimembra*.

Esto confirma la importancia que supone la determinación de descriptores confiables de la morfología cromosómica, por la posibilidad de utilizarlos como marcadores citogenéticos en el establecimiento de las poblaciones de origen, asimismo como indicadores de la diversidad cariológica que existe en el complejo de especies de *Aotus*.

El número fundamental cromosómico (NF) es un parámetro valioso desde el punto de vista citogenético y evolutivo, dado que sus variaciones pueden relacionarse con rearreglos cromosómicos notorios con consecuencias potencialmente importantes en la historia evolutiva de las especies de este género. Sin embargo, se sabe que las diferencias en el NF pueden depender seriamente del criterio de clasificación cromosómica y de las mediciones morfológicas que permiten diferenciar cromosomas de dos brazos y de un solo brazo (LEVAN *et al.*, 1964; LORENZO y ROJAS, 2002).

Las variaciones entre cariotipos, tanto a nivel de morfología como de NF, pueden afectar las comparaciones entre poblaciones dentro de complejos de especies o incluso cariotipos de distintos individuos de la misma especie dentro de una misma población. Entre las principales fuentes de esta variación se mencionan aspectos biológicos como la morfología y el tamaño de los cromosomas, además de aspectos técnicos como los efectos de la colchicina sobre la constricción de éstos, la acción de los fijadores, el tamaño de los cromosomas al momento de ser fijados (estadio de división celular) y el criterio subjetivo para la clasificación (ARIAS-RODRÍGUEZ et al., 2006). Esto resalta la importancia de encontrar marcadores citogenéticos confiables, cuya detección sea menos susceptible a problemas técnicos o subjetivos. Entre estos marcadores se destacan las fusiones y fisiones cromosómicas, las bandas anchas heterocromáticas o eucromáticas, las constricciones cromosómicas, la determinación exacta del centrómero y los contrastes crómicos que se hacen evidentes al comparar métodos de bandeo.

En este trabajo fue posible identificar los elementos del complemento cromosómico de los individuos P80 y P81. En ambos cariotipos pudo observarse un marcador citogenético confiable que se presenta típicamente en el par A4 (Figuras 1 y 2), consistente en una notable banda clara en la región telomérica del brazo largo, lo cual coincide con lo descrito por MA *et al.* (1976), quienes afirman que dicha banda en el par de homólogos A4 es un marcador del cariomórfo II por representar una constricción secundaria en el brazo largo de dicho cromosoma.

La técnica de tinción para bandas C permitió identificar la distribución de la heterocromatina constitutiva en los individuos P80 y P82 (Figura 4), los que exhiben un patrón de distribución característico en bloques pequeños, visible para casi todos los cromosomas, lo cual permitió identificar las zonas de heterocromatina pericentromérica, que son de gran ayuda para la caracterización morfológica de cada par cromosómico, permitiendo una ubicación exacta del centrómero.

En cuanto a el patrón de bandeo observado para los tres individuos en las metafases tratadas para bandas Q, se evidenció la presencia de telómeros brillantes, que según ORTIZ *et al.* (2005) debería corresponder con el patrón mostrado para las bandas G positivas. Este hecho sólo se pudo evidenciar en los telómeros del cromosoma dos (Figs. 2 y 5). Además se pudo observar en las metafases que todos los cromosomas presentaron las regiones centroméricas opacas.

En este trabajo se encontraron algunas dificultades para la determinación de ciertas medidas, en particular en lo que respecta a los brazos cortos del grupo C, debido a la corta longitud del brazo corto, la baja resolución de las imágenes y la posición espacial en que quedaron fijados algunos cromosomas. Por estas razones, el presente trabajo se decidió agrupar a todos los cromosomas con i□19.9 en un mismo conjunto denominado como el grupo C y clasificarlos como acrocéntricos, el cual incluye telocéntricos y algunos subtelocéntricos (Tabla 1). Ello concuerda con lo reportado por YUNIS *et al.* (1977).

Los análisis morfológicos de los cromosomas permitieron identificar en el individuo P80 (2n=54 XX; NF= 72; 20 Bi, 32 A) seis pares de cromosomas metacéntricos, incluyendo el par sexual XX, cinco pares submetacéntricos y 16 pares acrocéntricos, incluyendo algunos telocéntricos y subtelocéntricos, lo que concuerda con lo publicado por TORRES *et al.* (1998), para dicho cariotipo con cinco pares

cromosómicos metacéntricos más el par sexual, cinco submetacéntricos y 16 acrocéntricos (Tabla 1).

En el mismo sentido, se identificaron para el individuo P81 (2n=53 XX; NF=72, 20+1XX Bi, 30 A) seis pares de cromosomas metacéntricos, incluyendo el par sexual XX, más un elemento impar debido a una fusión robertsoniana entre el 13 y el 14, cinco pares submetacéntricos y 14 pares acrocéntricos, más dos elementos impares 13 y 14 (Figura 3 y Tabla 1).

Esto concuerda con lo hallado por TORRES *et al.* (1998) y se acerca a los hallazgos de YUNIS *et al.* (1977), que describe un individuo 2n=53 con cuatro pares metacéntricos más un elemento impar, siete pares de submetacéntricos y 13 pares de acrocéntricos más dos elementos impares; dicho trabajo no clasificó el par sexual en ninguna categoría.

La evaluación del rol que desempeñan las traslocaciones robertsonianas en el proceso de especiación como mecanismo involucrado en el establecimiento de un aislamiento reproductivo de tipo cromosómico, necesariamente debe considerar en primera instancia el análisis teórico del comportamiento del re-arreglo durante la meiosis. (DESCAILLEAUX *et al.*, 1990). Los resultados obtenidos indican un polimorfismo cromosómico en los elementos 13 y 14, derivado de una traslocación robertsoniana simple de estos cromosomas en el cariomórfo del individuo P81 con 2n=53. Dicha traslocación está ausente en el individuo P80 con 2n=54. Ello coincide con lo descrito por GIRALDO *et al.* (1986), donde igualmente se presenta una fusión telómero-telómero y se rechaza la propuesta por MA *et al.* (1976), que involucran una inversión-deleción adicional como modelo para explicar este rearreglo cromosómico.

Según lo citado por GIRALDO *et al.* 1986; TORRES *et al.* 1998 y DEFLER *et al.* 2001, se puede asumir que las tres hembras de *Aotus griseimembra*, provienen probablemente de poblaciones que hacen parte del Magdalena Medio hasta la costa Atlántica, lo cual es una información útil que facilitaría la reubicación de dichos individuos por parte de los centros de rehabilitación de fauna silvestre y estaciones de paso, encargadas de dicha labor, después de que los individuos son decomisados al tráfico ilegal de especies.

Otros estudios han demostrado que no existen barreras reproductivas evidentes en los cruces efectuados entre individuos del complejo *Aotus griseimembra* (GIRALDO *et al.*, 1986). En el mismo sentido, existe evidencia de que las diferencias cariológicas son un simple polimorfismo que no influye en la reproducción y no parece existir presión selectiva eficaz contra alguno de los cariotipos, ni fertilidad reducida en los cruces heterólogos del grupo de *Aotus* (KII, KIII y KIV). Esto no excluye la existencia de otras razones de tipo genético que deban considerarse para minimizar el riesgo de incompatibilidad poblacional asociada a la reintroducción al hábitat silvestre de lo ejemplares capturados, considerando, por ejemplo, la importancia de mantener la mayor adaptabilidad posible (LACY, 1995). En este caso, los marcadores citogenéticos confiables se deben considerar únicamente como una herramienta adicional para la caracterización poblacional que, combinada con otros métodos como los moleculares, los de morfología y los de biogeografía, guíen de manera más racional el proceso de reubicación de ejemplares decomisados al tráfico ilegal de especies.

Los resultados del presente estudio permiten suponer que las hembras analizadas son óptimas para adelantar programas de conservación mediante reproducción *ex situ*, ya que éstas hacen parte de una sola especie, *Aotus griseimembra*, en la que no se presenta incompatibilidad reproductiva entre los cariomórfos que la constituyen. Es necesario que tanto zoológicos que llevan a cabo procesos de reproducción *ex situ*, así como los Centros de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAVS) y los Centros de Rehabilitación de Fauna Silvestre (CRFS) en Colombia como sus homólogos en otros países, que adelanten planes de rehabilitación, conservación y liberación, implementen de manera obligatoria análisis genéticos que incluyan pruebas cariológicas y moleculares, con el fin de potenciar el éxito reproductivo; evitando cruces entre especies diferentes o la reubicación en zonas geográficas poco o nada compatibles con las características del origen y la distribución de los especímenes.

### **AGRADECIMIENTOS**

A Carolina Arango, Laura Rengifo del laboratorio de Citogenética del Instituto de Genética de la Universidad Nacional-Bogotá, Alejandro Clavijo por su colaboración durante casi todo el tiempo de ejecución del proyecto. A Orlando Díaz, Bernardo Sánchez, Amparo Sánchez, Jorge Enrique Pérez, María Helena Álvarez y Margarita Díaz de la Universidad de Caldas, por el préstamo de equipos y espacios de laboratorio para realizar algunos procedimientos. A la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas como al Grupo de Investigación Genética, biodiversidad y fitomejoramiento (GEBIOME), por la financiación del proyecto.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- ARIAS-RODRÍGUEZ, L., PÁRAMO-DELGADILLO, S., DURÁN- GONZÁLEZ, A. L., 2006.- Caracterización citogenética del pez tropical de agua dulce Parachromis managuensis (Pisces: Cichlidae). Rev. Biol. Trop. 54: 35-42.
- ARRIGHI, F. E., HSU, T. C., 1971. Distribution of constitutive heterochromatin in mammalian chromosomes Chromosoma (Berl.), Vol 34, pp. 243-253.
- BARRAGÁN, K., 2005.- Citogenética en Cérvidos, con énfasis en Venado de Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Revista de la Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre. 1, (1): 3-9.
- BENIRSHCKE, K., KUMAMOTO, A., 1991.- Mammalian cytogenetics and conservation of species. The Journal of Heredity. 82: 187-191.
- BRUMBACK, R. A., 1973.- Two Distinctive Types of Owl Monkeys (Aotus). J. Med. Primatol. 2: 284-289.
- BRUMBACK, R. A., 1974. A third species of the owl monkey *Aotus*. Journal of Heredity 65:321-323.
- BRUMBACK, R. A.; STATON, R. D; BENJAMIN, S.A., LANG, C. M., 1971.- The Chromosomes of *Aotus trivirgatus* Humboldt 1812. Folia Primatol 15: 264-273.
- BUENO, M. L., 2003.- Importancia de la caracterización genética de especies silvestres en Zoológicos, Unidades de Rescate de fauna y Centros de acopio. Lyonia .3, (1): 45-55.
- CASPERSSON, T.; FABER, S.; FOLEY, G. E.; KUDYNOWSKI, J.; MODEST, E.J.; SIMONSSON, E.; WAGH, U.; ZECH, L., 1968.- Chemical Differentiation Along Metaphase Chromosomes. Experimental Cell Research. 49 (1): 219-22.
- CASTRILLON, H. J., 2009.- Caracterización cariotípica del genero *Aotus* (Primates: Aotidae) depositados en el Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre CAV, Departamento del Quindío Colombia. Trabajo de Grado, Universidad del Quindío pp. 23.
- DEFLER, T. R., 2003. Primates de Colombia. Conservación Internacional. Serie de guías tropicales de campo. J. V. Rodríguez-Maecha, (ed.) Conservación Internacional, Bogotá, D. C., Colombia. 543.
- DEFLER, T. R., BUENO, M. L., 2007.- *Aotus* Diversity and Species Problem. *Primate Conservation*. 22:55-70 DEFLER, T. R., BUENO, M. L., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., 2001.- Taxonomic Status of *Aotus hershkovitzi*: Its Relationship to *Aotus lemurinus lemurinus*. Neotropical Primates 9 (2): 37-52.

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 120 - 132

- DEFLER, T. R., & M. L., BUENO., 2003.- Karyological guidelines for Aotus taxonomy. [abstract] Twenty Sixth Annual American Society of Primatology Conference, Calgary, Canada American Journal of Primatology. 60: Suppl.1:134-135.
- DESCAILLEAUX, J.; FUJITA, R.; RODRÍGUEZ, L.A.; AQUINO, R.; ENCARNACION, F., 1990. Rearreglos Cromosómicos y Variabilidad Cariotípica del género *Aotus* (Cebidae: Platyrrhini). La Primatología en el Perú. En: Invetigaciones Primatológicas (1973–1985), Proyecto Peruano de Primatologia "Manuel Moro Sommo" (ed.), pp. 572–577.
- GALBREATH, G. J., 1983.- Karyotypic evolution in *Aotus*. American Journal of Primatology. 4: 245-251. GIRALDO, A.; BUENO, M. L.; SILVA, E.; RAMÍREZ, J.; UMAÑA, J.; ESPINAL, C. 1986.- Estudio Citogenético de 288 *Aotus* Colombianos. Biomedica. 6 (1- 2).
- HERSHKOVITZ, P., 1983.- Two New Species of Night Monkeys, Genus *Aotus* (Cebidae: Platyrrhini): A Preliminary Report on *Aotus* Taxonomy. American Journal of Primatology. 4: 209-243.
- LACY, R. C., 1995. What is a Population (and Habitat) Viability Analysis? Primate Population Viability Analysis Symposium. XVth Congress of The International Primatological Society, Bali, Indonesia, August 1994. Primate Conservation 1993-1994 (14-15): 27-33.
- LEVAN, A.; FREDGA, K. & SANDBERG, A., 1964.- Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. Hereditas 52: 201-220.
- LORENZO, M. C. & ROJAS, V. R., 2002.- Diversidad de Pinnípedos, un enfoque cromosómico. Ciencia y. Desarrollo 26: 62-69.
- MA, N. S. F., 1981.- Chromosome evolution in the owl monkey. American Journal of Physiology and Anthropolgy, 54: 294 –304.
- MA, N. S. F.; JONES, T. C.; MILLER, A. C.; MORGAN, L. M.; ADAMS, E. A., 1976.- Chromosome Polyorphism and Banding Patterns in the Owl Monkey (*Aotus*). Laboratory Animal Science. 26 (6): 1022-1036 Part II of Two Parts
- MA, N. S. F.; ROSSAN, R. N.; KELLEY, S. T.; HARPER, S. J; BEDARD, M. T.; JONES, T. C., 1978.- Banding patterns of the chromosomes of two new karyotypes of the owl monkey *Aotus* captures in Panamá. J Med Primat; (7): 146-147.
- Manual de Procedimientos de Laboratorio de Citogenética del Instituto de Genética de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (MPLC-IGUN). 2009.
- MOORHEAD, R.S.; HOWELL, P.C.; MELLMAN, W.J.; BATTEPS, D.M. & HUNDGERFORD, D.A., 1960.-Chromosomes preparations of leukocytes cultured from human peripheral blood. Experimental Cellular Research, 2: 613-616.
- NAGAMACHI, C. Y.; RODRIGUEZ, L. R.; GALETTI, Jr. P. M.; MANTOVANI, M.; PISSINATI, A.; RISSINO, J. D.; BARROS, R. M. S. & PIECZARKA, J. C., 2003.- Cytogenetic studies in *Callicebus personatus nigrifrons* (Platyrrini, Primates). Caryologia. 56: 47-52.
- ORTIZ, M. L.; RODRÍGUEZ, P. Á.; BUENO, M. L., 2005.- Caracterización Citogenética de la Tortuga Sabanera Podocnemis vogli (reptilia: testudinata: podocnemididae). Acta Biólogica Colombiana. 10 (1): 19-33.
- PIECZARKA, J. C & NAGAMACHI, C. Y., 1988.- Cytogenetic studies of *Aotus* from Eastern Amazonia: Y/ Autosome rearrangement. American Journal of Primatology. 14: 255-263.
- RODRÍGUEZ-MAECHA, J. V.; ALBERICO, M.; TRUJILLO, F., & JORGENSON, J. (Eds.) 2006.- Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, Bogotá, Colombia, pp. 433
- SEABRIGHT, M., 1971.- A rapid banding technique for human chromosomes. Lancet 2: 971. SUMNER, A. T., 1972.- A simple technique for demostrating centromeric heterochromatin. Experimental
- Cell Research . Vol. 75: 304-305.
  TEJEDOR M, F., 2001.- *Aotus* y los Atelinae: Nuevas evidencias en la sistemática de los primates platirrinitos.
  Mastozoología Neotropical. 8 (1): 41-57.
- TORRES, O. P.; ENCISO, S.; RUIZ, F.; SILVA, E.; IVAN, Y., 1998. Chromosome diversity of the genus *Aotus* from Colombia. American journal of primatology. 44: 255-275.
- YUNIS, E.; TORRES, O. M. de C.; RAMÍREZ, C., 1977.- Genus *Aotus*: Q and G-band karyotypes and natural hybrids. Folia Primatológica. 27: 165-177.

# ZOOLOGÍA INVERTEBRADOS Invertebrate Zoology



# DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD DE AGUA DE QUEBRADAS ABASTECEDORAS DEL MUNICIPIO DE MANIZALES

Sulay Maritza González G.1 Yuly Paulina Ramírez.2 Ana María Meza S.3 Lucimar G. Dias.4

### Resumen

Los sistemas dulceacuícolas son uno de los recursos naturales más importantes para la vida. A pesar de su importancia, estos ecosistemas han sufrido grandes impactos causados por las actividades humanas, los cuales afectan directamente la biota acuática y la calidad de las fuentes hídricas. Considerando el valor de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad del agua, el objetivo de estudio fue comparar la riqueza. composición de dichos organismos y la calidad de agua en dos quebradas abastecedoras en el municipio de Manizales. Con tal propósito se realizaron tres muestreos en tres estaciones (zona de referencia-no intervenida, zona antes y después de la represa) en las quebradas Olivares y Romerales, en tres períodos (seco, intermedio y lluvioso). Para la colecta de los macroinvertebrados se utilizó la Red Surber con tres repeticiones por sustrato (hojarasca. roca y sedimento fino). En cada punto de muestreo se registraron variables físico-químicas in situ y en laboratorio. En total se capturaron 12443 macroinvertebrados, distribuidos en 17 órdenes, 62 familias y 156 géneros. No se encontraron diferencias significativas entre la riqueza de macroinvertebrados en las quebradas estudiadas, sin embargo, la abundancia fue significativamente mayor para la quebrada Romerales. Con respecto a la composición. se encontraron 72 géneros compartidos por las dos quebradas, 49 géneros exclusivos para Olivares y 59 para Romerales. Las variables fisicoquímicas evaluadas y los resultados obtenidos con el índice biótico BMWP indican que, en general, las dos quebradas evaluadas presentan una buena calidad de agua.

**Palabras clave:** bioindicadores, biomonitoreo, invertebrados acuáticos, recursos hídricos, Caldas.

# ACUATIC MACROINVERTEBRATES DIVERSITY AND WATER QUALITY OF SUPPLY STREAMS FROM MANIZALES MUNICIPALITY

### **Abstract**

Freshwater systems are one the most important natural resources to life. Despite their importance, these ecosystems have suffered great impacts caused by human activities, directly affecting aquatic biota and the quality of water sources. Considering the value of aquatic macroinvertebrates as water quality bioindicators, the objective of this study was to analyze the richness, and composition of these organisms, as well as water quality in two water supply streams of the municipality of Manizales. With this aim, three samples were performed in three stations of the Olivares and Romerales streams, in three periods (dry, intermediate, and

<sup>\*</sup> FR: 20-VII-2011. FA: 10-V-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. zuma\_331@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. paulina2004\_85@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, ana 1668@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de Investigación GEBIOME, Universidad de Caldas. lucimar.dias@ucaldas.edu.co

rainy). A Surber Sampler Net was used for the collection of macroinvertebrates, with three repetitions per substrate (leaf litter, rock, and fine sediment). Physical-chemical variables *in situ* and in the laboratory for each sample site were recorded. In total, 12443 macroinvertebrates were captured, distributed in 17 orders, 62 families, and 156 genera. There were no significant differences found between macroinvertebrate richness of the streams studied, nevertheless, abundance was significantly greater for the Romerales stream. In regards to composition, 72 genera are found to be common by the two streams, 49 genera are exclusive to the Olivares stream, and 59 are exclusive to the Romerales stream. The physical-chemical variables evaluated and the results obtained with the BMWP biotic index indicate that, in general, the two streams present a good water quality.

Keywords: Bioindicators, biomonitoring, aquatic invertebrates, water resources, Caldas.

### INTRODUCCIÓN

os sistemas lóticos son considerados uno de los recursos naturales más importantes para la vida (JONSSON *et al.*, 2001). Sin embargo, en las últimas décadas estos ecosistemas han sufrido grandes impactos causados por las actividades humanas, que han llevado a una reducción sustancial de la biota acuática o incluso su desaparición (LARA-LARA *et al.*, 2008).

Una de las principales perturbaciones antrópicas sobre los ecosistemas dulceacuícolas es la contención y regulación de los cursos de agua, entre ellas la construcción de represas, las cuales ocasionan cambios en la magnitud de los caudales, en la periodicidad de las variaciones de los mismos (GUTIÉRREZ, 2002 en HURTADO *et al.*, 2005). Estas variaciones afectan también la composición, riqueza y abundancia de la biota acuática y consecuentemente pueden provocar el desequilibrio del ecosistema (RICKLETS, 1979 en HURTADO *et al.*, 2005).

En la cuenca del río Chinchiná, las actividades antrópicas desarrolladas, como la construcción de represas, adecuación de terrenos para la ganadería, agricultura, actividades mineras y deforestación, traen como consecuencia el deterioro de la oferta ambiental, especialmente del recurso hídrico, debido a que alteran la composición y funcionamiento ecológico de los organismos que viven en los sistemas acuáticos (AGUAS MANIZALES, 2007). Muchos de estos organismos tienen adaptaciones únicas a hábitats específicos, microhábitats, o fuentes de alimentación, mientras que otras son cosmopolitas y aptas para sobrevivir a una amplia gama de condiciones (RAMÍREZ *et al.*, 2008).

Actualmente, las comunidades biológicas, como los macroinvertebrados acuáticos, han sido destacadas como indicadoras de las condiciones ambientales, ya que, su presencia refleja las condiciones que prevalecen en el ambiente donde viven (ROLDÁN, 1999), como las condiciones físicas, químicas y bióticas, además de las diferentes presiones sobre los ecosistemas naturales (BARBOUR *et al.*, 1999). Algunos de dichos bioindicadores utilizados en la historia han sido, las algas, los protozoos, las bacterias, los peces, las macrófitas, los hongos y los macroinvertebrados acuáticos (ROLDÁN, 2003).

En los últimos años, los macroinvertebrados acuáticos han ganado protagonismo como indicadores biológicos de la calidad del agua, funcionando como una importante herramienta para monitoreo de los recursos hídricos (GONZÁLEZ &

GARCÍA, 1995; HURTADO *et al.*, 2005; ROSENBERG & RESH, 1993). Esto se debe a que tales organismos responden rápidamente a variaciones ambientales y son fundamentales para el entendimiento de la estructura trófica y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (LAMPERT & SOMMER, 2007).

Dado el papel fundamental que desempeñan los macroinvertebrados en los sistemas dulceacuícolas, este estudio tiene como objetivo analizar la riqueza composición y calidad de agua en dos quebradas abastecedoras del municipio de Manizales, Caldas.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en dos quebradas ubicadas en la cuenca del río Chinchiná, la cual se encuentra localizada en la zona centro sur del departamento de Caldas (CORPOCALDAS-AGUAS DE MANIZALES, 1999). La quebrada Romerales está ubicada en la sub-cuenca Chinchiná alto y hace parte de la reserva Romerales la cual cuenta con 380 ha, temperatura promedio anual entre 12°C y 14°C además de pluviosidad de 2.440 mm/año (CORPOCALDAS, 2000). La quebrada Olivares hace parte de la reserva forestal protectora del río blanco, tiene un área aproximada de 4.932 ha, con temperatura promedio anual entre 14°C y 16°C, asimismo su pluviosidad es de 2.044 mm/año (CORPOCALDAS, 2010).

En las dos quebradas se establecieron seis estaciones de muestreo en un gradiente altitudinal entre 2300 y 2500 m.s.n.m., tres se ubicaron en la quebrada Romerales y tres en la quebrada Olivares. La primera estación de ambas quebradas se usó como punto de referencia o testigo (en lo posible no intervenido y con mayor cobertura vegetal), la segunda estación fue ubicada antes de la represa de Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y la tercera estación aguas abajo de la represa. En las estaciones de la quebrada Romerales se presento ocasionalmente ganado.

### COLECTA DE MACROINVERTEBRADOS Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos se realizaron tres muestreos durante los meses de diciembre de 2010, enero y agosto de 2011, en los períodos lluvioso, intermedio y seco, respectivamente. Para la colecta de macroinvertebrados se utilizó una red Surber de 30.5 x 30.5 x 8 cm, con ojo de malla de 560 µm, con 3 repeticiones por sustrato (hojarasca, roca y sedimento fino), según el protocolo propuesto por PINHEIRO  $et\ al.\ (2004).$  Las muestras fueron conservadas en alcohol al 96% y separadas para su posterior identificación en el laboratorio de Ecología del Programa de Biología de la Universidad de Caldas.

La determinación de los taxas fue en su mayoría a nivel de género, se empleó para ello claves taxonómicas de DOMÍNGUEZ *et al.* (2006), DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ (2009), POSADA & ROLDÁN (2003) y SPRINGER (2006). El material colectado fue depositado en la Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas (CEBUC), registro Humboldt No. 178.

### CARACTERIZACIÓN HIDROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA

Para cada punto de muestreo se registraron variables fisicoquímicas *in situ* como temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH. Además, se tomaron muestras de agua para ser analizadas en el laboratorio de Aguas de Manizales S.A. E.S.P., tales como: turbiedad, conductividad, alcalinidad, dureza, nitratos, nitritos y sulfatos. Asimismo, se consignó información sobre la caracterización física del ambiente a evaluar, teniendo en cuenta aspectos generales, uso del suelo, vegetación riparia, impactos negativos y observaciones generales para evaluar la calidad del hábitat, según CHARÁ (2003).

Adicionalmente, se determinó la cobertura vegetal por medio del método de fotografía digital (HOGAN & MACHADO, 2002), se registró con imágenes la margen derecha e izquierda para cada estación muestreada, el porcentaje se calculó mediante malla de puntos (0.5 cm) por medio del programa Microsoft Office 2007.

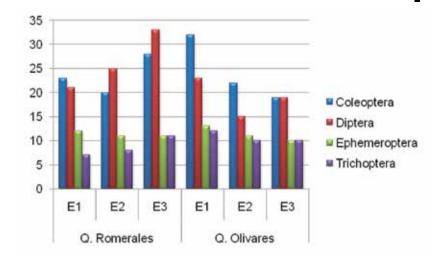
### ANÁLISIS DE DATOS

Para estimar la diversidad de macroinvertebrados bentónicos se utilizaron índices de dominancia de Simpson, de diversidad de Margalef y de equidad de Shannon-Wienner, según lo propuesto por MORENO (2001). Se comparó la composición para las tres estaciones con un análisis Cluster, para el que se utilizó el índice de similaridad de Jaccard. Las diferencias de la riqueza fueron calculadas por medio de un análisis de varianza (ANOVA una vía) en el que se usó como factor las estaciones muestreadas seguida por una prueba de Tukey con probabilidad de p= 0,05.

Para cada estación se estimó el índice de riqueza total de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), según lo propuesto por CHARÁ (2003) y el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) modificado por ZÚÑIGA (2009).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se capturaron 12443 macroinvertebrados, distribuidos en 17 órdenes, 62 familias y 156 géneros (Anexo 1). En la quebrada Romerales se colectaron 8992 individuos, 13 órdenes, 45 familias y 112 géneros. En la quebrada Olivares se colectó un total de 3451 individuos, 12 órdenes, 52 familias y 112 géneros. Los órdenes Coleoptera (35%) y Diptera (27%) presentaron el mayor número de géneros, seguido por Trichoptera y Ephemeroptera (12%) (Figura 1 y Tabla 1). Resultados similares fueron encontrados en estudios realizados por FIGUEROA *et al.*, (2003) en el Sur de Chile y RIVERA (2004) en los andes venezolanos, donde los órdenes Diptera y Ephemeroptera tuvieron una mayor riqueza. Además ROLDÁN (1999), explica que en ríos de montaña de aguas frías, muy transparentes y bien oxigenadas es común encontrar una gran diversidad de estos órdenes.



**Figura 1.** Riqueza de los órdenes más representativos de macroinvertebrados acuáticos en las estaciones de muestreo para las quebradas Romerales y Olivares.

Tabla 1. Riqueza y abundancia en cada estación de muestreo.

		ROMERALES			OLIVARES	
	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Riqueza	70	73	92	86	66	64
Abundancia	1983	3058	3958	1149	1249	1064

A nivel de riqueza no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las quebradas, sin embargo, la abundancia fue significativamente mayor para la quebrada Romerales, en comparación con la quebrada Olivares (Tabla 1). Esto posiblemente se deba a la presencia de ganado en las orillas de la quebrada Romerales, ya que, según OSCOZ *et al.*, (2006) tal factor aumenta la concentración de materia orgánica, a su vez, la abundancia de algunos taxones, especialmente los quironómidos.

Con respecto a los índices calculados, la dominancia de Simpson fue baja para ambas quebradas, principalmente para la quebrada Olivares (Tabla 2). Sin embargo, según los índices de Margalef y de equidad de Shannon-Wiener, se presentaron valores más altos de diversidad para dicha quebrada, en comparación con las demás estaciones de muestreo (Tabla 2).

Tabla 2. Índices de diversidad alfa.

Índices	Q	. Romerale	es		Q. Olivare	es
indices	E1	E2	E3	<b>E</b> 1	E2	E3
Diversidad de Margalef	6,884	7,788	10,22	10,37	9,255	9,074
Equidad de Shannon-Wienner	2,36	2,522	2,702	3,197	3,267	3,249
Dominancia de Simpson	0,173	0,142	0,118	0,077	0,060	0,060

Probablemente esto se deba a la presencia del bosque ripario en mejor estado de conservación, en la estación 1 y 2 (antes de la represa) de Olivares en relación a Romerales, lo que permite mayor protección del recurso hídrico, garantizando una mejor calidad de hábitat, en comparación de las otras estaciones donde disminuye la cobertura vegetal (Tabla 3). En concordancia con algunos autores como ALONSO (2006), ARCOS (2005), GUEVARA *et al.* (2006) y MEZA & RUBIO (2010), quienes encontraron que en lugares donde existe una reducción de la vegetación ribereña por actividades antrópicas como ganadería y agricultura, se presenta una reducción de la diversidad.

**Tabla 3**. Cobertura vegetal para cada estación de muestreo.

C-1	Romera	ales		Oliva	res	
Cobertura vegetal	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Margen izquierdo	95,9	0	15,7	65	27,15	35,18
Margen derecho	3,68	0	19,1	37,5	63,25	26,89

Con respecto a la composición de macroinvertebrados (Figura 2), se obtuvo que 72 géneros fueron compartidos por las dos quebradas, entre ellos *Anacroneuria*, *Andesiops*, *Atopsyche*, *Baetodes*, *Camelobaetidius*, *Cricotopus*, *Cyphon*, *Elodes*, *Farrodes*, *Gigantodax*, *Heterelmis*, *Lachlania*, *Leptohyphes*, *Leptonema*, *Macrelmis*, *Polypedilum*, *Prebaetodes*, *Rheotanytarsus*, *Scirtes*, *Simulium*, *Smicridea*, *Stenelmis* y *Tipula*. La presencia de estos géneros en ambas quebradas posiblemente se deba a que dichos organismos son euritópicos, es decir, que pueden ocupar un amplio espectro hábitats y condiciones ambientales. (ROLDÁN, 1988; DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ, 2009).

Se presentaron 49 géneros exclusivos para la quebrada Olivares y 59 para la quebrada Romerales (Anexo 1). Es de resaltar que el mayor número de géneros exclusivos se obtuvo en la estación 1 de la quebrada Olivares (Figura 3), lo que puede estar relacionado al nivel de conservación de tal área en comparación con las otras, ya que, su acceso es restringido y está provista de vegetación ribereña.

Según BLINN & KILGORE (2001), el bosque ripario tiene un papel importante al retardar y reducir la escorrentía superficial, utilizar el exceso de nutrientes, atrapar los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos y de esta manera proteger los cuerpos de agua. Adicionalmente, Alonso en el 2006, también menciona que la ausencia de la vegetación riparia empobrece la composición de macroinvertebrados bentónicos.

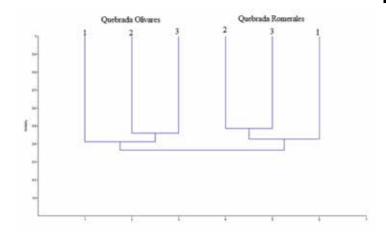


Figura 2. Índice de similitud de Jaccard de las estaciones de muestreo.

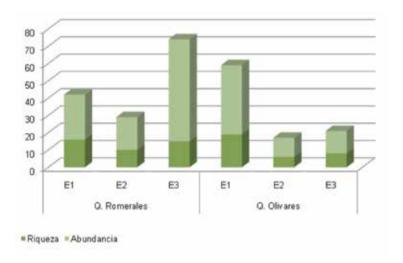


Figura 3. Riqueza y abundancia de géneros exclusivos en cada estación de muestreo.

En cuanto a los períodos de muestreo, para diciembre de 2010 se colectaron 91 géneros y/o morfotipos y 1.251 individuos, en enero de 2011 se colectaron 115 géneros y/o morfotipos y 6.030 individuos, y para agosto de 2011 se determinaron 89 géneros y/o morfotipos y 5.178 individuos. No se encontraron diferencias significativas en cuanto la riqueza de macroinvertebrados entre los períodos de muestreo, sin embargo, para el período lluvioso en diciembre de 2010, la abundancia fue estadísticamente menor en comparación a los otros dos períodos.

Según autores como ARCE & LEIVA (2009), FERNÁNDEZ *et al.* (2002), GRATEROL *et al.* (2006) y ROLDÁN (1988), esto puede estar relacionado a que en épocas lluviosas

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 135 - 148

se tiene un efecto marcado del arrastre de los macroinvertebrados bentónicos como consecuencia del aumento en los caudales, donde los insectos acuáticos que no tienen adaptaciones para sostenerse, pueden ser llevados por la corriente, mientras que en épocas secas las aguas mantienen un cauce normal y las poblaciones no sufren ninguna alteración.

Al determinar la calidad de agua con el índice BMWP, las tres estaciones de las dos quebradas presentaron aguas muy limpias (Tabla 4). Al calcular el índice EPT, las estaciones 1 y 3 de la quebrada Romerales tuvieron calificación regular, la estación 2 de la quebrada Romerales y las estaciones 1 y 3 de la Quebrada Olivares presentaron una buena calidad de agua y, finalmente, la estación 2 de la quebrada Olivares presentó aguas de muy buena calidad (Tabla 4).

<b>Tabla 4.</b> Índices EPT v BMWP p	oara cada estación de muestreo.
--------------------------------------	---------------------------------

	Qu	ebrada Romei	ales	Q	res	
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
EPT	43.7	53.9	49.7	52.6	76.6	50.5
BMWP	145	152	193	162	180	168
EPT	Regular	Buena	Regular	Buena	Muy buena	Buena
BMWP	Aguas muy limpias					

La calificación alta del BMWP en todas las estaciones, probablemente se deba a que tal índice de calidad de agua se calcula a través de la presencia o ausencia de familias de macroinvertebrados acuáticos, lo que puede producir una imprecisión en las calificaciones. A diferencia, el índice EPT calcula la calidad de agua con base en la riqueza de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, lo que hace que este índice sea útil en la detección de perturbaciones más sutiles, así como evidenciado por otros autores (ÁLVAREZ & PÉREZ, 2007, BARRIONUEVO *et al.*, 2007).

En cuanto a las variables fisicoquímicas registradas (Tabla 5), no existieron diferencias significativas entre las estaciones de muestreo de ambas quebradas. Se encontró que éstas están dentro de los rangos establecidos para agua potable (AGUAS DE MANIZALES, 2007). Estos resultados apoyan lo encontrado con el índice biótico BMWP, donde las quebradas Olivares y Romerales presentaron en general una buena calidad. Corroborando con ALBA-TERCEDOR (1996), quien propone que tales bioindicadores son una importante herramienta para la detección de puntos de alteración del recurso hídrico.

### **CONCLUSIONES**

La diversidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad de agua en las estaciones muestreadas de la quebrada Romerales y Olivares no se vieron afectadas

por las represas ubicadas en estos sitios. Además, se puede concluir que el agua de las fuentes hídricas que abastecen gran parte de la población de Manizales presenta buena calidad, evidenciada por los valores del índice biótico BMWP y parámetros fisicoquímicos.

Con este estudio se reafirma la importancia de la vegetación riparia para el establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en los ecosistemas hídricos.

Tabla 5. Variables fisicoquímicas e hidrológicas para cada estación de muestreo.

Variables	Romerales			Olivares		
Fisicoquímicos In-situ	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Oxígeno disuelto (mg/L)	13,11	12,28	12,18	7,9	8	7.9
Temperatura (°C)	13,5	13,1	14,8	14	13,6	13,8
рН	7,02	7,26	7,43	7,3	7,2	7,1
Fisicoquímicos ex-situ						
Turbiedad	2,8	2,45	2,62	5,35	5,5	5,7
Conductividad	45,5	45	45,25	73,5	73,5	74
Alcalinidad a pH 4.5	15	15	15	37	37,5	37
Dureza total	13,5	13,5	13,5	31	30,5	30,5
Nitratos	2,21	2,13	2,17	2,63	2,83	3,64
Nitritos	0,002	0,03	0,002	0,008	0,005	0,006
Sulfatos	1	1	1	≤LD	1	1
Hidrológicos						
Caudal (L/seg)	169	358	358	-	177	177
Área de la Sección (m²)	0,4	0,8	0,8	-	0,3	0,3
Velocidad Media (m/Seg)	0,37	0,3	0,3	-	0,4	0,4
Ancho (m)	3,8	3,7	3,5	-	1,9	2,2

- Sin dato

### **AGRADECIMIENTOS**

Al departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Caldas por apoyar el trabajo. A Aguas de Manizales; a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Caldas por el financiamiento del presente estudio, y a los miembros del grupo de investigación GEBIOME por su colaboración en las diferentes fases del proyecto. Al Fondo Regional de Investigaciones de la Red Alma Mater y a su programa de Joven investigador por contribuir al desarrollo de este estudio.

### BIBLIOGRAFÍA

- AGUAS MANIZALES., 2007.- Estudio de Factibilidad para la Recuperación y Mantenimiento de la Calidad de la Cuenca del río Chinchiná Fase I. Contrato No. 2005-0189. Manizales. p.109
- ALBA-TERCEDOR, J. 1996.- Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Memorias del IV Simposio el agua en Andalucía. Siaga, Almeria, 2: 202-213.
- ALONSO, A. 2006.- Valoración del efecto de la degradación ambiental sobre los macroinvertebrados bentónicos en la cabecera del río Henares. *Ecosistemas*, Asociación española de ecología terrestre, 15(2): 1-5.
- ÁLVAREZ, S.M. & PÉREZ, L. 2007.- Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguare, Honduras: Tesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- ARCE, M. F. & LEIVA M. A. 2009.- Determinación de la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Loja y diseño de líneas generales de acción para su recuperación y manejo: Tesis, UTPL, Ecuador.
- ARCOS, I. 2005.- Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras: Tesis: Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D & STRIBLING J.B. 1999.- Rapid Bioassessment Protocols for Use in streams and wadeable rivers: periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. Second Edition.EPA 841-B-99-002.US Environmental Protection Agency. Washington.
- BARRIONUEVO, M.A.; ROMERO, F.; NAVARRO, M.G.; MEONI, G.S. & FERNANDEZ, H.R. 2007.- Monitoreo de la calidad del agua en un río subtropical de montaña: el río Lules (Tucumán, Argentina). Conagua. Obtenido en 20 de julio, 2010. Desde : <a href="http://hydriaweb.com.ar/kb/entry/12/">http://hydriaweb.com.ar/kb/entry/12/</a>.
- BLINN, R. & KILGORE. A. 2001.- Riparian Management Practices. *Journal of Forestry* (University of Minnesota) USA 8: 11-17.
- CHARÁ, J. 2003.- Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Colombia. p.52
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. 2000.- Coleccionable "Gestión Ambiental". No. 1. La cuenca del río Chinchiná, Manizales.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS-AGUAS DE MANIZALES, 1999.- Plan de Ordenamiento Ambiental del territorio de la cuenca del río Chinchiná. Síntesis de Diagnóstico. Tomo I, Manizales.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS. 2010.- Plan de manejo. Reserva forestal protectora de las cuencas Hidrográficas de río Blanco y quebrada Olivares. Manizales.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNÁNDEZ, H.R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. p. 656
- DOMINGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M. L.; HUBBARD, M. D. & NIETO, C. 2006.- Ephemeroptera of South America (en) Adis, J.; J. R. Arias G.; Rueda-Delgado & K. M. Wantzen (ed.) *Aquatic Biodiversity of Latin America*, Vol.2, Pensoft.Moscow and Sofia, p. 1-646
- FERNÁNDEZ, H.R.; ROMERO, F.; VECE, M.B.; MANZO, V.; NIETO, C. & ORCE, M. 2002.- Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán-Argentina). *Limnética*, 21(1-2): 1-13.
- FIGUEROA, R.; VALDOVINOS, C.; ARAYA, E. & PARRA, O. 2003. -Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 275 –285.
- GONZÁLEZ, M. & GARCÍA, D. 1995. Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. p. 319
- GRATEROL, H.; GONCALVES, L.; MEDINA, B. & PEREZ, B. 2006.- Insectos acuáticos Como Indicadores De Calidad Del AguaDel Río Guacara, Carabobo-Venezuela (Aquatic Insects as Bioindicator of Water Quality in Guacara Stream, Carabobo-Venezuela).
- GUEVARA-CARDONA, G.; JARA, C.; MERCADO, M. & ELLIOTT, S. 2006.- Comparación del macrozoobentos presente en arroyos con diferente tipo de vegetación ribereña en la reserva costera valdiviana, sur de Chile. *Asociación Colombiana de Limnología "Neolimnos"*,1: 98-105.
- HOGAN, P.K. & MACHADO, J.L. 2002. -Luz solar: consecuencias biológicas y mediciones. En: Guariguata,
   M.R. & Kattan G.H. (ed.), Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR. pp.119-143
   HURTADO, S.; GARCÍA, F. & GUTIÉRREZ, P. 2005.- Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos de la subcuenca del río San Juan, Querétaro, México. Folia Entomol. 44 (3): 271-286.
- JONSSON, M.; MALMQVIST, B. & HOFFSTEN, P.E. 2001.-¿Leaf litter breakdown rates in boreal streams: does shredder species richness matter? *Freshwater Biology*, 46: 161–171.
- LAMPERT, W. & SOMMER, U. 2007.-Limnoecology: The ecology of lakes and streams. 2 Ed. Oxford University Street. Nueva York. p. 324
- LARA-LARA, J.R.; ARREOLA, J.A.; CALDERÓN, L.E.; CAMACHO, V.F.; ESPINO, G.L.; ESCOFET, A.M.; ESPEJEL, M.; GUZMÁN, M.; LADAH, L.B.; LÓPEZ M.; MELING E.A.; MORENO P.; REYES H.; RÍOS E. & ZERTUCHE J.A. 2008.- Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 109-134.

- MEZA, A.M. & RUBIO, J. 2010.- Composición y estructura trófica de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. Tesis: Programa de Biología, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- MORENO, C.E. 2001.-Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis: SEA, (1) p. 84
- OSCOZ, J.; CAMPOS, F. & ESCALA, M.C. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*,25: 683-692.
- PINHEIRO, S.M.; FERRAZ DE QUEIROZ, J. & BOEIRA, R.C. 2004.- Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos. Comunicado Técnico 19. *Ministerio de Agricultura*. Brasil.
- POSADA, G.J. & ROLDAN, G. 2003.-Clave ilustrada y diversidad de las larvas de trichoptera en el noroccidente de Colombia. *Caldasia*, 25 (1): 169-192.
- RAMÍREZ, D.A.; VALLADARES, F.; BLASCO, A. & BELLOT, J., 2008.-Effects of tussock size and soil watercontenton whole plant gas Exchange *Stipatenacissima* L. Extrapolating from the leaf versus modelling crown architecture. *Environmental and Experimental Botany*, 62, 376–388.
- RIVERA, R. 2004.- Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos: Tesis: Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- ROLDÁN, G. 1988.-Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia.Bogota, Colombia. p.216
- ROLDÁN, G., 1999.- Los Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias exactas, físicas, y naturales, 23(88): 375-387.
- ROLDÁN, G.A. 2003.-*Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. p.170
- ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H., 1993.- Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York London. Chapman and Hall. pp.488
- SPRINGER, M., 2006.- Clave taxonómica para larvas del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Rev. Biología Tropical*, 54: 273-286
- ZUÑIGA, M.C. 2009.- Adaptación del BMWP para ríos de Colombia. Simposio de Macroinvertebrados Acuáticos. Congreso de la sociedad Colombiana de Entomología. Memorias.

**Anexo 1.** Lista de órdenes, familias y géneros de macroinvertebrados encontrados en las quebradas Olivares y Romerales.

Órdenes	Familias	Géneros y/o mor- fotipos	Romerales	Olivares	Total
T. 1:1:0		Limnessia	2		2
Trombidiformes	Limnessiidae	Limnessiidae 1	1		1
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella		11	11
Annelida 1	Annelida 1	Annelida 1	6		6
Collembola	Collembola 1	Collembola 1	1		1
	Dryopidae	Dryopidae 1	2		2
		Dytiscidae 1		2	2
	Dytiscidae	Ranthus		3	3
		Austrelmis		8	8
		Cylloepus	1	3	4
		Disersus	1		1
		Heterelmis	41	119	160
		Macrelmis	104	22	126
		Microcylloepus	14	6	20
		Neocylloepus	3	2	5
		Neoelmis	29	3	32
		Onychelmis	<del>-</del>	3	3
	Elmidae	Phanocerus	1	<u> </u>	1
		Pseudodisersus	3	2	5
		Stenelmis	47	11	58
		Xenelmis	1/	1	1
		Elmidae 1	+	10	10
		Elmidae 2	4	10	4
		Elmidae 3	36	4	40
		Elmidae 4	+	3	6
			3	3	+
		Elmidae 5	1	1	1
		Andogyrus Gyretes	+	1	1
	Gyrinidae Hydrophilidae		-		
		Gyrinus	-	2	2
		Gyrinidae 1	1	2	3
Coleoptera		Paracymus			
		Tropisternus	1	1	7
		Hydrophilidae 1	7	1	2
	Lutrochidae	Lutrochus	1		
	Polydactilidae	Polydactilidae 1	<del>                                     </del>	2	2
	Psephenidae	Psephenus	1	1	2
		Anchytarsus	38	23	61
		Tetraglossa	9	7	16
	Ptilodactylidae	Prilodactylidae 1	<del>                                     </del>	10	10
		Ptilodactylidae 2	4	2	6
		Ptilodactylidae 3	<del> </del>	2	2
		Ptilodactylidae 4	8	ļ	8
		Cyphon	52	3	55
		Elodes	66	13	79
	Scirtidae	Scirtes	34	18	52
		Scirtidae 1	9	ļ	9
		Scirtidae 2		3	3
		Scirtidae 2	1	1	2
		Staphylinidae 1	5	ļ	5
		Staphylinidae 2	1		1
	Staphylinidae	Staphylinidae 3		8	8
	[	Staphylinidae 4	39	8	47
		Staphylinidae 5	1		1
	Coleoptera 1	Coleoptera 1	6	4	10
	Coleoptera 2	Coleoptera 2		5	5
	Coleoptera 3	Coleoptera 3		2	2
Decapoda	Decapoda 1	Decapoda 1		1	1

	T	Т			1
	Blephariceridae	Limonicola	4		4
		Blephariceridae 1	1		1
		Ceratopogonidae 1	25	5	30
	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae 2	2		2
		Ceratopogonidae 3	6		6
		Cricotopus	85	14	99
		Heptagiyae cf.	32		32
		Paraheptagiyae cf.	23	37	60
		Parametriocnemus	7	2	9
		Parochlus	1		1
		Pentaneura cf.	36	16	52
		Podonomopsis	7		7
	Chironomidae	Podonomus		1	1
		Polypedilum	273	35	308
		Rheotanytarsus	67	46	113
		Chironomidae 1	132	247	379
		Chironomidae 2	372		372
		Chironomidae 3	372	35	35
			962	66	1028
		Chironomidae 3	7	00	7
	Dieti	Chironomidae 4	<del> </del>	1	+
	Dixidae	Dixa cf.	1	1	2
ъ.		Aphrosylus	1	1	2
Diptera	Dolichopodidae	Rhaphium	1		1
		Dolichopodidae 1	3	2	5
		Chelifera	6	1	7
	Empididae	Hemerodrimia	3		3
	1	Empididae 1	1		1
		Empididae 2		1	1
	Ephydridae	Ephydridae 1	4		4
	Diptera 1	Diptera 1		4	4
	Diptera 2	Diptera 2	16	3	19
	Diptera 3	Diptera 3		1	1
	Muscidae	Limnophora cf.	42		42
		Gigantodax	20	11	31
	Simuliidae	Simulium	1658	372	2030
		Simuliidae 1	2	21	23
	Tabanidae	Tabanus	1	2	3
		Hexatoma	1	3	4
		Limnophora	2		2
		Limonia	1	7	8
		Molophilus	9	3	12
	Tipulidae	Ormosia	<u> </u>	4	4
		Tipula	31	57	88
		Tipulidae 1	2	3/	2
	1			ı	1 4
			<del>-</del>	2	2
		Tipulidae 2		2	2
		Tipulidae 2  Andesiops	1177	33	1210
		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes	1177 2071	33 1224	1210 3295
		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius	1177 2071 176	33 1224 2	1210 3295 178
		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis	1177 2071	33 1224 2 8	1210 3295 178 381
	Baetidae	Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.	1177 2071 176	33 1224 2 8 2	1210 3295 178 381 2
	Bactidae	Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis	1177 2071 176 373	33 1224 2 8 2	1210 3295 178 381 2
	Baetidae	Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes	1177 2071 176 373	33 1224 2 8 2 1 25	1210 3295 178 381 2 1 53
	Bactidae	Tipulidae 2  Andesiops Bactodes Camelobactidius Mayobactis Moribactis cf. Nanomis Prebactodes Bactidae 1	1177 2071 176 373	33 1224 2 8 2	1210 3295 178 381 2 1 53 166
Ephemeroptera	Bactidae	Tipulidae 2  Andesiops Bactodes Camelobactidius Mayobactis Moribactis cf. Nanomis Prebactodes Bactidae 1 Bactidae 2	1177 2071 176 373 28 162	33 1224 2 8 2 1 25 4	1210 3295 178 381 2 1 53 166
Ephemeroptera		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1	1177 2071 176 373 28 162 1	33 1224 2 8 2 1 25 4	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1
Ephemeroptera	Baetidae Leptohyphidae	Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1  Haplohyphes 2	28 162 1 12 4	33 1224 2 8 2 1 25 4	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1 15 28
Ephemeroptera		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1	1177 2071 176 373 28 162 1	33 1224 2 8 2 1 25 4	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1
Ephemeroptera		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1  Haplohyphes 2	28 162 1 12 4	33 1224 2 8 2 1 25 4	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1 15 28
Ephemeroptera		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1  Haplohyphes 2  Leptohyphes	28 162 1 12 4	33 1224 2 8 2 1 25 4 3 24 62	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1 15 28 219
Ephemeroptera		Tipulidae 2  Andesiops  Baetodes  Camelobaetidius  Mayobaetis  Moribaetis cf.  Nanomis  Prebaetodes  Baetidae 1  Baetidae 2  Haplohyphes 1  Haplohyphes 2  Leptohyphes  Farrodes	1177 2071 176 373 28 162 1 12 4 157 5	33 1224 2 8 2 1 25 4 3 24 62	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1 15 28 219
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tipulidae 2  Andesiops  Bactodes  Camelobactidius  Mayobactis  Moribactis cf.  Nanomis  Prebactodes  Bactidae 1  Bactidae 2  Haplohyphes 1  Haplohyphes 2  Leptohyphes  Farrodes  Hagenulopsis cf.	1177 2071 176 373 28 162 1 12 4 157 5	33 1224 2 8 2 1 25 4 3 24 62 7	1210 3295 178 381 2 1 53 166 1 15 28 219
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tipulidae 2  Andesiops Bactodes Camelobactidius Mayobactis Moribactis cf. Nanomis Prebactodes Bactidae 1 Bactidae 2 Haplohyphes 1 Haplohyphes 2 Leptohyphes Farrodes Hagenulopsis cf. Thraulodes	1177 2071 176 373 28 162 1 12 4 157 5	33 1224 2 8 2 1 25 4 3 24 62 7	1210 3295 178 381 2 1 53 166 15 28 219 12

	×	
- 0	X	2
~	₹	۲
-	-	
	i	
1,	•	•
,	•	7
	-	٠
	٠	٠
6		ī
	٠	1
V.	ŕ	٠
-	_	
	100	
	3110	
	2	
-	2	2

Entomobrymorpha	Isotomidae	Isotomidae 1	2	1	3
	Physidae	Physa		3	3
Gastropoda	Gastropoda 1	Gastropoda 1		1	1
		Microvelia		2	2
Hamintan	Veliidae	Rhagovelia		7	7
Hemiptera	Hemiptera 1	Hemiptera 1	3	2	5
	Gelastocoridae	Gelastocoris	1		1
Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae 1	61		61
Odonata	Gomphidae	Progomphus		3	3
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	140	191	331
	7. 1.0.1	Anomalocomoecus		1	1
	Limnephilidae	Limnephilus		1	1
	Anomalopsychidae	Contulma		2	2
	Calamoceratidae	Phylloicus	2	19	21
		Mortoniella		1	1
	Glossosomatidae	Culoptila		2	2
		Glossomatidae 1		1	1
	Ecnomidae	Austrotinoides	1		1
	Helicopsychidae	Helicopsyche	1	96	97
	Hydrobiosidae	Atopsyche	55	15	70
		Leptonema	9	55	64
	Hydropsychidae	Macronema	4	10	14
		Smicridea	20	67	87
	Hydroptilidae	Ochrotrichia	28		28
		Atanatolica	1		1
	Leptoceridae	Leptoceridae 1	6	3	9
	Exploceriuae	Nectopsyche	19	201	220
		Oecetis	1		1
	Odontoceridae	Marilia	4	2	6
	Odomocerdae	Odontoceridae 1	2	1	3
	Trichoptera 1	Trichoptera 1		2	2
		Planariidae 1	2		2
Tricladida	Planariidae	Planariidae 2	6		6
		Planariidae 3		3	3
Veneroida	Sphaeriidae	Pisidium	1		1
		Total general	8992	3451	12443

# RECONOCIMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalanthus HAW.)

Óscar Adrián Guzmán-Piedrahita, Leonardo Pérez<sup>2</sup> y Andrés Patiño<sup>3</sup>

#### Resumen

Los nematodos fitoparásitos causan lesiones en el sistema radical de la pitahaya afectando su crecimiento vegetativo y reproductivo. El objetivo de este estudio fue caracterizar los fitonematodos que afectan el sistema radical de la pitahaya amarilla en fincas afiliadas a la Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla (ASOPPITAYA). Se recolectaron muestras de raíces y suelo en 22 fincas de los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Se realizó la extracción de fitonematodos por el método de centrifugación y flotación en azúcar, además de su identificación con claves taxonómicas. Se identificó la especie *Helicotylenchus dihystera* y los géneros *Meloidogyne, Dorylaimus, Tylenchus, Aphelenchus y Pratylenchus*, con una frecuencia del 100, 50, 27, 23, 14 y 5%, respectivamente. *H. dihystera* presentó la población mayor con 12.360 individuos/100g de raíces y suelo; seguido por *Meloidogyne* con 2.742 estados juveniles (J2)/100g de raíces y suelo. Se demostró que *H. dihystera* es el nematodo fitoparásito más limitante en pitahaya, haciéndose necesario monitorear sus poblaciones e implementar medidas de manejo integrado.

**Palabras clave**: Fitonematodos, frecuencia, *Helicotylenchus dihystera*, *Meloidogyne*.

# IDENTIFICATION OF PLANT PHYTOPARASITE NEMATODES IN YELLOW PITAHAYA (Selenicereus megalanthus HAW.)

#### Abstract

The phytoparasite nematodes cause lesions in the pitahaya roots system affecting both the vegetative and reproductive growth. The objective of this study was to characterize the phytonematodes affecting the roots system of yellow pitahaya in farms affiliated to the Association of Producers of Yellow Pitahaya (ASOPPITAYA). Samples of roots and soil were collected in 22 farms of the departments of Quindío, Risaralda and Valle del Cauca. The phytonematodes samples were extracted following the centrifugation and flotation in sugar method, and identified using taxonomic keys. The specie *Helicotylenchus dihystera* was identified and the genera *Meloidogyne*, *Dorylaimus*, *Tylenchus*, *Aphelenchus* and *Pratylenchus* were also recognized , with a frequency of 100, 50, 27, 23 and 5%, respectively. *H. dihystera* presented the highest population with 12,360 individuals/100g of roots and soil; followed by *Meloidogyne* with 2,742 juvenile stages (J2)/100g of roots and soil. It was demonstrated that *H. dihystera* is the most limitant phytoparasite nematode of pitahaya, requiring monitoring of its populations to implement integrated management practices.

Key words: Phytonematodes, frequency, Helicotylenchus dihystera, Meloidogyne.

<sup>\*</sup> FR: 12-III-2011. FA: 14-V-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> M.sc. universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Caldas. Correo electrónico: oscar.guzman@ucaldas.edu.co

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla. ASOPPITAYA. Roldanillo, Valle del Cauca. Correo electrónico: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla. ASOPPITAYA. Roldanillo, Valle del Cauca. Correo electrónico: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

## INTRODUCCIÓN

a pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) es una fruta exótica originaria de América tropical que fue observada por primera vez en forma silvestre por los conquistadores españoles en México, Colombia, Centroamérica y las Antillas, quienes le dieron el nombre de pitahaya que significa fruta escamosa. Es una planta de la familia Cactácea, xerofítica, caracterizada por ser un cactus trepador que crece soportada en emparrado, con tallos triangulares largos y con flores encarnadas de belleza espectacular. La planta produce frutos ovoides comestibles que antes de ser cosechados tienen espinas en sus mamilas, son de color verde al comienzo y amarillos en la madurez, con un peso entre 150 y 380g. Su pulpa es blanca y aromática con semillas pequeñas de color negro que son comestibles (ESSO AGRÍCOLA, 1988). Es una fruta dulce con 13 a 16% de azúcar, posee además vitamina C, fibra, carbohidratos y agua en un 80%. La fruta permite ser consumida como producto fresco o procesado en jugos, cocteles, helados, yogur y mermeladas; sus semillas tienen efecto digestivo (ANGELFIRE, 2009).

La pitahaya amarilla, se comenzó a cultivar comercialmente en Colombia al inicio de la década de los 80´s, principalmente con fines de exportación, promovida como cultivo de diversificación en zonas cafeteras por el Programa de Desarrollo y Diversificación de la Federación Nacional de Cafeteros (1987). Actualmente, Colombia es el principal productor de pitahaya amarilla a nivel mundial con 827 ha, seguida por Israel, Brasil, Ecuador, Perú y Guatemala con 100, 35, 20, 18 y 14 ha, respectivamente (AGRONET, 2009). En Colombia, existen aproximadamente 400 productores de pitahaya con 827 ha, con cultivos que tienen más de 973.599 plantas con una producción de 1.550 ton año¹ (UNIVERSIDAD NACIONAL, 2008), de las cuales 236 ha están sembradas en el Valle del Cauca con una producción de 12.5 ton ha,¹ que es el principal productor, seguido por Boyacá, Bolívar, Huila y Santander con un área y producción de 333 ha y 7,5 ton ha;¹ 75 ha y 11,1 ton ha;¹ 67 ha y 8 ton ha¹ y 49 ha y 7,9 ton ha,¹ respectivamente (AGRONET, 2009).

En Colombia, la transición rápida de la pitahaya amarilla como planta silvestre a cultivo comercial, sin que se dispusiera de un paquete tecnológico adecuado debido a que no existía investigación sobre el cultivo, conllevó a grandes problemas de manejo, especialmente en aspectos fitosanitarios, que ocasionaron una disminución de la productividad y calidad de la fruta y, por ende, una menor rentabilidad del cultivo (ANGELFIRE, 2009). Dentro de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de pitahaya están la mosca del botón floral (*Dasiops* spp.), la pudrición basal del fruto y marchitez (complejo *Fusarium oxysporum - Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*), la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y los nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., y *Tylenchorhynchus* spp.) (CASTAÑO & SALAZAR, 1987; RINCÓN *et al.*, 1989; ARAUJO & MEDINA, 2008; ROJAS *et al.*, 2008).

Según RINCÓN *et al.* (1989), VARÓN (2006), ARAUJO & MEDINA (2008) y ROJAS *et al.*, (2008), en los cultivos de pitahaya amarilla del Valle del Cauca, el nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp., es el más importante por su tasa de reproducción, amplio rango de hospedantes y adaptación a diferentes ambientes. En el sistema radical, los síntomas primarios ocasionados por *Meloidogyne* spp., son ramificaciones anormales con raíces hinchadas "engrosadas" y con agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras del nematodo. Producto de este daño, después de

los 6 meses de establecido el cultivo, en la parte aérea se presentan síntomas secundarios como tallos amarillos y angostos, flacidez y raquitismo de pencas, muerte de brotes, detención del crecimiento y menor producción (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; DE WAELE & DAVIDE, 1998; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008; PERRY *et al.*, 2009).

El nematodo espiral *Helicotylenchus* spp., es polífago (LUC *et al.*, 2005), y también ha sido registrado parasitando el sistema radical de la pitahaya (RINCÓN *et al.*, 1989; ARAUJO & MEDINA, 2008). Biológicamente y dependiendo del hospedante, el hábito alimenticio de *Helicotylenchus* spp., se caracteriza por ser ectoparásito, semiendoparásito o endoparásito de raíces. Todos los estados pueden ser encontrados en el córtex de las raíces, pero la migración a través del tejido no ha sido registrada. Producto del parasitismo, en la epidermis de las raíces se forman lesiones pequeñas circulares de color café obscuras tornándose negras, las cuales pueden llegar a ser necróticas. La mayoría de especies son partenogenéticas aunque una de las más comunes y dañinas, *H. multicinctus*, es amphimictica (LUC *et al.*, 2005).

Otro fitonematodo registrado en la pitahaya es el nematodo lesionador *Pratylenchus* spp., (VARÓN, 2006), que es un endoparásito migratorio con todos sus estados encontrados en el córtex. Se alimenta principalmente sobre las células del córtex y forma cavidades que contienen nidos o colonias con todos sus estados. Producto del ataque del nematodo, se presenta decoloración del tejido afectado, que es usualmente pronunciada. Los síntomas en la parte aérea incluyen clorosis y enanismo. El ciclo de vida puede completarse en 4 semanas y puede sobrevivir en ausencia del hospedante por varios meses. Las especies más importantes son polífagas como *P. brachyurus*, *P. coffeae*, *P. goodeyi*, *P. penetrans*, y *P. zeae* (GOWEN *et al.*, 2005; AGRIOS, 2005; LUC *et al.*, 2005; CASTILLO & VOVLAS, 2007).

Debido al daño que ocasionan los nematodos fitoparásitos en el sistema radical de la pitahaya, se realizó este estudio cuyo objetivo fue caracterizar los nematodos fitoparásitos que afectan el sistema radical de la pitahaya amarilla en fincas afiliadas a la Asociación de Productores de Pitahaya Amarilla, ASOPPITAYA.

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en 22 cultivos de pitahaya amarilla, abarcando un área cultivada de aproximadamente 26 ha, en los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca en predios afiliados a ASOPPITAYA, ubicada en Roldanillo, Valle del Cauca, Colombia (Tabla 1). La selección de las fincas, donde se recolectaron las muestras se efectuó con la ayuda de ASOPPITAYA, y el criterio de selección se basó en que ellas fueran representativas de cada municipio por su producción y prácticas de cultivo.

En el lote de cada finca, el recorrido para la recolección de las muestras se hizo de acuerdo a la topografía del terreno, en zig-zag (terreno ondulado) y en X (terreno plano), siempre garantizando que al recolectar las muestras se cubriera la mayor área posible y no se tomaran muestras de los bordes del lote. En el plato de 10 plantas de pitahaya se recolectó una muestra de 200 g de raíces y 200 g de suelo, en los cuatro puntos cardinales (oriente, occidente, norte y sur), las cuales se depositaron en un balde de 20 L de capacidad, para formar una muestra compuesta (unidad de muestreo) que posteriormente se mezcló, homogeneizó y empacó (2

kg) en una bolsa de plástico. Este procedimiento se realizó tres veces en cada lote a una distancia de 7 m entre cada planta. Las muestras se extrajeron con un palín de hoja rectangular ( $13 \times 50 \text{ cm}$  de ancho y largo, respectivamente) a una distancia de entre 5 y 20 cm del cuello de las plantas y una profundidad de 10 a 20 cm, en un hoyo de 13 cm de largo y ancho y 20 cm de profundidad. Posteriormente, se rotuló e identificó la información correspondiente al propietario, finca, vereda, municipio, departamento y área del lote (Tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción general de las fincas donde se realizó el estudio de nematodos fitoparásitos en cultivos de Pitahava amarilla.

No.	Finca	Vereda	Área (ha)	Municipio	Departamento
1	Puerto Alegre	Sardineros	2.8	Buenavista	Quindío
2	Patio Bonito	Palo Redondo	1.0	Belén de Umbría	Risaralda
3	María José	La Floresta	1.4	Balboa	Risaraida
4	El Descanso	Cedrales	0.3		
5	La Francia	Cedrales	0.5	Trujillo	
6	La Isabela	La Soledad	0.5		
7	San Luis	La Aguada	0,5		
8	La Seca	La Aguada	0,5		
9	La Esperanza	La Aguada	3.0	Bolívar	
10	La Esperanza	El Edén	1.5		
11	Alto Bonito	La Aguada	0,5		
12	La Esmeralda	La Armenia	2.0		
13	La Luciérnaga	La Armenia	0.45	Roldanillo	Valle del Cauca
14	La Gaviota	San Isidro	1.0	Roidanillo	
15	Las Delicias	San Isidro	0,5		
16	El Brillante	La Esperanza	0.5		
17	La Cristalina	La Esperanza	0.5	El Dovio	
18	La Esmeralda	La Esperanza	0.3		
19	La Cabaña	La Judea	3	Ríofrio	
20	El Jardín	La Granjita	0.8	Kiofrio	
21	Lisboa	Piedras	3	Yotoco	
22	Bella Vista	La Milonga	2.0	Sevilla	

En los laboratorios de Fitopatología del departamento de Fitotecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Caldas y Diagnóstico Fitosanitario del ICA, Palmira, se realizó la extracción de nematodos basados en el principio de flotación de los nematodos en azúcar (MEREDITH, 1973; ARAYA *et al.*, 1995). El procedimiento se realizó de la siguiente manera: las raíces se lavaron con agua corriente, después de dejarlas secar a temperatura ambiente, se pesaron 30 g de ellas en una balanza Analytical Plus, marca Ohaus, y con la ayuda de tijeras se cortaron transversalmente trozos de raíces de 1 cm, que luego se homogenizaron

(ARAYA et al., 1995). Tales trozos se colocaron dentro del vaso de una licuadora Osterizer, modelo 565-15, con 500 mL de agua, luego se licuaron a alta velocidad por 30 seg. La solución del licuado fue depositada en un tamiz de 250 µm el cual estaba colocado sobre un tamiz de 106 µm, y éste sobre otro de 25 µm. La muestra se lavó con agua a presión para que hubiera desprendimiento de los nematodos. y del material que quedaba en el tamiz de 25 µm, luego se depositó todo su contenido en tubos de centrifugación de 30 mL de capacidad. Posteriormente, se centrifugó a 3.800 rpm durante 5 min. Como consecuencia de la centrifugación hubo sedimentación de las partículas pesadas en el fondo del tubo y se procedió a eliminar el sobrenadante. Seguidamente, los tubos fueron llenados nuevamente con solución de sacarosa al 50% y sometidos a centrifugación a 3.800 rpm durante 5 min con el propósito de que los nematodos quedaran flotando en la solución de sacarosa por densidad diferencial y fueran separados de las partículas más pesadas. Luego el sobrenadante se depositó en el tamiz de 25 µm para lavar la sacarosa con agua corriente a presión baja y evitar que los nematodos fueran afectados por ésta. Finalmente se recogieron 20 mL de agua con nemáatodos en una caja de Petri. La extracción de nemtodos de suelo se realizó de similar manera, omitiendo el procedimiento de licuado.

En cada muestra se registró el número de nemáatodos fitoparásitos en 100 g de raíces y en 100 g de suelo. La identificación de fitonemátodos se realizó recolectando 30 nematodos de cada caja de Petri, los cuales se montaron en un porta-objetos con una gota de agua que se cubrió con un cubre-objetos y se observaron en el microscopio compuesto de luz marca Nikon a través del objetivo 40X.

Con los nematodos encontrados se obtuvieron promedios para la variable número de nematodos fitoparásitos; se estimó el número de éstos para cada especie de acuerdo con su identificación, y en cada especie se estableció en qué proporción de las muestras se encontraba. La identificaron de nematodos fitoparásitos se realizó con las claves taxonómicas de THORNE (1961), MAGGENTI *et al.*, (1987), LUC *et al.* (1990), HUNT (1993); MAI *et al.* (1996), SIDDIQI (2000), CASTILLO & VOVLAS (2008) y PERRY *et al.* (2009).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las 22 fincas muestreadas se encontraron principalmente los géneros *Helicotylenchus* y *Meloidogyne* en una frecuencia del 100 y 50%, respectivamente (Tabla 2).

Con menor frecuencia se encontraron *Dorylaimus* spp., *Tylenchus* spp., *Aphelenchus* spp., y *Pratylenchus* spp., con una frecuencia de 27, 23, 14 y 5%, respectivamente (datos no mostrados). Estos resultados difieren ligeramente de los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989) en el Valle del Cauca, Cauca y Quindío, quienes obtuvieron para *Meloidogyne* spp., una frecuencia de 81 y 65% en suelo y raíces, respectivamente; además de una frecuencia de 86 y 29%, respectivamente para *Helicotylenchus* spp. La mayoría de los nematodos identificados en este estudio han sido reportados parasitando el sistema radical de la pitahaya (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008), y otros cultivos de importancia económica como arroz, trigo, maíz, plátano, banano, maíz, yuca, sorgo, etc. (SIDDIQI, 2000; AGRIOS, 2005; CASTILLO & VOVLAS, 2008; y PERRY *et al.*, 2009). Los géneros

*Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, también han sido encontrados por RINCÓN *et al.* (1989) y ARAUJO & MEDINA (2008), parasitando el sistema radical de la pitahaya.

**Tabla 2.** Población y géneros de nematodos fitoparásitos identificados en suelo y raíces de pitahaya amarilla en los departamentos de Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, Colombia.

			Géneros			
Finca	Muestra	Número total de nematodos fitoparásitos (100 g)	Helicotylenchus	Meloidogyne (J2)		
D Al	Raíces	1.200	960*	240		
Puerto Alegre	Suelo	1.260	1.260	0		
D .	Raíces	410	410	0		
Patio Bonito	Suelo	1.458	1.458	0		
N	Raíces	9.300	9.300	0		
María José	Suelo	3.060	3.060	0		
El D	Raíces	6320	3.678	2.642		
El Descanso	Suelo	397	270	100		
	Raíces	4488	1.982	2.506		
La Francia	Suelo	803	533	220		
71.7	Raíces	900	900	0		
El Jardín	Suelo	435	315	0		
La Isabela	Raíces	120	120	0		
	Suelo	1260	1260	0		
	Raíces	629	258	371		
San Luis	Suelo	216	195	21		
	Raíces	660	135	525		
La Seca	Suelo	225	165	60		
	Raíces	321	81	240		
La Esperanza (1)	Suelo	102	74	23		
	Raíz	1.920	1.800	0		
La Esperanza (2)	Suelo	310	310	0		
	Raíces	4.154	3.877	277		
Alto Bonito	Suelo	900	858	0		
	Raíces	815	815	0		
La Esmeralda (R)	Suelo	30	30	0		
	Raíces	2.924	2.580	0		
La Luciérnaga	Suelo	1.800	1.800	0		
	Raíces	3.000	3.000	0		
La Gaviota	Suelo	3.240	3.240	0		
	Raíces	600	200	200		
Las Delicias	Suelo	100	50	50		

	Muestra Número total de nematodos fitoparásitos (100 g)		Géneros			
Finca			Helicotylenchus	Meloidogyne (J2)		
El Brillante	Raíces	6.000	6.000	0		
El brillante	Suelo	1.440	1.440	0		
La Cristalina	Raíces	4.640	4.560	120		
	Suelo	720	720	0		
I.E. 11 (D)	Raíces	2.520	2.405	115		
La Esmeralda (D)	Suelo	1.260	1.260	0		
La Cabaña	Raíces	1.280	1.037	153		
La Cabana	Suelo	229	207	6		
Lisboa	Raíces	2.274	2.274	0		
Lisboa	Suelo	346	346	0		
Bella Vista	Raíces	1.247	1.080	0		
Bella Vista	Suelo	2.006	2.006	0		
	Frecuen	cia (%)	100	50		

<sup>\*</sup>Número de nematodos/100g de raíces o suelo

Igualmente, los nematodos que se presentaron con mayor frecuencia, Helicotylenchus spp., y Meloidogyne spp., fueron los que tuvieron las mayores poblaciones, las cuales variaron de acuerdo al sitio de muestreo. En seis de las 22 fincas, es decir, en el 27%, las poblaciones de Helicotylechus spp., oscilaron entre 3.000 y 9.300 nematodos/100g de raíces (Tabla 2). Esta última población se halló en la finca María José, vereda La Floresta, municipio de Balboa, departamento de Risaralda, Altas poblaciones de *Meloidoave* spp., sólo se encontraron en las fincas El Descanso y La Francia, de la vereda Cedrales, municipio de Trujillo, departamento del Valle del Cauca, con valores de 2.642 y 2.506 estados juveniles (J2)/100g de raíces, respectivamente (Tabla 2). En general, en todas las fincas donde se realizó el estudio, Helicotylenchus spp., en relación con Meloidogyne spp., no sólo presentó mayor frecuencia, sino también mayores poblaciones. En las muestras de suelo. Helicotylenchus spp., asimismo presentó las poblaciones más altas en siete de las 22 fincas, es decir, en el 32%, con valores que oscilaron entre 1.260 y 3.240 nematodos/100g de suelo, correspondiendo esta última población a la finca La Gaviota, municipio de Roldanillo, departamento del Valle del Cauca (Tabla 2).

Las poblaciones anteriores fueron mayores y al contrario, a las obtenidas por RINCÓN *et al.* (1989), quienes encontraron poblaciones de *Meloidogyne* spp., con un promedio de 877 nematodos/g de raíces y 302 nematodos/100g de suelo, seguido por *Helicotylenchus* spp., con promedio de 42/g de raíces y 196 nematodos/100g de suelo. Los mayores valores obtenidos en este estudio en comparación a los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989), se debieron fundamentalmente a tres razones: primero; ellos recolectaron las muestras de raíces y suelo principalmente de plantas que mostraban síntomas de amarillamiento, flacidez y enanismo; mientras que en el presente estudio las plantas fueron recolectadas de todo el lote y sin tener selección especial por plantas; segundo, al método de extracción de Cobb modificado (1977) y BIRD (1971) que ellos utilizaron, pues en este trabajo fue el método de

centrifugación y flotación en azúcar; y tercero, a que las mayores poblaciones de *Meloidogyne* spp., encontradas por RINCÓN *et al.* (1989), se obtuvieron en los municipios de Candelaria, Pradera, Corinto, Santander de Quilichao y Cerrito, municipios no considerados en el presente estudio. Asimismo, las poblaciones fueron mayores que las obtenidas por CASTAÑO & SALAZAR (1987), quienes encontraron poblaciones de *Meloidogyne* spp., y *Helicotylenchus* spp., de 376 y 79 nematodos/10g de raíces, respectivamente, en cultivos de pitahaya en buen estado agronómico; y poblaciones similares a las halladas en cultivos en mal estado agronómico cuyos valores fueron de 3.743 y 207 nematodos/10g, respectivamente.

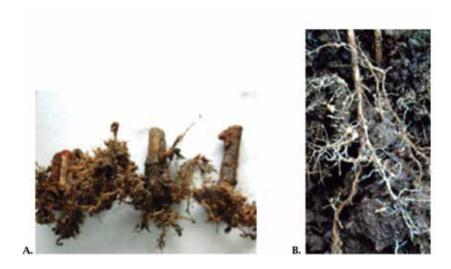
De igual manera, los resultados obtenidos en este trabajo difieren de los obtenidos por ARAUJO & MEDINA (2008), quienes no encontraron *Helicotylenchus* spp., en el municipio de Riofrío, mientras que en este estudio si fue encontrado, diferencias atribuidas posiblemente a fincas distintas donde se recolectaron las muestras, al método de muestreo y al procedimiento de extracción de nematodos; siendo diferentes las fincas donde se recolectaron las muestras, ARAUJO & MEDINA (2008), encontraron *Helicotylenchus* spp., en muestras de suelo de los municipios de Bolívar, La Cumbre, El Dovio, Riofrío, Calima-Darién, Sevilla, Trujillo y Roldanillo, resultados que coinciden con los de este estudio donde se encontró *Helicotylenchus* spp., en todas las muestras de raíces y suelo (Tabla 2). Asimismo, CASTAÑO & SALAZAR (1987), encontraron a *Helicotylenchus* spp., como el nematodo con mayor frecuencia en muestras de suelo en los departamentos de Valle del Cauca, Cundinamarca, Quindío y Caldas, resultado que concuerda con los del presente trabajo.

La presencia de *Helicotylenchus* spp., con una frecuencia del 100%, al igual que sus altas poblaciones en raíces y suelo comparado con los demás géneros de fitonematodos antes mencionados, demuestran cómo dicho nematodo en el cultivo de pitahaya, tiene mayor aptitud biológica para sobrevivir así como mejores oportunidades de alimentación en comparación con otros fitonematodos habitantes del suelo. Características relacionadas con su hábito alimenticio de ectoparásito, semi-endoparásito o endoparásito de raíces (LUC *et al.*, 2005). En pitahaya, *Helicotylenchus* spp., tiene al menos los hábitos alimenticios de ectoparásito y semi-endoparásito por haberse encontrado en raíces y suelo. Igualmente, producto del parasitismo, en la epidermis de las raíces produce lesiones pequeñas circulares de color café obscuras tornándose necróticas.

Hay que resaltar que *Helicotylenchus* spp., es un nematodo fitoparásito polífago y cosmopolita en áreas tropicales y sub-tropicales (SIDDIQI, 2000; LUC *et al.*, 2005), corroborando sus características biológicas para sobrevivir y su potencial como nematodo fitoparásito en cultivos como plátano, banano, arroz, maíz, etc. Según WILLMONTT *et al.* (1975), *H. dihystera* puede sobrevivir 6 meses en suelo almacenado en sacos de plástico a temperaturas tan altas como 18-24°C en bodegas y tan bajas como 1.1-4.4°C en refrigeradores. Esta capacidad de sobrevivir en el suelo a diferentes temperaturas y por varios meses, permiten al nematodo parasitar e incrementar sus poblaciones en las raíces secundarias ramificadas y superficiales de la pitahaya (ESSO AGRÍCOLA, 1988).

A pesar de ser registrado *Meloidogyne* spp., como el fitonematodo de mayor importancia en el cultivo de la pitahaya amarilla en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Caldas y Cundinamarca (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; PALACINO, 1990; VARÓN, 2006; ARAUJO & MEDINA, 2008; ROJAS *et al.*, 2008), en este estudio se demuestra que el nematodo Espiral *Helicotylenchus* 

spp., actualmente es el más importante, causando daños severos manifestados a través del encrespamiento de las raíces con ápices hinchados y dañados, con y disminución de raíces laterales (Figura 1A), daños diferentes a los primarios producidos por *Meloidogyne* spp., que son principalmente agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras del nematodo (Figura 1B); y, similares a los síntomas secundarios ocasionados por *Meloidogyne* spp., que consisten en amarillamiento de tallos, flacidez y raquitismo de pencas, tallos angostos, detención del crecimiento y menor producción (RINCÓN *et al.*, 1989; VIDAL & NIETO, 1989; VARÓN, 2006; ROJAS *et al.*, 2008).



**Figura 1. A.** Tallos de pitahaya con extremos de raíces encrespadas e hinchadas, en hojarasca o aguzadas, aglomeradas, con extremos dañados, y disminución del sistema radical debido a la alimentación de *Helicotylenchus dihystera*. **B.** Ramificaciones anormales con raíces primarias y secundarias hinchadas, acompañadas de agallas o nudosidades donde se encuentran las hembras de *Meloidogyne* spp.

Además, las altas poblaciones de *Helicotylenchus* spp., son una vía de entrada de otros microorganismos habitantes naturales del suelo como hongos y bacterias que al encontrar heridas o daños ocasionados por los nematodos fitoparásitos, pueden ingresar fácilmente al sistema radical y colonizar los haces vasculares, convirtiéndose en un factor predisponente de otros agentes causantes de enfermedades como *Fusarium oxysporum* agente causante de la pudrición basal y marchitez de la pitahaya, tal como lo demostraron ARAUJO & MEDINA (2008) en plantas de pitahaya; así como DUNCAN & MOENS (2006) en cultivos de banano, algodón, tabaco, papa, tomate y soya.

Según RINCÓN *et al.* (1989), CASTAÑO *et al.* (1989) y VIDAL & NIETO (1989), en el cultivo de pitahaya la mayor fuente de inóculo y diseminación de nematodos fitoparásitos son las plantas de almácigo, razón por la cual las medidas de manejo deben comenzar en este sitio. Como en el caso anterior y debido a las altas poblaciones de *Helicotylenchus* spp., y de *Meloidogyne* spp., encontradas en las fincas muestreadas, se deben realizar muestreos para determinar las poblaciones actuales que permitan tomar decisiones de manejo. Medidas preventivas como sembrar plantas en óptima calidad sanitaria además de la utilización de áreas

libres de nematodos (VIDAL & NIETO, 1989); son estrategias que contribuyen en el manejo apropiado de éstos.

Otros géneros de nematodos fitoparásitos encontrados con menor frecuencia y población (datos no mostrados) fueron: *Dorylaimus* spp., con 240 nematodos en 100g de raíces y suelo, *Tylenchus* spp., con 344, *Aphelenchus* spp., con 277, y *Pratylenchus* spp., con 120, en las fincas La Cristalina, La Luciérnaga, Alto Bonito y El Jardín, respectivamente. CASTAÑO & SALAZAR (1987), también encontraron con menor frecuencia y población a estos nematodos fitoparásitos; que difieren de los hallados por RINCÓN *et al.* (1989), quienes registraron la presencia de los géneros *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Hoplotylus* y *Hemicycliophora*, nematodos que no fueron encontrados en la presente investigación, ni tampoco en el trabajo que realizó ARAUJO & MEDINA (2008), atribuido posiblemente a que las muestras fueron recolectadas en sitios diferentes.

A pesar que la frecuencia y población de los anteriores géneros fueron menores, es muy importante continuar el monitoreo de dichos nematodos fitoparásitos para evitar que puedan llegar a causar daño económico en el cultivo de la pitahaya, ya que, por ejemplo *Pratylenchus* spp., es un nematodo cosmopolita con amplio rango de hospedantes (CASTILLO & VOVLAS, 2008), que puede llegar a ser limitante en el cultivo de la pitahaya en la finca El Jardín del municipio de Ríofrio, departamento del Valle del Cauca, donde fue registrado.

En las fincas estudiadas, se evidenció cómo la población total de *Helicotylenchus* spp. (Figura 4), presentó poblaciones superiores a 3.000 individuos/100g de raíces y suelo en nueve fincas, entre 1.000 y 3.000 individuos, en ocho fincas y el resto con menos de 1.000 individuos (Figura 2).

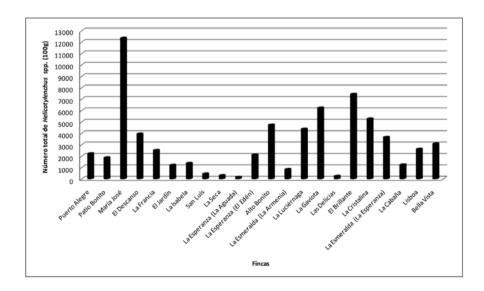


Figura 2. Población total del nematodo Espiral Helicotylenchus spp., en las 22 fincas estudiadas.

Resultados que demuestran cómo dicho nematodo fitoparásito es importante para el desarrollo vegetativo y productivo de la pitahaya amarilla en las áreas estudiadas. Asimismo, se resalta cómo muchas plantas no presentaban síntomas de nematosis en condiciones de campo, por lo cual se requiere realizar muestreos para conocer sus poblaciones y adoptar medidas de manejo apropiadas. Tales resultados coinciden con los obtenidos por RINCÓN *et al.* (1989), quienes demostraron que *H. dihystera* disminuye el sistema radical de la pitahaya cuando las poblaciones oscilan entre 5.000 y 10.000 individuos.

Debido a la importancia que está adquiriendo *Helicotylenchus* spp., en el área de estudio, se realizó la identificación de la especie, para lo cual se recurrió a caracteres morfológicos y morfo-métricos, utilizando las claves taxonómicas de WILLMONTT *et al.* (1975), FORTUNER (1987); MAI *et al.* (1996) y SIDDIQI (2000). Las características morfológicas de las hembras del nematodo fueron el cuerpo en espiral, estoma-estilete bien desarrollado, esófago dividido en tres partes con meta-corpus valvulado, desembocadura de glándula dorso-esofágica en precorpus, traslape dorsal del esófago con el intestino, región labial hemisférica, cola dorsalmente convexa-conoide con terminación estrecha y leve proyección, las cuales permitieron junto con la descripción morfo-métrica de la hembra (Tabla 3), identificar la especie *Helicotylenchus dihystera* (Figura 3). Esta especie, también fue registrada en el cultivo de la pitahaya por CASTAÑO *et al.* (1989), aunque tales autores no indican el procedimiento empleado para la identificación de la especie.

**Tabla 3.** Descripción de las características morfo-métricas de hembras de *Helicotylechus dihystera* extraídas de suelo y raíces de pitahaya.

DESCRIPCIÓN HEMBRAS DE Helicotylechus dihystera	Longitud (µm)
Longitud total del cuerpo	670
Longitud total del cuerpo dividido el máximo ancho del cuerpo	30
Longitud total de cuerpo dividido longitud del esófago	5.7
Longitud total de cuerpo dividido por la distancia desde la parte anterior (cabeza) a la posterior del esófago	4.7
Longitud total de cuerpo dividido por longitud de la cola	50
Longitud de la cola dividido ancho del cuerpo en la región anal	1.1
Posición de la vulva desde la parte anterior expresada como porcentaje de la longitud del cuerpo	65
Longitud estilete	26
Distancia del orificio de la glándula dorso esofágica desde la base del estilete expresada como un porcentaje de la longitud del estilete	47

Queda demostrado que el nematodo fitoparásito más importante en el cultivo de pitahaya amarilla en el área de estudio es el nematodo espiral *Helicotylenchus dihystera* (WILLMONTT *et al.*, 1975), debido a su distribución y población encontrada, seguido del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp.

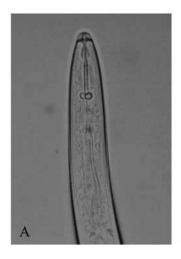




Figura 3. Características de la hembra del nemátodo fitoparásito *Helicotylenchus dihystera*. A. Región anterior (cefálica). B. Región posterior (cola).

Debido a los daños que causan *H. dihystera* y *Meloidogyne* spp., en el sistema radical, tales nematodos también puede ser un factor predisponente para que se presenten otros microorganismos fitopatógenos como el hongo *Fusarium oxysporum* (ARAUJO & MEDINA, 2008), haciéndose necesario monitorear sus poblaciones y comenzar a realizar un manejo integrado del cultivo.

Finalmente, la decisión o recomendación de un programa de manejo integrado de nematodos fitoparásitos debe basarse en el conocimiento de las especies de nematodos fitoparásitos, sus densidades poblacionales, fuente de inóculo en condiciones de almácigo y campo, además de los mecanismos de diseminación, base para la selección e implementación de medidas de manejo.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del artículo agradecemos el valioso aporte científico del Dr. Jairo Castaño Zapata, profesor Titular de la Universidad de Caldas, por la revisión del documento; a la Dra. Sandra Milena García, gerente de ASOPPITAYA, por su contribución en la concepción y realización del presente estudio.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

AGRIOS, G., 2005.- Plant pathology. 5ed. Nueva York: Elsevier Academic Press. p 922.

ANGELFIRE., 2001.- El cultivo de pitahaya y su posicionamiento en el mercado. Obtenido en: febrero de 2009, Angelfire.com. Desde http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/pitaya.htm

ARAUJO, L. & MEDINA, O., 2008.- Reconocimiento de patógenos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus melaganthus* Haw.) en el departamento de Valle del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Microbiólogo. Universidad Popular del Cesar.

CASTAÑO, O., & SALAZAR, H., 1987.- Reconocimiento de problemas fitosanitarios de la pitahaya en Colombia. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas, p. 50.

- CASTAÑO, S.; RINCÓN, A. & VARÓN, F., 1989.- Observaciones preliminares sobre el manejo de nemátodos en pitahaya *Acathocereus pitahaya*. ASCOLFI Informa 15(5): 48-49.
- CASTILLO, P. & VOVLAS, N., 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. Nematology Monographs and Perspectives Volume 6. Brill Leiden-Boston. p. 529.
- DE WAELE, D. & DAVIDE, R., 1998.- Nematodos noduladores de las raíces del banano, *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949 y *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. <u>En:</u> Plagas de Musa. Hoja divulgativa Número 3.
- DUNCAN, L. & MOENS, M., 2006.- Migratory endoparasitic nematodes. 2006. pp. 123-152. In: PERRY, R. N., MOENS, M. Plant Nematology, eds. CABI, Wallingford, UK.
- ESSO AGRÍCOLA, REVISTA., 1988.- El cultivo de la pitaya. No. 2 Noviembre de 1988. p.12.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA., 1987. El cultivo de la pitaya. p.19.
- FORTUNER, R., 1987.- A reappraisal of Tylenchina (Nemata). 8. The family Hoplolaimidae Filip'ev, 1934(l). Revue Nematól. 10 (2): 219 -237.
- GOWEN, S.; QUÉNÉHERVÉ, P. & FOGAIN, R., 2005.- Capitulo 16: Nematodes Parasites of Bananas and Plantains. pp. 611-643. En: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Edited by: Luc, M., J. Sikora. y J, Bridge. 2005.
- HUNT, D.J., 1993.- Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Their Systematics and Bionomics. CABI Bookshop.
- LUC, M.; SIKORA, R. & BRIDGE, J. 2005.- Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. 2nd Edition. p. 871.
- MAI, W.; MULLIN, P.; LYON, H. & LOEFFLER, K., 1996.- Plant parasitic nematodes. A pictorical key to genera. Fifth edition. Comstock Publishing Associates A Division of Cornell University Press. p. 277
- MAGGENTI, A.; LUC, M.; RASKI, D.; FORTUNER, R. & GERAERT, E., 1987.- A Reappraisal of Tylenchina (Nemata). 2. Classification of the suborder Tylenchina (Nemata: Diplogasteria). Revue Nématol. 10 (2): 135-142
- PALACINO, J.H., 1990.- Interacción entre *Glomus manihotis* y *Meloidogyne incognita* en pitaya amarilla y roja bajo condiciones de vivero. Cenicafé (Colombia) 41 (3): 80-90.
- PERRY, R. & MOENS, M., 2006.- Plant nematology. CAB International. London. p. 447
- PERRY, R.; MOENS, M. & STARR, J., 2009.- Root knot nematodes. CAB International. London. p.480
- RINCÓN, A.; CASTAÑO, S. & VARÓN F., 1989.- Reconocimiento y evaluación del daño de nematodos asociados con Pitahaya *Acanthocereus pitahaya*. ASCOLFI Informa 15(5): 46-48.
- ROJAS, A.; REBOLLEDO, A.; KONDO, D.; TORO, J. & OROZCO, M., 2008.- Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Centro de Investigación Palmira, Plegable divulgativo. Noviembre de 2008. Palmira Valle del Cauca.
- SIDDIQI, M.R., 2000.- Tylenchida: Parasites of plants and insects, 2nd Edition. CABI Bookshop. p.834 THORNE, G., 1961.- Principles of nematology. New Cork, Mc Graw Hill, Book company. p. 553
- UNIVERSIDAD NACIONAL., 2008.- Universidad Nacional de Palmira tiene las mejores especies de pitahaya amarilla de Colombia. Obtenido en junio de 2009. Desde http://www.universia.net.co/noticias/mas-noticias/universidad-nacional-de-palmira-tiene-las-mejores-especies-de-pitahaya-amarilla-de-colombia. html.
- VARÓN, F., 2006.- Enfermedades del cultivo de la pitahaya y su manejo. Revista ASIAVA. pp. 17-21.
- VIDAL, G.M. & NIETO, L.E., 1989.- El nematodo de la nudosidad radical (*Meloidogyne* spp.) un limitante serio para la explotación de pitahaya. ASCOLFI Informa 15 (2): 15-16.
- WILLMONTT, S.; GOOCH, P.S. & SIDDIQI, M.R., 1975.- *Helicotylenchus dihystera*. C.I.H. Description of plantparasitic nematodes, Set 1, No. 9. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

# SOME ASPECTS OF THE BIOECOLOGY OF THE WEST INDIAN TOPSHELL CITTARIUM PICA (MOLLUSCA: GASTEROPODA) IN THE DARIEN COLOMBIAN CARIBBEAN\*

Tatiana Correa Herrera<sup>1</sup>, Beatriz Toro Restrepo<sup>2</sup> y Javier Rosique<sup>3</sup>

#### Abstract

The bioecology of West Indian topshell (*Cittarium pica*) was studied in the Colombian Caribbean Darien, sampled monthly for a year at four stations located on the rocky coastline of Capurganá and Sapzurro in the municipality of Acandí. Physicochemical variables were recorded, density and size distribution in the gastropod. Additionally, five individuals were collected to determine the reproductive state, proportion of sexes and minimal sexual maturity size. It was found that the abundance is positively related to the salinity gradient; the average density was 5.4 + 6 individuals/m². The majority of individuals were classified in the smallest sizes being 79 mm shell width the maximum size. *C. pica* reproduced continually with a spawning peak in September (wet season). The population showed a normal sex proportion (1:1) and a minimum sexual maturity of 29 mm. The population studied is affected by natural factor such as temporary freshwater inputs. It also presents evidence of overexploitation as they found few individuals of large size. Additionally, in September and October time which present the largest spawning of *C. pica*, is celebrated The Cigua Festival (a traditional festivity in Capurganá) brings with itself a massive fishing of this snail for consumption and marketing.

**Key Words:** Bioecology, West Indian topshell, *Cittarium pica*, gastropod, Caribbean Darien, Colombia.

# "ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOECOLOGÍA DE LA CIGUA CITTARIUM PICA (MOLLUSCA : GASTEROPODA) EN EL DARIÉN CARIBE COLOMBIANO"

#### Resumen

"Se evaluó la bioecología de la Cigua o Burgao ( $Cittarium\ pica$ ) en el Darién Caribe colombiano, realizando muestreos mensuales durante un año en cuatro estaciones ubicadas en el litoral rocoso de los corregimientos de Capurganá y Sapzurro en el municipio de Acandí. Se registraron variables fisicoquímicas, densidad y distribución por tallas del gasterópodo, adicionalmente se colectaron cinco individuos para determinar el estado reproductivo, proporción de sexos y talla mínima de madurez sexual. Se encontró que la abundancia está relacionada positivamente con el gradiente de salinidad, la densidad promedio fue de  $5.4\pm6$  individuos/ $m^2$ , la mayoría de los individuos presentan tallas pequeñas y el máximo tamaño fue de 79 mm de amplitud de concha.  $Cittarium\ pica$  se reprodujo continuamente, con un pico de desove en septiembre (época húmeda) y la población presentó una proporción de sexos 1:1 con una talla mínima de madurez sexual de 29 mm. La población estudiada es

<sup>\*</sup> FR: 12-IX-2011. FA: 10-V-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Corporación Académica Ambiental, Doctorado en Ciencias del Mar. Universidad de Antioquia. E-mail: tatimares@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas. E-mail: beatriz.toro@ucaldas.edu.co

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Departamento de Antropología, Universidad de Antioquia. E-mail: javier.rosique@siu.udea.edu.co

afectada por factores naturales como eventuales aportes de agua dulce. Además, presenta evidencia de sobreexplotación, ya que se encontraron pocos individuos de tallas grandes. Adicionalmente, en septiembre y octubre época en la cual se presenta el mayor desove de *C. pica*, se celebra el Festival de la Cigua (fiesta tradicional en Capurganá) el cual produce una mayor pesca de este caracol para su consumo y comercialización".

Palabras clave: Bioecología, Cigua, Cittarium pica, gasterópodo, Darien Caribe, Colombia.

#### INTRODUCTION

Test Indian topshell (*C. pica*) is a marine gastropod that suffering a large artisanal fishing due to its tasty meat, large size and easy access to its habitat in the rocky shoreline. It is considered the second marine topshell with bigger fishing in the Caribbean after the queen conch *Strombus gigas* (RANDALL, 1964), and Colombia is categorized as vulnerable species in the Red Book of Marine Invertebrates of Colombia (ARDILA *et al.*, 2002).

The bioecology of the gastropod was studied in the Virgin Islands (RANDALL, 1964; TOLLER & GORDON, 2005), Venezuela (FLÓREZ & CACERES, 1981; CASTELL, 1987), Bahamas (DEBROT, 1990a; 1990b), Costa Rica (SCHMIDT et al., 2002) and Colombian Caribbean (OSORNO & DIAZ, 2005). BELL (1992) studied its reproduction and larval development and GRAHAM (1965) made observations of the species anatomy.

According to OSORNO & DIAZ (2005), the second biggest fishing pressure of the West Indian topshell in the country is found in the Colombian Caribbean Darien (Capurganá and Sapzurro), highlighting that the "Cigua Festival" is held in Capurganá in October every year, time by which the intensity of the waves reduces, which permits the easy access to people to the rocky coastline. Taking into account the ecological and socioeconomic importance of the gastropod and its vulnerability to extinction, some bioecologic aspects were evaluated that allow taking measurements of use and sustainable managing of the resource by local fishermen.

#### MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in Golfo de Urabá, covering about 6 km of the coast between Capurganá and Sapzurro in the municipality of Acandí, department of Chocó (Figure 1), between 08°30'00" N and 77°30'00" W (El Aguacate) and 08°40'00" N and 77°21'32" W (Cabo Tiburón). Field work was conducted at four sites: El Aguacate, La Diana, and Punta Ruben, which are composed of bioclastic coral structures of slight slopes in the mesolittoral and rough slopes in the upper infralittoral, with protected coastlines and regular intensity waves. La Coquerita Station is found in the mid part of a long coastline exposed to waves, composed of marine igneous volcanic rock that shows variable slopes (M. T. FLÓREZ, Com. Pers.)

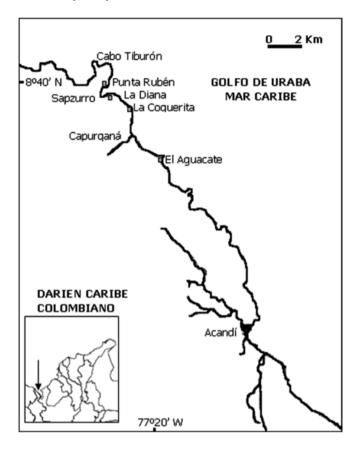


Figure 1. Study area. Darien Colombian Caribbean.

Samples were collected monthly between September 2004 and 2005 in the infralittoral zone and upper mesolittoral that correspond to the species habitat. In each station was recorded surface water temperature, pH and salinity with a hand refractometer. In the mesolittoral was established transect of 20 m in length and four 1 m² quadrants were located every 5 m. In each quadrant all the individuals of the *C. pica* were captured without considering their size, to measure and release them. For the reproductive study, five topshells with different sizes were collected at random, in order to obtain a statically representative sample and produce the least possible impact due to the removal. Finally, a sample of algae was collected (green, red, brown, and calcareous) and which was associated to the extracted ones for a posterior taxonomic determination.

The growth rate was evaluated monthly for one year. Individuals were marked on the outer lip of the shell with epoxy paint, and in its inner with pencil. Each month it was measured the amplitude of the shell of individuals recaptured and continued doing the marking of new individuals.

Abundance and density for *C. pica* was compared between sampling stations using The Mann Whitney U test, and used the Spearman and Pearson correlation to find associations between them and physicochemical variables.

Each specimen was measured the width of the shell and the average size was compared among sampling stations. Four size intervals were defined (1-19, 20-39, 40-59, 60-79 mm shell width). The relative frequency for each one was determined and the distribution by sizes through time in each sampling station was compared. The Mann Whitney U test was performed to find significant differences in the size distribution between sampling stations.

The sexing of mature specimens was done by visual inspection of gonad and according to its color (RANDALL, 1964); cream indicates that it is a male and green that it is a female. The Mann Whitney U test was used to compare the sex ratio among the sampling stations. The rate of filling and maturity of the gonad was made qualitatively by two smear of its and checking under the microscope. Four maturity stages were established taking into account the criteria aforementioned as well as the size of the individuals.

**Immaturity:** the gonad shows a grey or brown color and the individual do not surpass the 33 mm shell width. For size was taken into account the minimum size of sexual maturity found by RANDALL (1964).

**Maturity:** the gonad shows a filling percentage of 70%.

Reproductive: the filling percentage of the gonad goes between 70% and 100%.

**Spawning:** animals that are not filled the gonad and exceed 33 mm shell width.

The number of individuals was compared in each maturity stage through time and in each sampling station. The U de Mann Whitney test was carried out to know the significant differences among the stations and the Spearman and Pearson correlation to know the associations among them as well as the physicochemical variables. Lastly, the minimum sexual maturity size was calculated based on the individuals in the maturity and reproductive stage according to SCHMIDT *et al.* (2002).

Ln m = 
$$Xk - x/2 - (X*\Sigma Pi)$$
 m = antilogaritmo (m)

Where:

 $X_k$  = Constant equal to 3.829 X = Average  $lnMl_{i+1}$ - $lnM_i$   $Ml_i$  = mark of size class (mm)  $M_i$  = Number of mature individuals at 100%  $ln^{i}$   $ln^{i}$   $ln^{i}$ 

Pi = Mi/Ni

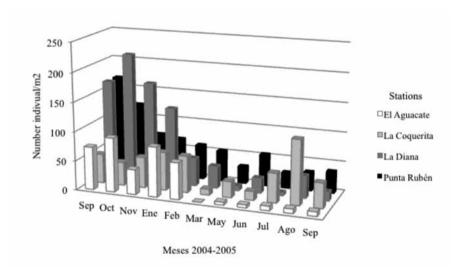
 $N_i$  = Number of individuals with size is between a class mark and the next.

#### **RESULTS**

Algaes: Three species of common algaes were found in all the stations, two belonging to the Rhodophyta (*Laurencia papillosa* and, *Polysoma* sp.) and one Phaeophyta (*Sargassum cymosum*). La Coquerita station showed the least algaes variety.

Ciguas: 829 *C. pica* individuals were collected, finding the least quantity (148) in El Aguacate and the most (270) in La Diana. Between September and November 2004, the biggest quantity of *C. pica* was found. A positive Spearman correlation was observed with salinity rho=0.50; p=0.001.

The average density was  $5.4 \pm 6$  individuals/m2; the highest (21.7 ind/m2) showed in October 2004 at La Diana Station, the lowest (0.5 ind/m2) was recorded in June and July 2005 at el Aguacate and in July at La Diana (Figure 2). Significant differences were found in the density values between El Aguacate and Punta Ruben stations (Z=-2.63; p= 0.009) and between La Coquerita and Punta Ruben (Z=-2.05; p= 0.04).

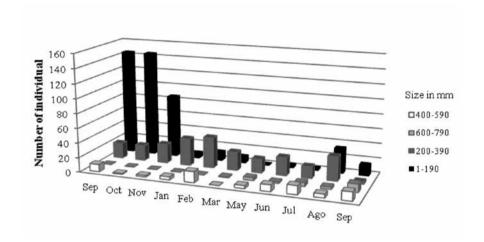


**Figure 2.** Temporal variation of the average density of C. *pica* in the sampling stations.

The recapture of marked individuals was very low. At the station La Coquerita were collected 520 individuals among which 48 were recaptured and only 22 of these showed consistent data. At the station Punta Ruben were collected 652 snails of which 114 were recaptured. The average monthly growth increase was 3 mm for snails from the station La Coquerita and 2 mm for those of Punta Ruben station.

Individuals with a shell width of 1 and 79 mm were found, and a mode of 4 mm and an average of 21 mm were observed. El Aguacate and La Coquerita stations showed the highest medium sizes (33  $\pm$  15 and 25  $\pm$  14 mm respectively), while in La Diana and Punta Ruben, the sizes were the lowest (15  $\pm$  13 and 16  $\pm$  15 mm respectively).

Regarding the size intervals, 55.9% of the individuals were in the 1-19 mm shell width interval, 32.6% in 20-39 mm, 8.6% in 40-59 mm, and 2.9% in 60-79 mm. Most of the individuals in the first interval were collected between September and November 2004, while those in the last interval were collected between March and September 2005 (Figure 3).



**Figure 3.** Size (mm) structure of population of *C. pica*.

In El Aguacate and La Coquerita, the largest quantity of individuals was between 20 and 39 mm, while in La Diana and Punta Ruben they were between 1 and 19 mm. The least abundance of individuals between 60-79 mm was found in all the stations (Figure 4). The most significant differences were found in the sizes 40-59 mm in El Aguacate and Punta Ruben stations (Z= -2.04; p= 0.04).

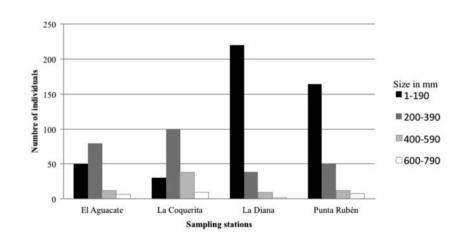
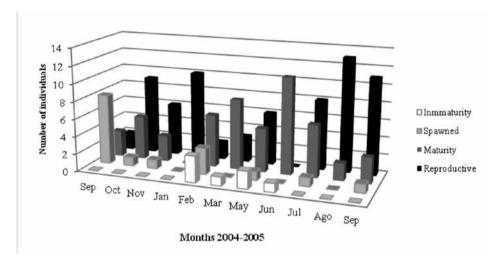


Figure 4. Size (mm) distribution of the population of C. pica.

145 individuals were sexed, finding a normal proportion of 1:1. The majority of them were in the reproductive stage (48.3%) and the minorities were in the spawning phase (4.7%). Individuals in the maturation and reproduction stages were found in almost all the samples, while in spawning there were collections only in September, November, February, March and June. The immature were found between February and June (Figure 5). Punta Ruben station showed the biggest homogeneity in the maturity stage distribution.



**Figure 5.** Distribution of reproductive stages of *C. pica* in the study area.

Significant differences were found among the quantity of individuals in the reproductive stage between El Aguacate and Punta Ruben stations (Z=-2.45; p=0.004), in the spawning stage between the same stations (Z=-2.45; p=0.02), and between La Coquerita and Punta Ruben (Z=-2.24; p=0.03). An inverted correlation was observed between the temperature and the maturity stage (rho = -0.526; p=0.01). Finally, a minimum sexual maturity size of 29.2 mm was calculated (Table 1).

T11 1	11.		C 1	1	r		
Table 1.	Minimum	size	or sexuai	madurity	or	C.	pica.

Size class	Mli	lnMli	Ni	Ni-1	Mi	Pi=Mi/Ni	lnMli+1-lnMi	1-Pi	pi*(1-pi/Ni-1)
1	10	2,30	2	1	0	0,00	0,34	1,00	0,00
2	14	2,64	1	0	0	0,00	0,25	1,00	0,00
3	18	2,89	1	0	0	0,00	0,20	1,00	0,00
4	22	3,09	2	1	1	0,50	0,17	0,50	0,25
5	26	3,26	5	4	1	0,20	0,14	0,80	0,04
6	30	3,40	8	7	1	0,13	0,13	0,88	0,02
7	34	3,53	14	13	2	0,14	0,11	0,86	0,01
8	38	3,64	16	15	3	0,19	0,10	0,81	0,01

Size class	Mli	lnMli	Ni	Ni-1	Mi	Pi=Mi/Ni	lnMli+1-lnMi	1-Pi	pi*(1-pi/Ni-1)
9	42	3,74	7	6	1	0,14	0,09	0,86	0,02
10	46	3,83	4	3	0	0,00	0,08	1,00	0,00
11	50	3,91	11	10	1	0,09	0,08	0,91	0,01
12	54	3,99	9	8	0	0,00	0,07	1,00	0,00
13	58	4,06	12	11	3	0,25	0,07	0,75	0,02
14	62	4,13	10	9	2	0,20	0,06	0,80	0,02
15	66	4,19	9	8	4	0,44	0,06	0,56	0,03
16	70	4,25	5	4	1	0,20	0,06	0,80	0,04
17	74	4,30	1	0	1	1,00	0,05	0,00	0,00
18	78	4,36	3	2	3	1,00	0,00	0,00	0,00
			120		24	4,48	0,11		
				Xk=3,8	29	X=0,114	M=29,22		

#### Where:

**Ml**<sub>i</sub> = mark of size class (mm)

 $\mathbf{N}_{\mathbf{i}} = \mathbf{N}$  Number of individuals with size is between a class mark and the next

**M**<sub>i</sub> = Number of mature individuals at 100%

 $X_k$  = Constant equal to

3.829

 $X = Average lnMl_{i+1}-lnM_{i}$ 

**M** = Minimum size of sexual maturity (antilog of m)

**Ln m** =  $X_k - x/2 - (X*\square P_i)$ 

#### **DISCUSSION**

In La Coquerita station were observed a fewer varieties of algaes, probably because it was more exposed to the waves. Among the species that were registered, only *Polysiphonia* sp. was reported as food for *C. pica* by RANDALL (1964) and CASTELL (1987). However, it is important to conduct a comparative analysis of food availability and diet of this gastropod in the Colombian Darien to identify algae species important in the diet of this gastropod in this area.

The direct relation between the abundance of *C. pica* and the salinity gradient is corroborated when finding the least abundance in El Aguacate station which is located southern, and, therefore, closer to the Atrato and other rivers mouths, and the biggest abundance shown in La Diana and Punta Ruben stations, located northern.

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 162 - 172

The biggest density was recorded in October when recruitment was observed (ind < 2 mm). The smallest density was found after March, when there was a fresh water phenomenon and no individuals were found in el Aguacate station. The average density shows a big standard deviation  $(5.4 \pm 6 \text{ ind/m}^2)$  due to the big data variability related probably to the fresh water effects and the massive extraction of the topshell as a consequence of the Cigua Festival.

Regarding the reports by other authors, the highest density found by CASTELL (1987) was 6.1 ind/m² and the lowest 0.7, while DEBROT (1990a) found the highest in 8.4  $\pm$  1.0, and the lowest in 4.3  $\pm$  0.4. In another work carried out by DEBROT (1990b), the highest density (4.3  $\pm$  0.4 ind/ m²) was found in a place exposed to the waves and the lowest (1 ind/ m²) in another protected site. On the other hand, SCHMIDT *et al.* (2002) found 3 ind/ m² in an exploited site and 14 in a non-exploited site.

The significant differences (p < 0.05) among the density values between El Aguacate and Punta Ruben stations and between La Coquerita and Punta Ruben stations can be attributed to the fact that El Aguacate station was the most affected and which recovered more slowly after the fresh water current and that in La Coquerita station the sampling was difficult to collect due to the big waves the cost was exposed to, generating thus a slant in the data.

The maximum and medium sizes (21 and 79 mm respectively) of *C. pica* in the study area are considered small taking into account that the species reaches sizes bigger than 100 mm in other regions of the Caribbean. RANDALL (1964) found in the Virgin Islands a maximum size of 100 mm, CASTELL (1987) in Venezuela a size of 120 mm and OSORNO & DIAZ (2005) registered in the Colombian Caribbean a maximum size of 105 mm and a medium size of 25 mm and in the Darien a maximum size of 68 mm and a medium size of 17 mm.

It was found that 88.5% of the individuals collected corresponded to small sizes between 1 and 40 mm shell width, a similar report by OSORNO & DIAZ (2005). According to DEBROT (1990b) the lack of big sizes suggests high rates of extinction due to the low survival or to low growing rates. On his side, SCHMIDT *et al.* (2002) found a frequency in the small sizes significantly higher in places with a higher exploitation; in this case, the most probable is that there is a higher inshore fishing in the study area, taking into account that every October the people collect massively a *C. pica* in order to satisfy the demands for the Cigua Festival. According to OSORNO & DIAZ (2005) the Urabá is the second area with more risk of extinction in terms of quantity of *C. pica* caught presently in the Colombian Caribbean.

It is important to highlight that in the stations located in Sapzurro Bay (La Diana and Punta Ruben) a greater quantity of individuals between 1 and 19 mm and were found and a population structure in which it is seen a strong reduction of the bigger sizes (40-59 and 60-79), which may to indicate that there are phenomena that affect the survival of the individuals. On the other hand, La Coquerita station has a population structure in danger of extinction, since despite the 78% of the individuals who are in the reproductive stage (30-59 mm interval), only 17% are found in the pre-productive stage (01-19 mm), and 5% in the post-productive stage (60-79 mm). It is probable that the combined effects of freshwater input, wave exposure (TOLLER & GORDON, 2005) and overfishing are affecting the population of *C. pica* in the La

Coquerita and El Aguacate making it small size and low recruitment.

However, it must be taken into account that there are other cigua populations that are in a good state of conservation in the Panamá coastline limiting Colombia, reason by which it is probable that the water currents transport larvae to the Colombian Darien reducing the effects described already.

As in the study by CASTELL (1987), mature and reproductive individuals were found during all almost months that the study was carried out. The highest spawn peak in September coincides with a bigger amount of small topshells (1-19 mm shell width), which agrees with the results by OSORNO & DIAZ (2005). This result should be source of worry taking into account that it is during this month that fishermen collect most of the top shells in order to supply the demands of the Cigua Festival in October every year. It is suggested then to issue laws forbidding its fishing during September and October and to redirect the festival as a strategy for the conservation of the species.

The minimum sexual maturity for  $C.\ pica$  obtained by RANDALL (1964) was 33 and 34 mm for males and females respectively. SCHMIDT  $et\ al.$  (2002) found a minimum sexual maturity with an average of  $29\pm1$  mm in the Caribbean coast of Costa Rica, and proposed a minimum fishing size of 40 mm. On the other hand, CASTELL (1987) argues that since 30 mm diameter, an individual can be sexually defined, but that even individuals with a 74 mm diameter may show a sexual immaturity. Therefore, he proposes a minimum fishing size between 70 and 75 mm diameter. OSORNO & DIAZ (2005) agrees with these results and proposes a minimum fishing size of 75 mm for the  $C.\ pica$  in the Colombian Caribbean. Taking the aforementioned into account and the results obtained in this study, it is proposed that the minimum fishing size for fishing be of 40 mm diameter.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the economic support received from the Committee for the Development of Research "Comité para el Desarrollo de la Investigación" (CODI), the Environmental Academic Corporation "Corporación Académica Ambiental" and the Dirección de Regionalización. The support of local researchers and of the communities of Capurganá and Sapzurro, as well as the research groups Environment and Society "Medio Ambiente y Sociedad" (MASO), Sustainable Development Group "Grupo de Desarrollo Sostenible (GDS), Management and Environmental Modeling Group "Grupo de Gestión y Modelación Ambiental" (GAIA), and the research line on Medical Malacology and Trematology of the Study Program for the Control of Tropical Diseases "Malacología y Trematología Médica del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (PECET).

#### **BIBLIOGRAPHY**

ARDILA, N.; NAVAS, G. & REYES, J. 2002.- Libro Rojo de los Invertebrados Marinos de Colombia INVEMAR / Ministerio del Medio Ambiente, Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Bogotá D. C., Colombia, p.179

BELL, L. 1992.- Reproduction and larval development of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (Trochidae), in the Bahamas. Bulletin of Marine Science, 51 (2): 250-266.

- CASTELL, L. 1987.- Algunos aspectos de la biología y ecología de Cittarium pica (L.) "Quigua" (Prosobranchia, Trochidae), en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques. Tesis Profesional de Biólogo, Universidad Central de Venezuela. Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Biología. Caracas (Venezuela), p.135
- DEBROT, A. 1990a.- Temporal aspects of population dynamics and dispersal behaviour of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (L.) at selected sites in the Exuma Cays, Bahamas. Bulletin of Marine Science, 47(2):431-437
- DEBROT, A. 1990b.- Survival, growth and fecundity of the West Indian topshell, *Cittarium pica* (Linnaeus) in various rocky intertidal habitats of the Exuma Cays, Bahamas. The Veliger, 33(4):363-361.
- FLÓREZ, C. & CÁCERES, R. 1981.- Cittarium pica (Linnaeus, 1758) (Archeogastropoda: Trochidae) en las aguas costaneras de Venezuela. Boletín del Instituto de Oceanografía de Venezuela, Universidad de Oriente, 20 (1 y 2): 57-62.
- GRAHAM, A. 1965. Observations on the anatomy of some trochacean gastropods. Bulletin of Marine Science, 15 (21): 203-209.
- OSORNO, A & DÍAZ, J. 2005.- Bioecología de la "Cigua" o "Burgao" *Cittarium pica* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Gastropoda: Trochidae) en la costa continental del Caribe colombiano. Tesis Profesional de Biólogo Marino, Universidad, Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Facultad de Ciencias Naturales, Santa Marta, Colombia, p.119
- RANDALL, H. 1964. A study of the growth and other aspects of the biology of the West Indian topshell *Cittarium pica* (Linnaeus). Bulletin of Marine Science, 14: 424-443.
- SCHMIDT, S., VARGAS, J. & WOLFF, M. 2002.- Population ecology and fishery of *Cittarium pica* (Gastropoda:Trochidae) on the Caribbean coast of Costa Rica. Revista Biología Tropical, 50 (3 y 4): 1079-1090.
- TOLLER, W. & GORDON, S. 2005.- A population survey of the West Indian topshell or whelk (*Cittarium pica*) in The U.S. Virgin Islands. Department of Planning and Natural Resources. Government of the U.S. Virgin Islands. City (State) USA, p.17

# LA COLECCIÓN ENTOMOLÓGICA CEBUC Y SU POTENCIAL COMO COLECCIÓN DE REFERENCIA DE INSECTOS ACUÁTICOS\*

Milton Montaño C.1, Ana María Meza S.2 y Lucimar G. Dias3

#### Resumen

Las colecciones entomológicas constituyen un archivo histórico natural de un país o región, donde la preservación de los especímenes y su información asociada, son la base para estudios taxonómicos, ecológicos, filogenéticos y biogeográficos. La Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas (CEBUC) ha contado con el ingreso y depósito de especímenes de referencia desde 1993. A pesar del tiempo transcurrido desde su creación, no se contaba con una colección debidamente ordenada y sistematizada. Con el objetivo de optimizar la colección y organizar la información asociada a las especies conservadas, se realizó el proceso de curaduría de la misma. Paralelamente se evaluó el nivel de determinación taxonómica de los ejemplares, en el que se encontró un total de 34184 ejemplares identificados hasta familia, de los cuales 28542 (86,42%) están identificados a nivel de género. Almacenado en líquido se registran un total de 28542 insectos acuáticos distribuidos en 28 órdenes, 90 familias y 215 géneros y/o morfotipos, colectados en diferentes ríos y quebradas del departamento de Caldas. Analizando los datos de procedencia de los ejemplares de insectos acuáticos de la CEBUC, fue posible determinar que la mayor riqueza y abundancia está asociada a ejemplares recolectados en el sustrato hojarasca. El gremio trófico de los colectores generalistas es el grupo dominante entre los insectos acuáticos depositados en la colección. En cuanto a la colección preservada en seco, actualmente contiene 5642 individuos agrupados en 14 órdenes pertenecientes a 111 familias. De esta manera, CEBUC se convierte en una importante herramienta de referencia para futuras investigaciones; además pone de manifiesto la diversidad en la región central cafetera de Colombia.

Palabras clave: insectos, eje cafetero, museo entomológico, Colombia.

# THE CEBUC ENTOMOLOGY COLLECTION AND ITS POTENTIAL AS A REFERENCE COLLECTION OF AQUATIC INSECTS

#### Abstract

Entomology collections constitute a country or region's natural history archive, where specimen preservation and its associated information are the basis for taxonomic, ecological, phylogenetic, and biogeographic studies. The Entomology Collection of the Biology Program of the Universidad de Caldas (CEBUC) has had an entry and deposit of reference specimens since 1993. Despite the time passed since its creation, it did not count on an appropriately organized collection. With the objective of optimizing the collection and organizing the information associated with the conserved species, its curation process was carried out. In parallel, an analysis of the taxonomic determination of the exemplars was done, finding

<sup>\*</sup> FR: 20-VII-2011. FA: 10-V-2012.

Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. milt-m@hotmail.com.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, ana 1668@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de Investigación GEBIOME, Universidad de Caldas. lucimar. dias@ucaldas.edu.co

that a total of 34184 exemplars were identified to the family level, of which 29542 (86.42%) are identified to the genus level. A total of 28542 liquid-stored aquatic insects are recorded, distributed in 28 orders, 90 families, and 215 genera and/or morphotypes, collected from different rivers and streams of the Caldas department. By analyzing the source data of the aquatic insect exemplars of the CEBUC, it was possible to determine that the greatest richness and abundance of aquatic insects is associated to leaf litter substrate. The generalist collectors' trophic guild is the dominant group among the aquatic insects deposited in the collection. In regards to the dry-preserved collection, it currently contains 5642 individuals, grouped in 14 orders belonging to 111 families. In this manner, CEBUC becomes an important reference tool for future investigations, in addition to manifesting the diversity of Colombia's central coffee region.

Key words: insects, coffee region, entomology museum, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

as colecciones biológicas representan el patrimonio natural de un país o región, son un conjunto o bancos de datos de especímenes con destacada importancia investigativa, que sirven como material de referencia para la determinación de otros especímenes (FERNÁNDEZ, *et al.* 2004; PÁEZ, 2004) y representan el registro de una serie de especies, de lugares y momentos determinados, es decir, las colecciones permiten conocer la biodiversidad pasada y actual del planeta (SIMMONS & MUÑOZ, 2005). Asimismo, éstas deben estar bajo una mirada de conservación preventiva, adquiriendo gran importancia al constituir un elemento para ampliar el conocimiento de la biodiversidad, de las dinámicas que la originaron, su biología, su distribución, el estatus de amenaza que enfrentan y el potencial de uso que de ella puede derivarse (DELGADILLO & GÓNGORA, 2009).

La colecciones constituyen un archivo histórico natural de utilidad múltiple, donde la preservación de especímenes y su información asociada, son la base de estudios taxonómicos, sistemáticos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos, de genética de poblaciones y conservación (DELGADILLO & GÓNGORA, 2009), estudios fundamentales para el avance de las ciencias naturales. Así, las colecciones biológicas son consideradas los depositarios de la biodiversidad, entendida como el lugar en donde se almacenan datos de riqueza, abundancia y variabilidad de especies, comunidades, procesos ecológicos y evolutivos (MESA, 2006).

En Suramérica, los primeros países en tener museos de historia natural fueron Brasil, Argentina, Chile y Ecuador, creados entre 1810 y 1880 (SIMMONS & MUÑOZ, 2005). En Colombia, el primer museo se fundó en 1823, conocido como Museo Nacional de Colombia (SIMMONS & MUÑOZ, 2005). Actualmente, en el país están registras ante Instituto Alexander von Humboldt - IAVH mas 150 colecciones biológicas, entre las cuales están las colecciones de referencia del IAVH, que albergan aproximadamente 400.000 ejemplares de la fauna y flora del país (IAVH, 2012). Esta colección fue fundada en 1995 a partir del material heredado de las colecciones biológicas del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) (IAVH, 2012).

La Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas (CEBUC) ha contado con el ingreso y depósito de especímenes de referencia desde el año 1993; en el año 2011, la CEBUC fue formalmente incluida en el Registro

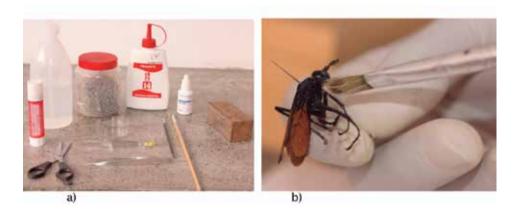
Nacional de Colecciones Biológicas-RNC administrado por el Instituto Humboldt, bajo el número de registro 188. Tal colección se estableció gracias a las pequeñas colecciones realizadas en las asignaturas de entomología, limnología y trabajos de grado ofrecidos por el programa de biología de la Universidad de Caldas.

En los últimos años, la colección CEBUC ha presentado un significativo incremento en cuanto al número de especímenes depositados, principalmente insectos acuáticos, gracias a los miembros del siguiente grupo y semillero de investigación Genética, biodiversidad y manejo de ecosistemas - GEBIOME (reconocido en Colciencias) y Grupo de entomología y áreas afines de la Universidad de Caldas - GEUC. Dicho avance progresivo en el acervo de la colección, potencializa la utilización de los especímenes de la CEBUC en investigaciones en el área de entomología, principalmente acuática. Teniendo en cuenta la importancia de tal colección, en este artículo se presenta el resultado del proceso de curaduría y sistematización realizado en la CEBUC, con el fin de hacer de ésta una colección regional de referencia para el país.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### Curaduría de la colección entomológica preservada en seco

El trabajo de curaduría comprendió 4 etapas principales: limpieza, identificación, etiquetado y almacenamiento del material entomológico. Se realizó la limpieza de cada uno de los especímenes con una solución de Isoconazol 1% (CULTID, *et al.* 2012), utilizando un pincel, con el fin de prevenir el ataque de hongos (Figura 1).

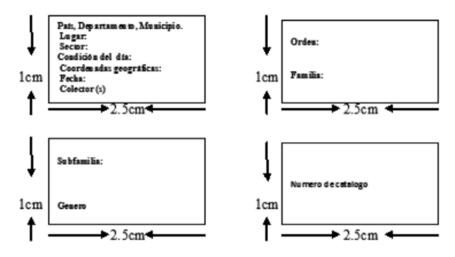


**Figura 1.** a) Materiales utilizados en la curaduría de cada uno de los ejemplares de la CEBUC; b) Ejemplar de la CEBUC siendo tratados con la solución de isoconazol.

Después de este procedimiento, el material fue llevado a una estufa en donde se secaron para evitar el deterioro por humedad (GUTIÉRREZ & CASELLES, 1998).

La identificación y/o revisión de las familias de los insectos terrestres depositados en la CEBUC fue realizada utilizando la clave taxonómica de TRIPLEHORN & JOHNSON (2004) además de la guía de identificación de WOLLF (2006).

Las etiquetas para los ejemplares preservados en seco fueron remplazadas por etiqueta estándar (Figura 2).



**Figura 2.** Etiquetas estándar de la colección entomológica (en seco): a) Etiqueta con datos de procedencia; b) Etiqueta con orden y familia; c) Etiquetada con subfamilia y género; d). Etiquetado con el número de catalogo.

A cada individuo identificado hasta familia se le colocaron tres etiquetas, a saber: procedencia, determinación y número de catálogo, pero a los individuos identificados hasta género o especie se le atribuyeron cuatro, las tres anteriores y otra de determinación; con una medida de  $1 \times 2,5 \text{ cm}$ . La información de cada etiqueta fue escrita en fuente Arial, tamaño 4, estilo normal e impresa con tinta negra. A cada ejemplar se le asignó una numeración, con el objetivo de que el acceso a la información sea más ágil y se minimice la manipulación y el riesgo de daño a los ejemplares de CEBUC.

Las cajas de la colección entomológica fueron remplazadas por un nuevo modelo (Figura 3), el cual fue ubicado en el armario de forma vertical, optimizando el espacio de la colección. Estas cajas están elaboradas de madera de pino con una medida estándar, tapizadas por una capa de icopor forrado de papel milimetrado.

Cada caja está conformada en lo posible por una familia específica de la clase insecta, donde cada uno de los especímenes está ubicado en posición vertical, para su mejor conservación y manejo (Figura 4).

A cada caja se le adicionó una pastilla de alcanfor para la protección de agentes deteriorantes. Después de este procedimiento las cajas debidamente curadas y etiquetadas fueron depositadas verticalmente en un armario (Figura 5).

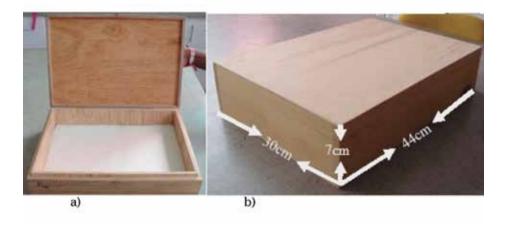


Figura 3. a) Caja entomológica estándar de la colección entomológica (en seco); b) Medidas de las cajas entomológicas.



Figura 4. Organización de los especímenes en las cajas entomológicas de la CEBUC (en seco).

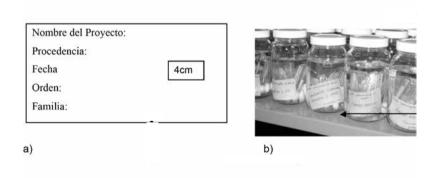
## Curaduría de la colección entomológica preservada en líquido

Los especímenes de la colección entomológica preservada en líquido fueron fijados en alcohol al 96% y depositados en tubos de ensayo estándar, los cuales fueron almacenados en viales de vidrio de 500ml. El alcohol en esta concentración

mantiene la integridad del ADN de los especímenes, facilitando la utilización de éstos en trabajos moleculares y genéticos (SRINIVASAN *et al.*, 2002, GARCÍA *et al.*, 2006). Cada tubo de ensayo fue debidamente rotulado con dos etiquetas, una de determinación y la otra de procedencia, similares a la Figura 1, aunque con 4 cm de largo. A su vez, se etiquetó el vial de vidrio (Figura 6).



Figura 5. Forma de almacenamiento de las cajas entomologicas de la colección (estilo en libro).



**Figura 6**. Modelo de etiqueta de los frascos de vidrio de la colección entomológica líquida. a) Etiqueta para frascos de las familias de macroinvertebrados depositados en CEBUC (4cm x 7cm); b) Frascos con algunas familias de macroinvertebrados.

Con respecto a la identificación de los insectos acuáticos, los especímenes fueron identificados a nivel de géneros y morfotipos, según las claves de DOMÍNGUEZ

et al. (2006); DOMÍNGUEZ & FERNÁNDEZ (2009); POSADA & ROLDÁN (2003); SPRINGER (2006). Adicionalmente, se reviso el grupo trófico de alimentación a que pertenece los géneros de insectos acuáticos depositados en la colección, según lo propuesto por CUMMINS et al. (2005) y CHARÁ-SERNA et al. (2010).

#### Sistematización de la colección

Inicialmente fue realizado un archivo en Microsoft Office Excel 2007 con la siguiente información: número de catálogo, identificación taxonómica, número de ejemplares (colección líquida), método de captura, localidad, coordenadas geográficas, altitud en metros, colector, fecha de colecta, y demás caracteristicas descritas en campo, para todos ejemplares depositados en la CEBUC. La base de datos fue dividida en dos acervos, el CEBUCS (referente al material depositado en seco) y CEBUCL (referente al material depositado en líquido). El programa de Microsoft Office Excel fue escogido para la elaboración de esta base de datos inicial, porque es un programa comercial fácil de utilizar que combina una hoja electrónica de cálculos con funciones de bases de datos y tiene la capacidad de hacer e imprimir gráficas (VALENTIN, 2009). Sin embargo, actualmente el material de la colección está siendo ingresado al programa *Specify versión 6* (BIODIVERSITY COLLECTIONS SOFTWARE, 2012), para facilitar el acceso de la información de la CEBUC.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Actualmente la colección CEBUC, cuenta con 34184 ejemplares identificados hasta familia, de los cuales 29542 (86,42%) están identificados a nivel de género. El material de la CEBUC es una importante base para el avance de estudios taxonómicos, sistemáticos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos, de genética de poblaciones y conservación de insectos en el departamento de Caldas. Asimismo, autores como MESA (2006) argumentan que las colecciones son parte fundamental para el conocimiento de la diversidad biológica y el avance de las ciencias.

En CEBUC se encuentran representados diferentes órdenes de insectos, como: Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isóptera, Lepidóptera, Mantodea, Blattodea, Megaloptera, Neuroptera, Odonata, Orthoptera, Phasmatodea, Plecóptera y Trichoptera, con 140 familias en total.

En toda la colección (en líquido y seco), los órdenes más representativos en número de familias son: Coleoptera con 40 familias, Hemiptera con 34 familias y Díptera con 25 familias. La representatividad de estos órdenes (Figura 7) en la colección puede está relacionada con la mega-diversidad que éstos representan a nivel mundial (GULLAN & CRANSTON, 2005). Los órdenes Diptera, Ephemeroptera y Coleoptera, presentan mayor número de individuos dentro de la colección. Para el caso de Ephemeroptera, la gran abundancia del orden puede estar relacionada a los esfuerzos de muestreo realizados por investigadores asociados a la CEBUC expertos en la sistemática del grupo. Además, cabe resaltar que los tres órdenes Díptera, Ephemeroptera y Coleóptera, ocupan un amplio espectro de hábitats lo que facilita el muestreo (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2004).



Figura 7. Número de Familias de los órdenes más representativos en CEBUC

El proceso de curaduría fue realizado en todos los individuos de la CEBUC, considerando que éste es un proceso importante, pues garantiza que los especímenes de una colección estén bien preservados y libres de agentes deteriorantes (MESA, 2005).

### Colección preservada en seco

La colección preservada en seco actualmente contiene 5642 individuos agrupados en 14 órdenes pertenecientes a 111 familias, donde el orden Hemíptera posee el mayor número de familias mientras que el Coleóptera el mayor número de individuos (Tabla 1).

Tabla 1. Número de ejemplares y familias de la colección entomológica CEBUC (preservada en seco).

ORDENES	NÚMERO DE FAMILIAS	NÚMERO DE EJEMPLARES
Blattodea	3	62
Coleoptera	26	1842
Dermaptera	4	66
Diptera	10	347
Hemiptera	27	806
Hymenoptera	10	722
Isoptera	2	7
Lepidoptera	6	1132
Mantodea	4	23
Megaloptera	1	28

Neuroptera	2	8
Odonata	5	101
Orthoptera	8	316
Phasmatodea	3	182
TOTAL	111	5642

Según WEIRAUCH & SCHUH (2011), el orden Hemiptera está entre los órdenes de insectos con mayor riqueza, con 40.000 especies descritas, lo que puede explicar el resultado encontrado. La abundancia de Coleoptera también puede estar asociada al hecho de que son insectos carismáticos y atractivos, además de que son encontrados en prácticamente todos los micro-hábitats (TRIPLEHORN & JOHNSON 2004).

Los ejemplares depositados en la colección (en seco) en su totalidad son de Colombia, de los cuales el 70% proceden del departamento de Caldas. El resto de los mismos pertenecen a los departamentos de Antioquia, Risaralda, Nariño, Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Meta.

#### Colección preservada en líquido.

Actualmente, CEBUC cuenta con 28542 insectos acuáticos distribuidos en 28 órdenes, 90 familias y 215 géneros y/o morfotipos, de los cuáles el 80% corresponde a la clase insecta.

Estos insectos acuáticos son considerados integrantes importantes de la cadena trófica de los ecosistemas dulceacuícolas y han ganado protagonismo en los últimos años porque representan una herramienta útil para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, siendo importantes para un adecuado control y conservación de un ecosistema (ROLDÁN, 1996). Además, presentan ventajas en relación a otros tipos de bioindicadores de calidad de agua, ya que, al estar integrados al recurso durante toda su vida pueden reflejar las fluctuaciones de contaminación (ALBA-TERCEDOR, 1996; ROLDÁN, 2003; ZUÑIGA & CARDONA 2009).

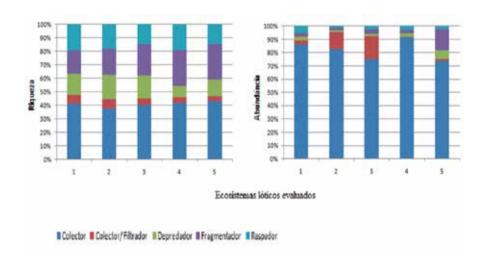
En el análisis realizado se encontró que el orden con mayor riqueza entre los insectos acuáticos depositados en CEBUC es Coleoptera, seguido por el orden Díptera y Ephemeroptera. Asimismo, Diptera es el orden con mayor abundancia en la colección, seguidos por Ephemeroptera y Coleoptera (Tabla 2).

**Tabla 2.** Riqueza y abundancia de los órdenes de macroinvertebrados más representativos depositados en CEBUC.

	Riqueza	Abundancia
Diptera	66	17084
Ephemeroptera	21	7848
Coleoptera	68	1741

Diferentes autores como CARVALHO & UIEDA (2004), FELD *et al.* (2002), RIBEIRO & UIEDA (2005) y THOMAZI *et al.* (2008) también encontraron en sus investigaciones que algunas familias como Chironomidae (Diptera) y Baetidae (Ephemeroptera) tienen una mayor abundancia en ecosistemas lóticos.

En cuanto a los grupos tróficos de los insectos acuáticos depositados en la colección, el gremio de los colectores generalistas fue el grupo con mayor riqueza y abundancia de organismos (Figura 8).



**Figura 8.** Grupos tróficos (%) de los macroinvertebrados depositados en la colección. Donde 1 es quebrada El Diamante, 2 es quebrada La Oliva, 3 es Río Chinchiná, 4 es quebrada Olivares, 5 es quebrada Romerales.

Resultados similares fueron encontrados por autores como CHARÁ-SERNA *et al.* (2010), DANGLES *et al.* (2001), MATHURIAU & CHAUVET (2002), MORETTI (2005), RIVERA (2004) y RIVERA *et al.* (2009), quienes argumentan que esto probablemente se da porque en los sistemas tropicales la presencia de hojarasca contribuye al aumento del sustrato, aportando materia orgánica particulada fina que se convierte en la fuente de alimento de mayor disponibilidad.

#### **CONCLUSIONES**

La representatividad de los insectos acuáticos en CEBUC demuestra el potencial de ésta como una colección de referencia para el grupo en Colombia, los cuales podrán ser usados en futuras investigaciones.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Al programa de biología de la Universidad de Caldas por apoyar el trabajo. Al grupo de investigación GEBIOME por los aportes financieros realizados a la CEBUC y al

semillero de investigación GEUC. A los profesores: Dr. Paulo Sergio Fiuza Ferreira, Dr. Carlos Molineri, Dr. Frederico Falcao Salles, Dr. Tito Bacca, M.Sc. Efrain Henao, biólogos Fabián Gavíria y Bedir Martinez por el apoyo en la identificación del material.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- ALBA-TERCEDOR, J., 1996.- Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Memorias del IV Simposio el agua en Andalucía. Siaga, Almeria, 2: 202-213.
- BIODIVERSITY COLLECTIONS SOFTWARE. (consultado en Marzo de 2012).-
- Desde http://specifysoftware.org/content/welcome-specify-6
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S., 2004.- Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 287-293.
- CHARÁ-SERNA, A.M., CHARÁ, J.D., ZÚÑIGA, M.C., PEDRAZA, G.X. & GIRALDO, L.P., 2010.- Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum.*, 15: 27-36.
- CULTID C.A., MEDINA C.A., MARTINEZ B.G., ESCOBAR A.F., CONSTANTINO L.M & BETANCUR N.J. 2012.

   Escarabajos coprófagos (scarabaeinae) del eje cafetero: Guía para el estudio ecológico. Espacio Gráfico. 116-118.
- CUMMINS, K.W., MERRIT, R.W & ANDRADE, P., 2005.- The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in southeast Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment. Taylor & Francis Group Ltd. 40(1): 71 90.
- DANGLES, O., GUEROLD, F. & USSEGLIO-POLATERA P., 2001.- Role of transported particulate organic matter in the macroinvertebrate colonization of litter bags in streams. *Freshw Biol.*, 46: 575-586.
- DELGADILLO, I. & GÓNGORA, F., 2009.- Colecciones Biológicas: estrategias didácticas en la enseñanzaaprendizaje de la Biología. 2: 2027-1034.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNÁNDEZ, H.R., 2009.- *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología.* Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 p.
- DOMINGUEZ, E., MOLINERI, C., PESCADOR, M. L., HUBBARD, M. D., & NIETO, C., 2006. Ephemeroptera of South America (en) Adis, J., J. R. Arias, G. Rueda-Delgado & K. M. Wantzen (ed.) *Aquatic Biodiversity of Latin America*. Pensoft, Moscow and Sofia, p. 1-646.
- FELD, C.K., KIEP, E. & LAUTENSCHLGGER, M., 2002. The indication of morphological degradation and rivers using Simuliidae. Limnologica *Ecology and Management of Inland Waters*, 32(3): 273-288.
- FERNÁNDEZ, G., SOSA, V., LEÓN, J. & LEÓN C., 2004.- Colecciones biológicas. Centros de investigación CONACYT.
- GARCÍA, M.P., BENAVENTE, M.F., MELO, A.A., ROA, E.I. & ROA, S.J.C., 2006.- Efecto de la fijación en la calidad del ADN: estudio controlado con cinco fijadores. Revista española de patología, 3: 175-179.
- GULLAN, P.J. & CRANSTON, P.S., 2005.- The Insects An Outline of Entomology. California, USA: Blackwell Publishing Ltda.
- GUTIÉRREZ, J.C. & CASELLES, A., 1998.- Los enemigos silenciosos de las colecciones y piezas de exhibición en los Museos de Historia Natural. Revista Museo de Historia Natural, Universidad Industrial de Santander. 1: 14-21.
- IAvH (INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT). (consultado en Marzo de 2012). http://www.humboldt.org.co/iavh/servicios/coleccionesbiologicas/item/62-colecci%C3%B3n-de-espec%C3%ADmenes
- MATHURIAU, C. & CHAUVET, E., 2002.- Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 21(3): 384–396.
- MESA, D. & BERNAL., 2006.- Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 10: 117-148
- MORETTI, M.S., 2005. Decomposição de detritos foliares e sua colonização por invertebrados aquáticos em dois córregos na Cadeia do Espinhaço (MG): Tesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- PÁEZ, V., 2004.- El valor de las colecciones biológicas. Actualidades Biológicas., 26: 2.
- POSADA-GARCÍA, J.A. & ROLDÁN, G.A., 2003.- Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el nor-occidente de Colombia. *Caldasia*, 25(1) 2003: 169-192.
- RIBEIRO, L.O. & UIEDA, V.S., 2005.- Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3): 613-618.
- RIVERA, R., 2004.- Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los andes venezolanos: Tesis, Universidad de los Andes, Venezuela, Mérida.
- RIVERA, C.A., ZAPATA, A.M., PÉREZ, D., MORALES, Y., OVALLE, H. & ALVAREZ, J.P., 2009.- Caracterización limnológica de humedales de la planicie de inundación del río Orinoco (Orinoquía, Colombia). Acta Biológica Colombiana, 15 (1). Consultado el 01 de agosto, 2010. En: http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9575/14645

ROLDÁN, G., 1996.- Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del

Departamento de Antioquía. Primera reimpresión. Presencia Ltda. Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá.ROLDÁN, G.A., 2003.- *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. p.170.

SIMMONS, J. & MUÑOZ, Y., 2005.- Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

SPRINGER, M., 2006.- Clave taxonómica para larvas del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Rev. *Biología Tropical.*, 54: 273-286.

SRINIVASAN, M, SEDMAK, D. & JEWELL, S., 2002. Effect of fixatives and tissue processing on the content and integrity nucleic acids. Am. J. Pathol., 161: 1961-1971.

THOMAZI, R.D., KIIFER, W.P., FERRERIA JR, P.D. & SÁ, F.S., 2008.- A sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, *ES Natureza online.*, 6(1): 1-8.

TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F., 2004.- Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. Belmont CA, Thomson Brooks/Cole.

VALENTIN, A., 2009.- Universidad de Puerto Rico – recinto Universitario de Mayagüez. (consultado en Marzo de 2012). <a href="http://www.uprm.edu/cti/docs/manuales/manuales-espanol/windows/manuales/manualescel07.pdf">http://www.uprm.edu/cti/docs/manuales/manuales-espanol/windows/manuales/manualescel07.pdf</a>

WEIRAUCH, C. & SCHUH, R.T., 2011.- Systematics and Evolution of

Heteroptera: 25 Years of Progress. Annual Review of Entomology 56:

487-510.

WOLFF, M., (2006).- *Insectos de Colombia, guía básica de familias*. Universidad de Antioquia, Medellín.460 pp.

ZÚÑIGA, M. DEL C. & W. CARDONA., 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambienta (en) Cantera, J., Carvajal, Y. & L. M. Castro (ed.). Caudal Ambiental: Conceptos, Experiencias y Desafíos. Programa Editorial Universidad del Valle, Cali-Colombia. pp 167-196.

# RELACIÓN E ILUSTRACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE NYCTIBORINAE DE COLOMBIA Y COSTA RICA (INSECTA: Blattodea, Ectobiidae)\*

Julián A. Salazar- E¹- J. Cristóbal Ríos Maláver²

#### Resumen

Se ilustran a color ejemplares de algunos Nyctiborinae neotropicales, con la figuración de los tipos de 3 especies de esta subfamilia, descritos de Colombia y Costa Rica: *Paratropes otunensis* Salazar, 2004; *Muzoa simplex* Hebard, 1921 y *Muzoa madida* Rhen, 1930. Además se incluyen caracteres relevantes de los principales géneros registrados en Colombia, una clave dicotómica a nivel genérico e ilustración de especies procedentes de algunas colecciones nacionales. Tales especies fueron originalmente descritas y publicadas en diversas revistas nacionales o internacionales. Se busca ante todo ofrecer información sobre su taxonomía e ilustraciones de buena calidad de espécimenes preservados que faciliten su identidad y fácil reconocimiento. La información incluye el nombre científico completo, los nombres de los autores, la publicación específica y el año de descripción. Además en lo posible la citación de material adicional perteneciente de cada especie tratada.

Palabras clave: Holotipos, material, Blattodea, Nyctiborinae, Colombia, Costa Rica, neotrópico

# RELATION AND ILLUSTRATION OF SOME NYCTIBORINAE SPECIES FROM COLOMBIA AND COSTA RICA (INSECTA: Blattodea, Ectobiidae)

#### Abstract

Specimens of some neotropical Nyctiborinae are illustrated in full color with the inclusion of three species of this subfamily known from Colombia and Costa Rica: *Paratropes otunensis* Salazar, 2004; *Muzoa simplex* Hebard, 1921 and *Muzoa madida* Rhen, 1930. Also relevant characters from the main genera registered in Colombia are included, a dycotomic key at the genera and illustration level of species coming from some national collections. These specimens were originally described and published in several national and international journals. The purpose of this paper is to offer updated information on the taxonomic status and good quality illustrations of preserved specimens which facilitate their identification and easy recognition. The information includes the complete scientific name, the authors' names, the specific publication and the year the description was made. Besides, as much as possible, the citation of additional material from each treated species is included.

Key words: Holotypes, material, Blattodea, Nyctiborinae, Colombia, Costa Rica, neotropics

<sup>\*</sup> FR: 20-I-2011. FA: 26-VIII-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Centro de Museos, Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Laboratorio de Biología de Organismos, Instituto Venezolano de investigaciones científicas- IVIC Apartado 20632, Kim 11, Miranda, Venezuela

# INTRODUCCIÓN

as cucarachas conforman el orden Blattodea Brunner von Wattenwyl 1882, un grupo de insectos conocido por tener especies nocivas para la salud humana, ₄reputación injustificada, pues la gran mayoría son de hábitos silvestres con algunas especies muy vistosas, especialmente en los trópicos (COSTA-LIMA, 1939: APOLINAR, 1950). Es el caso de los Nyctiborinae incluida antes en Blattellidae, y ahora en la pequeña subfamilia de los Ectobiidae, de la cual se tratarán representantes registrados en Colombia y Costa Rica, cuya divulgación es poco conocida. En nuestro medio, exceptuando un antiguo trabajo preliminar de APOLINAR (1937), no existían aportes hasta que SALAZAR (2001) publicó una pequeña nota, realizada con el fin de llamar la atención sobre la urgente necesidad de investigar sobre tal orden de insectos primigenios, llamado que no se hizo esperar al publicarse más trabajos en cuestión (VÉLEZ. et al., 2006: VÉLEZ & GUTIERREZ, 2010: AMAT & FERNÁNDEZ: 2011). No obstante, pese a que dicha contribución inicial fue lamentablemente despreciada (VÉLEZ, WOLFF & GUTIERREZ, 2006) sentó un precedente investigativo, ya que, Colombia alberga una riqueza insospechada de especies que necesita ser explorada o descubierta (SALAZAR, 2004; 2010).

Respecto a tal temática, el trabajo más completo publicado hasta ahora es el listado de VÉLEZ (2008) que se hizo con especies colombianas basado en revisión de literatura y material de algunas colecciones nacionales. Dicho autor registra 4 familias y 15 subfamilias que incluyen 62 géneros, éstos a su vez 133 especies que representan el 3 % de las 4300 especies descritas en el mundo. En la subfamilia Nyctiborinae VÉLEZ (*op. cit.*) registra 5 géneros y 13 especies presentes en el país, algunas de las cuales vamos a relacionar seguidamente. Téngase en cuenta que los Nyctiborinae incluyen a las cucarachas tropicales más grandes, que impresionan por el tamaño de ciertas especies pertenecientes al género neotropical *Megaloblatta* Dohrn 1887 pues alcanzan más de 10 cm. de longitud alar (GURNEY, 1959).

Para tal efecto servirán de apoyo los trabajos realizados por WALKER (1871), SAUSSURE & ZEHNTNER (1893), SHELFORD (1908), KARNY (1921), HEBARD (1919, 1921, 1933), RHEN (1951) y parte de los resultados de la más reciente revisión del grupo a nivel filogenético realizada por VÉLEZ & FRANZ (2011). A nivel ilustrativo el trabajo de APOLINAR (1937) incluye una llamativa plancha que se reproduce aquí como un homenaje a su magna labor naturalística, esfuerzo apenas reconocido por otros autores colombianos (Fig. 10). Para la correcta citación de las especies se sigue los catálogos de HEBARD (1921), PRINCIS (1967) y VÉLEZ (2008). Una introducción al orden Blattodea la podemos encontrar en CHOPARD (1949), SCHAL *et al.* (1984), WOLFF (2006), BECCALONI & EGGLETON (2011), y abordando todos los tópicos en BELL, ROTH & NALEPA (2007).

# **MATERIAL & MÉTODOS**

Básicamente se utilizó material preservado en seco depositado en varias colecciones relacionadas abajo. Los ejemplares se encuentran clavados con alfiler entomológico en el pronto, asimismo debidamente rotulados con datos de recolecta y localización. Fotografías para ilustración fueron tomadas con una cámara digital Power-Shot A480 de 10.0 megapixels, y lente macro de acercamiento. La plancha especial fue realizada con técnica de photo-shop. Las colecciones tienen los siguientes acrónimos usados a través del texto:

- -Museo Entomológico "Marcial Benavides": ME-MB, Cenicafé, Chinchiná
- -Colección entomológica del Centro de Museos: MHN-UC, Universidad de Caldas, Manizales.
- -Colección entomológica Facultad de Agronomía: **CEFA-UC**, Universidad de Caldas, Manizales.
- -Museo entomológico "Francisco Luis Gallego": **MEFLG-UN**, Universidad Nacional, sede Medellín (en parte).
- ♂: Sexo masculino
- ♀: Sexo femenino

Todos los ejemplares se citan como ME (material examinado)

#### **RESULTADOS**

SUBFAMILIA NYCTIBORINAE SAUSSURE & ZEHNTNER, 1893.

Según SHELFORD (1908) se caracteriza por tener los adultos las antenas sedosas (plumosas) y engrosadas. Cabeza con el vértice manifiesto y tegminas coriáceas, pronto recubierto de una fina y sedosa pubescencia que en las larvas se extiende por todo el cuerpo. Las tegminas extendidas más allá del ápice del abdomen, las alas son membranosas, con la zona anterior más agrandada y venas costales irregulares como ramificadas. Vena ulnar muy ramificada con algunas derivaciones incompletas que no alcanzan la punta del ala. Placa supranal triangular con el vértice a veces ligeramente dividido. Lámina subgenital en el macho estrecha, algo asimétrica con dos estilos que en la hembra son más amplios. Cercos alargados y puntiagudos, fémures variables y armados de espinas ventralmente, tarso con pulvilus y aerolia notables. Ooteca grande y achatada. Otros caracteres dados por KARNY (1921) incluyen presencia de betas coloreadas especialmente sobre los élitros, subcosta corta además de área anal del ala posterior pequeña, en abanico.

La venación alar de esta subfamilia, así como la de otras, fue estudiada en detalle por John W. RHEN (1951). Dicho autor sostiene que las tegminas entre otras características son relativamente anchas, muy venosas, de área anal pequeña, vena humeral notable y subcosta con la vena anterior como posterior similar a las Epilampra. Ellas son ampliamente ovales con el margen anterior convexo que en el margen apical es amplio y redondeado, margen posterior algo truncado, ranura apical poco desarrollada. Campo del margen anal a comienzos débilmente arqueado y anguloso hacia la porción basal, y el área humeral ampliamente expandida. Subcosta gruesa y recta que se aproxima a la longitud de campo anal con numerosas ramificaciones anteriores, algunas de las anales con derivaciones secundarias. Radio con ramificaciones irregulares numerosas anteriormente. muchas de ellas con derivaciones secundarias adicionales, rama apical igualmente subdividida. Todas las ramificaciones se dirigen al margen anterior de las tegminas. Vena medial originada cerca al radio, subdividida en varias aéreas con numerosas ramificaciones. Base cubital cerrada, usualmente con dos fuertes troncos bien ramificados con áreas oblicuas o bien paralelas al margen posterior. Surco plical fuertemente arqueado, pero con ranura débilmente desarrollada. Área anal con numerosas venas, algunas de las cuales son ramificadas.

Las alas con el área pre axilar grande y a zona anal relativamente pequeña. Radius con vena R1 distintiva, la cual después corre paralela a la subcosta, el resto de área

con buena ramificación irregular a menudo dividida anterior y apicalmente. RHEN (op. cit.) suministra además una clave tentativa de las subfamilias de Blattidae basado en las formas aladas, diferenciando básicamente los Nyctiborinae por la subcosta de las tegminas con la rama anterior y las ramificaciones posteriores ocupando la mayor parte del campo marginal. En su análisis del grupo dicho autor hace una división de dos componentes básicos, aquellos relativos al género *Nyctibora* y otros a Megaloblatta, separándolas en tribus distintivas: los Nyctiborini tomando como representante a Nyctibora noctivaga Rhen y los Megaloblattini basado en la especie Megaloblatta blaberoides Walker. Los primeros tienen las tegminas con subcosta recta y moderadamente ramificada de venas, en tanto los segundos la subcosta es fuertemente angulosa, con abundantes ramificaciones. En los Nyctobirini las venas radial media y cubital son menos ramificadas o subdivididas que en los Meaaloblattini. Esta última tiene el sector cubital oblicuo en lugar de ser paralelos al margen posterior. Las alas en ambos grupos tienen características similares, pocas ramificaciones, con presencia de venas intercaladas presentes sólo en Megaloblattini. RHEN (*op. cit.*) igualmente considera la tribu *Paratropini* basado en Paratropes phalerata Serville relacionándola con la tribu Leucophaeini.

Según SHELFORD (op. cit.) esta subfamilia conforma la tercera división en la clasificación de los Blattodea, y reproducimos a continuación la clave para reconocer los cinco géneros registrados en Colombia:

- I. Tarso con pulvilus y aerolia
- 2. Tegminas y alas más largas que el cuerpo

- 4. Pronoto transversalmente elíptico, fémur anterior con espinas esparcidas.
- 4`. Antenas engrosadas en gran parte de su longitud......**Eunyctibora**

## I.RELACIÓN DE GÉNEROS

# a. Nyctibora Burmeister, 1838

**Diagnosis**. Antenas sedosas, ligeramente engrosadas, pronoto parabólico, posteriormente algo cortado, con lados deprimidos. Tegminas con área marginal ancha cerca al apice. Alas redondeadas con el campo anterior más amplio que el posterior, vena ulnar con muchas ramificaciones, fémur anterior fuertemente armado de espinas a nivel ventral. Pulvilus grande que ocupa enteramente la longitud del segundo, tercer y cuarto artejos del tarso. Cercos largos y puntiagudos. **Comentarios**: Dicho género lo componen más de 30 especies distribuidas

especialmente en Centro y Sudamérica (BECCALONI, 2007; LOPES & OLIVEIRA, 2008), de las cuales 6 se han registrado para Colombia (VÉLEZ, 2008).

#### b.- Muzoa Hebard, 1921

**Diagnosis**. De acuerdo a HEBARD (op. cit.) *Muzoa* está muy relacionado con el anterior. Pronoto como el de *Nyctibora*, proporcionalmente ancho con débil angulación caudal. Las tegminas y alas muestran marcada reducción, aunque se extienden más allá del ápice de los cercos que son cortos. Venación como en *Nyctibora*, las venas alares, sin embargo están fusionadas fuertemente. Cercos anchos y rechonchos, fémures anteriores con márgenes armados de pelos espiniformes bien esparcidos a nivel ventral. Los 4 artejos proximales del tarso amoldados al pulvilus. Aerolia pequeña y presente en la base de las garras tarsales, que son simétricas además de elongadas.

**Comentarios**: según PRINCIS (1967) este género está compuesto sólo por dos especies: *Muzoa simplex* Hebard, 1921 de Colombia y *M. madida* Rhen, 1930 de Costa Rica. De ambas especies incluimos aquí la genitalia de los tipos preparadas por Roth en 1973. De acuerdo a los más recientes hallazgos en la filogenia de los Nyctiborinae tal género no debería incluirse en la subfamilia (sensu estricto) debido a caracteres singulares que deben ser verificados (VÉLEZ & FRANZ, 2011).

#### c.- Eunyctibora Shelford, 1908

**Diagnosis**. Género similar a Nyctibora, pero con las antenas fuertemente engrosadas en la mayor parte de su longitud. Pronoto elíptico transversalmente, con el borde posterior más arqueado que el anterior, lados no deprimidos, fémur anterior escasamente provisto de espinas (SHELFORD, 1908).

**Comentarios**: género conformado por cinco especies (PRINCIS, 1967; BECCALONI, 2007), sólo una de ellas presente en Colombia (VÉLEZ, *op. cit.*). VÉLEZ & FRANZ (2011) afirman que es parafilético con afinidades cercanas a Eushelfordia Hebard, 1924 y Pseudischnoptera Saussure, 1869

#### d.- Paratropes Serville, 1839

Diagnosis. Antenas engrosadas y plumosas en la mitad basal, con los artículos moniliformes, parte basal setosa. Pronoto elíptico transversalmente, pero más arqueado posteriormente, lados no deprimidos, cubierto al igual que las tegminas de pelos serosos. Tegminas puntiagudas caso lanceloladas con el área marginal en la base algo más ancha, alas puntiagudas. Lámina supranal en ambos sexos subtriangular, lámina subgenital del macho estrecha, asimétrica con estilos ostensiblemente achatados, en la hembra grandes, anchos y sinuosos posteriormente. Cercos cortos, subespatulados, fémures escasamente armados de espinas (SHELFORD, *op. cit.*).

**Comentarios**: pertenecen a Paratropes 13 especies (BECCALONI, *op. cit.*) de las cuales 4 se conocen para Colombia (VÉLEZ, *op. cit.*). Este género incluía anteriormente a *P. pica* Walker (1868) que habita en Brasil, Perú y Ecuador, ahora considerada en *Eushelfordia* Hebard, 1924 (PRINCIS, 1967; ANISYUTKIN, 2009).

#### d.- Megaloblatta Dohrn, 1887

**Diagnosis**. De gran tamaño, antenas sedosas, pronoto elíptico con los lados no deprimidos. Tegminas y alas amplias, área marginal de las tegminas muy ancha. Lámina supranal subcuadrangular, bilobulada, lámina subgenital del macho estrecha que excede la anterior, estilos delgados. Penúltimo tergito abdominal fuertemente sinuoso en el macho y ligeramente en la hembra. Cercos elongados como puntiagudos, fémures anteriores escasamente armados de espinas a nivel ventral, pulvilus diminuto y sin aerolia entre las garras tarsales (SHELFORD, *op. cit.*).

**Comentarios**: a Megaloblatta pertenecen 4 especies (PRINCIS, *op. cit.*, BECCALONI, *op. cit.*), dos de ellas registradas para la fauna colombiana (SALAZAR, 2001).

### II. ILUSTRACIÓN DE ESPECIES

a.- *Paratropes phalerata* (Erichson, 1848) (Pl. I. Fig. 2 3)

ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Puerto Berrio-Laguna, ♂, VII-1989, L. Orozco leg. (MEFLG), Guadalupe, ♀, VI-1949, F.L. Gallego leg. (MEFLG), Venecia-cerro Tusa, ♂,2-X-2002, J. Salazar leg. (CJS), Porce, en pit-fall (pescado), 6-V-1997, Z. Gil & M. F. Delgado, ♂, reg. 879 (ME-MB 348).

CALDAS: Manizales-finca Lombardía, 2050 m, 3, 13-X-2001, Mora & Laserna leg. (CJS), Manizales-quebrada La Caracola, 1700 m, 3, 4-II-2007, J.C- Ríos-Málaver leg. (CJS), Manizales-La Linda, a 1400 m, 3 33, V-2005, 6-X-2001, J. Salazar leg (CJS, MHN-UC), Chinchiná, XI-1999, 39, Z. Gil leg., en identificación, reg. 884, 887 (ME-MB 347, 349).

VALLE DEL CAUCA: Alto río Garrapatas, 800 m, 3 & 3, 3-III-1997, 8-III-1997, J. Salazar leg. (CJS), Bitaco-río Dovio, 3, 11-III-1997, J. Salazar leg. (CJS).

**Nota**: tal especie también se conoce de los departamentos de Boyacá y Meta (VÉLEZ, *op. cit.*).

b. - *Paratropes metae* (Hebard, 1921) (Pl. I, Fig. 5  $\stackrel{?}{\circ}$ )

ME, COLOMBIA, PUTUMAYO: Mocoa- río Afán, 450 m, ♂, 8-I-1998, J. Salazar leg. (CJS), río Mocoa, 530 m, 2 ♂♂, 10-I-1998, J. Salazar leg.(CJS), ibidem, 15-I-2006, J. Salazar leg. (MHN-UC).

**Nota**: especie considerada por SALAZAR (2001) como *P. aequatorialis* (Saussure). VÉLEZ (*op. cit.*) La cita de Amazonas, Meta y Guaviare.

c.- *Paratropes otunensis* Salazar, 2004 (Pl. 1, Fig. 4 &, holotipo)

ME, COLOMBIA, RISARALDA: río Otún-Reserva Otún Quimbaya, a 1900 m, 29-V-1999, J. Salazar leg. (CJS).

**Nota**: especie andina que parece ser endémica de zonas nubladas de la Cordillera Central. El presente autor en su momento describió esta especie figurando el pronoto, parte de la tibia, el rostro y el falómero derecho (SALAZAR, 2004: 278). El tipo es único.

d.- *Eunyctibora nigrocincta* Shelford, 1908 (Pl. 1, Fig. 1, 3)

**ME,** COLOMBIA, ANTIOQUIA: San Jerónimo, en Cacao, IX-1957, F.L. Gallego (MEFLG). BOYACÁ: Otanche, 800 m, ♂, 30-IV-2005, GRH leg. (CJS).

CALDAS: Manizales-casa, 2150 m, 2-VII-1964, E. Lobela leg. (CEFA-UC). TOLIMA: Armero-campo, 300 m, XII-1959, F.L. Gallego leg. (MEFLG).

#### e. - *Megaloblatta blaberoides* (Walker, 1871) (Pl. II, Fig. 9, 3)

ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: San Luis, 800 m, 2  $\circlearrowleft$  $\circlearrowleft$ , 20-X-1990, G. Sandoval leg. (MEFLG),  $\circlearrowleft$ , sin datos (MEFLG).

CALDAS: Manizales, 13-III-1967, C. ríos leg. (CEFA-UC), Victoria-Bellavista,  $\beta$ , 10-V-2012, F. Gaviria leg. (MHN-UC).

Nota: WALKER (1871: 12 supl.) describe esta especie en el género *Epilampra* Burmeister, 1838 de Chontales, Nicaragua por una pareja depositada en el Museo Británico (H.N.). Por sus características singulares deja entrever la necesidad de incluir la especie en un nuevo género que fue creado poco después por DOHRN (1887: 408). Ésta habita el bosque húmedo tropical del Chocó biogeográfico, el Magdalena medio y la Amazonia (SALAZAR, 2001; ROCHA & ALBUQUERQUE, 1972). El registro de un ejemplar para el centro del departamento de Caldas (Manizales) es de procedencia dudosa.

#### f. - *Megaloblatta longipennis* (Walker, 1868) (Pl. II, Fig. 8, 3)

ME, COLOMBIA, CHOCÓ: San José del Palmar, 1000 m, ♂, 18-II-1993, J. Salazar leg. (CJS).

PUTUMAYO: Oleoducto a Orito, 1000 m, &, 18-IX-1987, J. Vélez leg. (MHN-UC).

Nota: WALKER (1868: 9) describe esta especie en el género *Blabera* Serville, 1831 por un macho de Guayaquil, Ecuador, aunque también se conoce de Perú (SHELFORD, 1908: 4) y se distingue de *blaberoides* por el mayor número de espinas presentes en los fémures anteriores, aunque este carácter es variable (SAUSSURE & ZEHNTNER, 1893: 58). De otro lado HEBARD (1919b) establece otras diferencias entre las hembras de ambas especies al comentar que la de *blaberoides* es de cabeza más ancha, con el espacio interocular mucho más amplio en el macho (1.7 mm.), (en la hembra es de 2.4 mm.) mientras que en la hembra de *longipennis* (1.4 mm.). DOHRN (op. cit.) describió dos entidades: *M. rufipes* de Panamá y *M. peruviana* de la Amazonia peruana que son sinónimos de *blaberoides* y *longipennis*, respectivamente. Esta última especie es un nuevo registro para Colombia citado en SALAZAR (2001: 44) aunque no considerado por VÉLEZ (2008) en su listado.

#### g. - Muzoa simplex Hebard, 1921 (Pl. II, Fig. 7, 3, holotipo)

**ME,** COLOMBIA, BOYACÁ: Muzo, IX-1919, A. María, tipo en ANSP serie asignado No 9295, abril de 2008 (Genitalia en diapositiva No 190, L. Roth-1973, Fig.12). Etiqueta roja tipo de M. simplex Hebard, M. 668.

CALDAS: Manzanares-Llanadas, a 1200 m, III-2000, 2  $\circlearrowleft$  & 1  $\circlearrowleft$ , C. A. Salazar leg. (CJS, MHN-UC), nuevo registro para el departamento de Caldas.

Nota: especie descrita de Colombia mediante recepción de un material enviado por el Hno. Apolinar María a Morgan Hebard en septiembre de 1919. Este autor describe y figura el holotipo por la garra tarsal, el aerolio y el dorso del ejemplar con el élitro y el ala izquierda extendidos que en el ejemplar real se encuentran algo rotas por el tiempo. Se incluye además la genitalia realizada por Roth.

#### h.- *Muzoa madida* Rhen, 1930 (Pl. II, Fig. 6, ♂, **holotipo**)

ME, COSTA RICA: La Emilia, 1000 pies, 15-IX-1937, J.A.G. Rhen, Etiqueta roja tipo en ANSP serie asignado 5481 (genitalia en diapositiva No 191, L. Roth-1973, Fig.11). Nota: el holotipo presenta además otras tres etiquetas rectangulares digitadas en máquina de escribir por Rhen que rezan "bosque cerca a la Emilia, Costa Rica"- "en bosque denso secundario en crecimiento"-"0- 1000 pies, IX-15-1937". James A. G. RHEN (1930) en su momento al describir la especie figuró partes del holotipo del macho por el rostro, la tegmina izquierda y la placa subgenital de la hembra.

# i.- *Nyctibora* **sp.** (Pl. 1, Fig. 3, ♂)

ME, COLOMBIA, ANTIOQUIA: Yolombó-Hda Normandía, a 1100 m, 3, en trampa, 1-VII-1999 (ME-MB 343). CHOCÓ: San José del Palmar-río Abita, 800 m, 3 33 & 1 1, 4-III-1999, J. Salazar leg. (CJS, MHN-UC).

**Nota**: VÉLEZ (*op. cit.*) basado en PRINCIS (1967) cita para Colombia a *Nyctibora azteca* (Saussure & Zehntner, 1883) y *N. mexicana* (Saussure, 1862) registros que necesitan ser verificados con el examen de material disponible.

#### Colofón

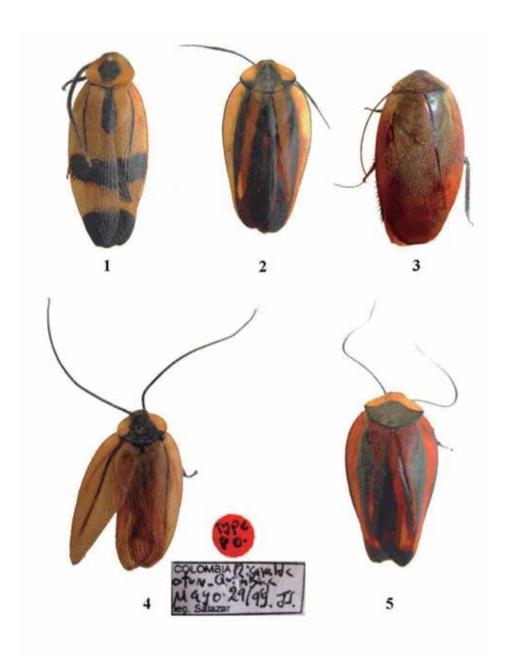
Las más reciente contribución al estudio de los Nyctiborinae fue realizada como se comentó, por VÉLEZ & FRANZ (2011) quienes hicieron un estudio cladístico basado en 53 caracteres encontrados en 24 especies e íntimamente ligados a la genitalia para establecer la verdadera filogenia de la subfamilia. Ellos concluyen que el grupo lo conforman los géneros *Eunyctibora, Eushelfordia, Megaloblatta, Nyctibora y Paratropes (s. str.)*, en tanto dejan entrever la posible exclusión de *Muzoa* que debe ser confirmada.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos la información de la Dra. Sonia María López Fraga del departamento de Entomología (sección Blattaria) de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil, Frank Wieland (Alemania) y Roger Roy de la sección de Entomología del Museo de Historia Natural de Paris, Francia. Material de estudio fue gentilmente enviado por Greg Nielsen, Fabián Gaviria, José I. Vargas, César A. Salazar-E., y Efraín Henao. Un agradecimiento especial a los doctores Daniel Pérez-Gelabert (investigador del Instituto Smithsoniano de Washington, USA) y Jason Weintraub (a cargo de la colección del Departamento de Entomología de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, USA) quienes gestionaron y obtuvieron las fotografías de algunos tipos de Blattodea que queríamos incluir. Al personal adscrito a los laboratorios del Museo entomológico "Marcial Benavides" Cenicafé-Chinchiná (Luis M. Constantino) y del Museo entomológico "Francisco Luis Gallego" de la Universidad Nacional, sede Medellín (John Albeiro Quiroz y Gonzalo Abril) por su magnifica colaboración.

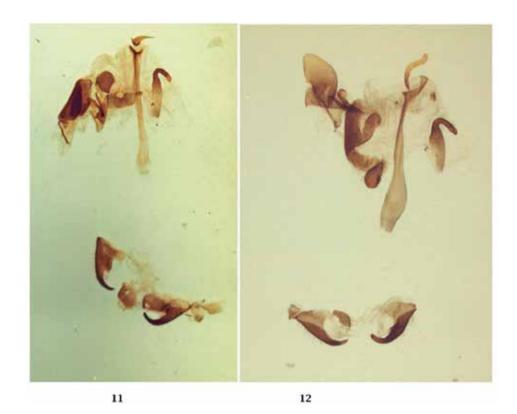
#### BIBLIOGRAFÍA

- AMAT, G. & FÉRNANDEZ, F., 2011.- La diversidad de insectos (Arthropoda: Hexapoda) en Colombia, I. Entognatha a Polyneoptera. *Acta Biol. Colomb.*, 16 (2): 205-220.
- ANISYUTKIN, L.N. 2009.- A new species of the genus *Plectoptera* Saussure and redescripción of *Eushelfordia pica* Walker (Dyct. Blattellidae) from Peru. *Proc. Zool. Institute, RAS*, 313 (4): 440-446.
- APOLINAR, M. 1937.- Especies nuevas y observaciones diversas sobre Dermápteros y Ortópteros colombianos. *Rev. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis. y Nat.*, 1 (2): 132-137 + 1 pl.
- \_\_\_\_\_1950.- Vocabulario de términos vulgares en Historia Natural Colombiana 2462 cucas (Santander), cucarachas. *Rev. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis. & Nat.*, 7 (28): 451.
- BECCALONI, G.W., 2007.- Blattodea Species File online. Version 1.0/4.1. World Wide electronic publication. Desde: http://www. Blattodea SpeciesFile.org.
- \_\_\_\_\_& EGGLETON, P. 2011.- Order Blattodea Brunner von Wattenwyl, 1882 (in) ZHANG, Z.(ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 199.
- BELL, W.J., ROTH, L.M. & NALEPA, C. 2007. *Cockroaches. Ecology, Behavior and Natural History*: 229 pp. + figs. The Johns Hopkins Un. Press. Baltimore.
- COSTA-LIMA, D´A., 1939.- Capitulo xiv, Ordem Blattariae (in) Insectos Do Brasil, 1: 217-249. Esc.Nac. Agron. Serie didáctica, Rio de Janeiro.
- CHOPARD, L. 1949.- Ordre des Dyctiopteres Leach, 1818 (Blattaeformia Werner, 1906 = Oothecaria Karny, 1915)(in) GRASSÉ, P. (ed.) *Traité de Zoologie*, ix: 355-385. Mason *et cia*, Paris
- DOHRN, H. 1887.- Zwei neue Blattiden-Gattungen. Stett. Ent. Zeitung, 48 (1-3): 408-411.
- GURNEY, A.B. 1959.- The Largest Cockroach. Proc. Ent. Soc. Washington, 61 (3): 133-134.
- HEBARD, M. 1919.- Studies in the Dermaptera and Orthoptera of Colombia, first paper. Families Blattidae, Mantidae and Phasmidae. *Trans. Am. Ent. Soc.*, 45: 89-175, pls. 16-23.
- \_\_\_\_\_.1919b.- The Blattidae of Panamá. *Mem. Am. Ent. Soc.*, 4: 1-148 + 6 pls.
- \_\_\_\_\_\_, 1921.- Studies in the Dermaptera and Orthoptera of Colombia, second paper. Families Blattidae, Mantidae and Phasmidae. *Trans. Am. Ent. Soc.*, 47: 107-167, pls. 8-10.
- \_\_\_\_\_. 1933.- Studies in the Dermaptera and Orthoptera of Colombia, supplement to papers one to five. *Trans. Am. Ent. Soc.*, 54: 13-66, pls. 2-3.
- KARNY, H. 1921.- Zur Systematik der Orthopteroiden Insekten. Treubia, 1 (4): 163-269 + figs.
- LOPES, S. M., & OLIVEIRA, E. 2008.- Espécies e registros novos de *Nyctibora* Burmeister, 1838 do Brasil e considerações sobre e genero (Blat. Blattellidae). *Lundiana*, 9 (1): 49-51. + figs.
- PRINCIS, K. 1967.- Blattariae, suborbo Epilamproidea, fam. Nyctiboridae, Epilampridae, *Orthopterorum Catalogus*, pars II: 617-710. Dr. W. Junk.
- RHEN, J. A. G. 1930.- New or Little known Neotropical Blattidae (Orthoptera), number two. *Trans. Am. Ent. Soc.*, 56: 52, pl II, figs. 15-17, figs. 10-11.
- RHEN, J. W. 1951.- Classification of the Blattaria as indicated by their wings (Orthoptera). *Mem. Am. Ent. Soc.*, 14: 9-83, pls. 2, 5.
- ROCHA, I. & ALBUQUERQUE, S. 1972.- Inventario dos Blattaria sa Amazonia com descricao de tres especies novas. Bol. Mus. Paraense Emilio Goeldi. Zool.. 76: 1-38.
- SALAZAR, J.A. 2001.- Blattodea de Colombia. Nuevas adiciones y rectificaciones a los mántidos de la primera parte (Insecta: Mantodea). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*, 5: 38-63 + figs.
- . 2004.-Nuevas especies de Blátidos y Mántidos para Colombia (Ins. Dyct.) y una nota sobre la hembra de *Vates festae* Giglio-Tos. 1914. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U.de Caldas.* 8: 267-286 + figs.
- \_\_\_\_\_. 2010.- Novedades en Historia Natural, nuevas especies de cucarachas (Blattodea) descubiertas en el Centro de Museos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 14 (2): 243.
- SAUSSURE, H. & ZEHNTNER, L. 1893.- Orthoptera, Blattidae (in) *Biologia Centrali-Americana*, I: 57-58 + pls. 3-6. London.
- SCHAL, C., GAUTIER, J.Y. & BELL, W.J. 1984.- Behavioural ecology of cockroaches. *Biol. Rev.*, 59: 209-254. SHELFORD, R. 1908.- Orthoptera, fam. Blattidae, subf. Nyctiborinae (in) WYTSMAN, P. *Genera Insectorum*, 74: 1-5 +1 pl.
- VÉLEZ, A. 2008.- Checklist of colombian cockroaches (Dict. Blattaria). *Biota Colombiana*, 9 (1): 21-38.
- \_\_\_\_\_.WOLFF, M., GUTIERREZ, E. 2006.- Blattaria of Colombia: List and distribution of genera. *Zootaxa*, 1210: 39-52.
- \_\_\_\_\_. & GUTIERREZ, E. 2010.- The Neotropical genus *Schistopeltis* (Blatt. Zetoborinae) with a new species from Colombia. *Zootaxa*, 2411: 53-58 + figs.
- VÉLEZ, A., & FRANZ, N.M. 2011.- Revision and Phylogeny of Neotropical velvet cockroaches (Dict. Ectobiidae, Nyctiborinae). ESA, 59 TH., annual meeting, Reno.
- WALKER, F. 1868.- *Catalogue of the specimens of Blattariae in the collection of the British Museum*: 8-9. Print of Trust. Brit. Mus., London.
- \_\_\_\_\_. 1871.- Catalogue of the specimens of Dermaptera and Saltatoria in the collection of the British Museum, 5 suppl.; 2-13. Print. Of Trust. Brit. Mus. London.
- WOLFF, M. 2006.- *Orden Blattodea (in) Insectos de Colombia, Guía básica de Familias*: 122-127. Lab. Col. Biol. Universidad de Antioquia, Medellín.









# PRIMEROS REGISTROS DE EPHEMEROPTERA (INSECTA) PARA EL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO, COLOMBIA\*

Luis G. Salinas<sup>1,2</sup>, Lucimar G. Dias<sup>3</sup>, Tito Bacca<sup>4</sup>, María del Carmen Zúñiga<sup>5</sup> y Mauricio Rodríguez<sup>6</sup>

#### Resumen

En Colombia son conocidas 9 familias y aproximadamente 70 especies de Ephemeroptera. El conocimiento taxonómico a nivel de especie de tal orden en el país es incipiente aún, ya que muchas regiones permanecen sin registros. En el departamento de Putumayo no existen registros de Ephemeroptera a pesar de la gran cantidad de recursos hídricos, localizados desde el piedemonte de la cordillera Andina hasta la llanura Amazónica. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar un estudio preliminar de la fauna de Ephemeroptera en dicho departamento, hasta la fecha desconocida. Para esto fue revisado material de Ephemeroptera procedente de cuatro municipios del Putumayo (Colón, Sibundoy, Santiago y Mocoa), depositado en la Colección Entomológica CEBUC de la Universidad de Caldas y Colección Zoológica PSO-CZ de la Universidad de Nariño. Fueron estudiados un total de 373 individuos, identificados en tres familias, nueve géneros y ocho especies, éstas son: Baetidae: Andesiops peruvianus (Ulmer), Baetodes aff. spinae Mayo, Baetodes aff. levis Mayo, Baetodes awa Salinas, Camelobaetidius edmundsi Dominique, Thomas & Mathuriau, Mayobaetis ellenae (Mayo), Prebaetodes sitesi Lugo-Ortiz & McCafferty; Leptohyphidae: Tricorythodes sp.n., Haplohyphes sp., Leptohyphes nigripennis Molineri & Zúñiga; Leptophlebiidae: Thraulodes spp.

Palabras clave: efímeras, inventario, región andino-amazónica, taxonomía.

# FIRST RECORDS OF EPHEMEROPTERA (INSECTA) FROM PUTUMAYO DEPARTMENT, COLOMBIA

#### Abstract

In Colombia, 9 families and approximately 70 species of Ephemeroptera are known. In the country, the taxonomic knowledge at the species level for this order is still incipient, since many regions remain without reports. In the department of Putumayo there are no reports of Ephemeroptera, despite de great number of water resources, located from the foothills of the Andean mountain range to the Amazonian plains. Therefore, the objective of this work was to perform a preliminary study of the Ephemeroptera fauna in this department, which to date is unknown. Ephemeroptera material from four municipalities of Putumayo (Colón,

<sup>\*</sup> FR: 20-VII-2011. FA: 10-V-2012.

Laboratório de Sistemática e Ecologia de Insetos, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus – ES, Brasil. E-mail: biobaetodes@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Programa PEC-PG, CNPg

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Grupo de investigación GEBIOME, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: lucimar.dias@ucaldas.edu.co

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia. E-mail: titobacca@gmail. com

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Grupo de Investigaciones Entomológicas, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: maczuniga@gmail.com.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Biólogo, Laboratorio de Entomología, Universidad de Nariño, Colombia. E-mail: maurova74@yahoo.com

Sibundoy, Santiago, and Mocoa) was examined, which were deposited in the Entomological Collection CEBUC of the Universidad de Caldas and the Zoological Collection PSO-CZ of the Universidad de Nariño. A total of 373 individuals were studied, identified in three families, nine genera, and eight species, which are: Baetidae: Andesiops peruvianus (Ulmer), Baetodes aff. spinae Mayo, Baetodes aff. levis Mayo, Baetodes awa Salinas, Camelobaetidius edmundsi Dominique, Thomas & Mathuriau, Mayobaetis ellenae (Mayo), Prebaetodes sitesi Lugo-Ortiz & McCafferty; Leptohyphidae: Tricorythodes sp.n., Haplohyphes sp., Leptohyphes nigripennis, Molineri & Zúñiga; Leptophlebiidae: Thraulodes spp.

**Key words:** mayflies, inventory, andean-amazonian region, taxonomy

#### INTRODUCCIÓN

I orden Ephemeroptera comprende uno de los grupos de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad (BARBER-JAMES *et al.*, 2008). En los últimos años, el estudio del grupo se ha destacado por estar entre los tres órdenes de insectos acuáticos utilizados como bioindicadores de calidad de agua (RESH & JACKSON, 1993; BARBOUR *et al.*, 1996; MORSE *et al.*, 1997).

En América del Sur existen aproximadamente 15 familias, 100 géneros y 450 especies (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006), los países con mayor riqueza son Brasil y Argentina (PESCADOR *et al.*, 2001). En Colombia, son conocidas 9 familias y aproximadamente 70 especies de Ephemeroptera. Las familias representativas del orden en el país son Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae; los departamentos con el mayor número de registros de especies son Amazonas, Cauca, Nariño y Valle del Cauca, que corresponden a las regiones más muestreadas del país (ZÚÑIGA *et al.*, 2004; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006 y DIAS *et al.*, 2009).

A pesar de ser un departamento con diversos recursos hídricos y estar ubicado en el piedemonte de la región Andina hasta la llanura Amazónica, Putumayo no posee registros de especies de Ephemeroptera. Por esta razón, el presente artículo tiene como objetivo presentar los primeros registros del orden en el Putumayo, además de aportar datos sobre la taxonomía y distribución en el país de las especies registradas en este departamento.

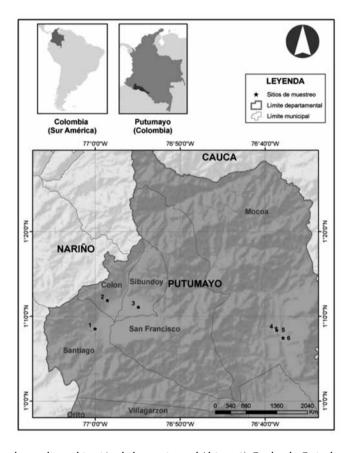
#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El material examinado en este trabajo está depositado en las siguientes colecciones: Colección Zoológica de la Universidad de Nariño, Nariño, Colombia (PSO-CZ) y Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas, Caldas, Colombia (CEBUC). Los especímenes de Ephemeroptera estudiados corresponden a estadios inmaduros o ninfas colectadas de forma cualitativa en diferentes microhábitats sumergidos (piedra del lecho, hojarasca y detritus), en seis corrientes hídricas (quebrada Quinchoa, quebrada Tachoy, quebrada Siquinchica, río Pepino, quebrada Sardina y río Putumayo), ubicadas en cuatro municipios de la zona Andina y el pie de monte Amazónico del departamento del Putumayo (Colón, Sibundoy, Santiago y Mocoa) (Figura 1).

Para la determinación de las especies se realizaron montajes de las estructuras bucales y patas, de acuerdo con los procedimientos descritos por WALTZ &

MCCAFFERTY (1987). Para la identificación del material se utilizaron las claves taxonómicas de DOMÍNGUEZ et al., (2006) y en la observación microscópica se utilizó un estereoscopio NIKON SMZ-10 y un microscopio OLYMPUS BX-1.

En el listado preliminar de las especies y/o géneros de Ephemeroptera registrados para el Putumayo, se mencionan los autores que han tratado la taxonomía de cada especie o género, además de comentarios, diagnosis y procedencia del material examinado.



**Figura 1.** Área de estudio y ubicación de las corrientes hídricas: 1) Quebrada Quinchoa 2) Quebrada Tachoy 3) Quebrada Siquinchica 4) Río Pepino 5) Quebrada Sardina 6) Río Putumayo.

#### RESULTADOS

#### Familia Baetidae

#### Andesiops peruvianus (ULMER)

Baetis peruvianus ULMER, 1920a: 53 (descripción original).

Baetis weiseri NAVAS, 1922: 385.

A. peruvianus LUGO- ORTIZ & McCAFFERTY, 1999: 91; NIETO 2004: 99.

**Comentarios**. Esta especie se conoce con base en ninfas y adultos, se encuentra registrada en Argentina, Perú y Colombia (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006), en donde se encuentra ampliamente distribuida en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca (ZÚÑIGA *et al.*, 2004; DIAS *et al.*, 2009).

**Diagnosis.** 1) Cabeza más larga que ancha; 2) Antenas largas, tres veces el tamaño de la cabeza; 3) Mandíbula izquierda: dentículos molares sin constricciones; 4) Lingua con una proyección apical aguda; 5) Labio no compacto; 6) Uñas tarsales con una hilera doble de dentículos, la segunda hilera con casi el mismo número de dentículos que la primera, aunque reducidas en tamaño; 7) Filamento terminal 0.65 a 0.70 veces la longitud de los cercos; 8) Margen posterior de los tergos abdominales con pequeñas espinas; 9) Branquias con poca nervadura (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 3 ninfas: Mocoa, quebrada Sardina (1º08'37.72''N 76º38'39.48"O). Fecha 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L. 5 ninfas: Santiago, quebrada Quinchoa (1º08'33.09"N 77º00'00.08"O), Fecha 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L. 23 ninfas: Sibundoy, quebrada Siquinchica (1º11'06.58"N 76º54'53.69"O). Fecha 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Baetodes aff. levis

B. levis MAYO, 1968: 253 (descripción original); NIETO, 2004: 70.

Comentarios. *B. levis* es conocida a partir de ninfas, se encuentra distribuida en Ecuador y diversos departamentos de Colombia: Cauca, Cundinamarca, Nariño y Valle del Cauca (ZÚÑIGA *et al.*, 2004; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006; DIAS *et al.*, 2009). La especie encontrada en el Putumayo presenta algunas variaciones y, por esta razón, es necesario comparar los especímenes recolectados con los holotipos de *B. levis* para confirmar si se trata de esta especie o de una nueva especie correlacionada.

**Diagnosis.** *B. levis* es conocida únicamente por las ninfas y puede distinguirse de las otras especies del género por la siguiente combinación de caracteres: 1) Labro con una hilera subapical de espinas en la parte dorsal; 2) Glosa robusta con 2 setas pectinadas; 3) Dos branquias digitiformes en cada coxa; 4) Parte dorsal de los fémures con 6-7 espinas clavadas; 5) Uñas tarsales con 5-6 dentículos; 6) Tubérculos abdominales dirigidos posteriormente (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 13 ninfas: Mocoa, río Pepino (1º08'23.24"N 76º38'35.87"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L.5 ninfas: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L. 30 ninfas: Santiago, quebrada Quinchoa (1º08'33.09"N 77º00'00.08"). Fecha: 11-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L. 74 ninfas: Sibundoy, quebrada Siquinchica (1º11'06.58"N 76º54'53.69"O). Fecha: 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Baetodes aff. spinae

B. spinae MAYO, 1968: 251 (descripción original); NIETO, 2004: 75

**Comentarios.** *B. spinae* fue descrita a partir de ninfas. Actualmente, se encuentra distribuida en los países: Ecuador y Colombia (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006). Sus registros incluyen los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca (ZÚÑIGA *et al.*, 2004; DIAS *et al.*, 2009). Es importante comparar los especímenes encontrados

con el material tipo de *B. spinae*, ya que se encontraron algunas variaciones en el material estudiado.

**Diagnosis.** Los caracteres diagnósticos de *B. spinae*, incluyen: 1) Espinas largas en el segmento apical del palpo labial; 2) Tubérculo reducido en el metanoto; 3) Abdomen con tubérculos prominentes; 4) Margen dorsal de los fémures con 6-7 espinas clavadas, largas y delgadas de igual tamaño que las setas finas; 5) Uñas tarsales con una hilera de 6 dentículos; 6) Glosa con 2 espinas pectinadas (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 2 ninfas: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"). Fecha 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L. 5 ninfas: Colón, quebrada Tachoy (1º11'54.02"N 76º58'32.40"O). Fecha: 17-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### **Baetodes awa SALINAS**

B. awa SALINAS et al., 2011 (descripción original).

**Comentarios:** Esta especie fue recientemente descrita a partir de ninfas. Actualmente, se encuentra registrada en Colombia para el departamento de Nariño (SALINAS *et al.*, 2011). Su presencia en el departamento del Putumayo amplia el rango de distribución en la región sur del país.

**Diagnosis:** 1) Labro con una hilera subapical de 6 cerdas continuas y largas de tamaños subiguales; 2) Dos cerdas pectinadas de diferente longitud en la parte apical de la glosa; 3) Cada coxa con dos branquias digitiformes; 4) Margen dorsal de los fémures con una hilera de cerdas largas y finas alternando con 4–6 cerdas robustas clavadas y largas, longitud mayor de la mitad de las cerdas finas; 5) Uñas tarsales con una hilera de 6–8 dentículos, los basales más pequeños que los distales, aumentando de tamaño en dirección al ápice; 6) Tubérculos abdominales presentes pero muy reducidos (SALINAS *et al.*, 2011).

**Material examinado.** 6 ninfas: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L.

# *Camelobaetidius edmundsi* **DOMINIQUE, THOMAS & MATHURIAU** *C. edmundsi* DOMINIQUE *et al.*, 2001: 19 (descripción original).

**Comentarios.** Esta especie es conocida a partir de ninfas, está registrada únicamente para Colombia (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006), en donde se encuentra ampliamente distribuida en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Quindío, Risaralda y Valle Del Cauca (DIAS *et al.*, 2009). El nuevo registro de la especie hacia al sur del país y su amplia distribución en Colombia, sugieren que la misma también pueda estar presente en otros países.

**Diagnosis.** 1) Labrum: dorsalmente con un par de setas cerca de la línea media subapical y 2-3 setas cerca del margen lateral; 2) Segmento del II palpo labial con una fuerte proyección distomedial redondeada; 3) Uñas tarsales con 34 a 39 dentículos; 4) Branquias coxales ausentes; 5) Filamento caudal de igual tamaño que los cercos (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 31 ninfas: Santiago, quebrada Quinchoa ( $1^{\circ}08'33.09''N$  77°00'00.08"O). Fecha: 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L. 5 ninfas: Sibundoy, quebrada Siquinchica ( $1^{\circ}11'06.58''N$  76°54'53.69"O). Fecha: 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Mayobaetis ellenae MAYO

Baetis ellenae MAYO, 1973: 285 (descripción original); BERNER, 1980: 190. Moribaetis (Mayobaetis) ellenae WALTZ & McCAFFERTY, 1985: 240. Mayobaetis ellenae LUGO-ORTIZ & McCAFFERTY, 1996: 369.

Comentarios. Dicha especie fue descrita a partir de ninfas y adultos, se halla registrada para los países de Costa Rica, Ecuador y Perú (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006); en Colombia se encuentra ampliamente distribuida, reportándose en los departamentos de: Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca (DIAS *et al.*, 2009). El nuevo reporte de tal especie en el departamento de Putumayo, amplía su rango de distribución en la región sur del país. Cabe resaltar que la localidad de colecta refleja uno de los registros de menor altitud para *Mayobaetis ellenae* (600 msnm), ya que, según DOMÍNGUEZ *et al.* (2006) la especie está registrada en un rango de 769 a 2810 msnm.

**Diagnosis.** 1) Antena corta, 1.5 veces la longitud de la cabeza; 2) Escapo y pedicelo aplanados, escapo tres veces la longitud del pedicelo: 3) Cercos con una hilera de espinas en el margen externo; 4) Diseño de coloración del abdomen con una banda oscura a lo largo de los tergos II-VII o VIII (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 1 ninfa: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Prehaetodes sitesi LUGO-ORTIZ & McCAFFERTY

P. sitesi LUGO-ORTIZ & McCAFFERTY, 1996: 371 (descripción original); CHACÓN et al., 2010: 144-145.

**Comentarios.** Tal especie fue descrita a partir de ninfas y, recientemente Chacón *et al.* (2010) reportan la descripción del adulto. Se encuentra distribuida en los países de Ecuador, Colombia y Venezuela (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006). Sus registros en Colombia incluyen los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca (ZUÑIGA *et al.*, 2004; DIAS *et al.*, 2009). El nuevo reporte de esta especie en el departamento de Putumayo, amplía su rango de distribución en el sur del país.

**Diagnosis.** 1) Maxila con 4 dentículos afilados sobre la gálea-lacinia; 2) Segmento I del palpo maxilar mayor que el segmento II; 3) Mandíbula izquierda con 9 dentículos, mandíbula derecha con 7 dentículos; 4) Margen dorsal de los fémures con una hilera de cerdas largas y finas alternando con 9–10 cerdas robustas clavadas y largas; 5) Uñas tarsales con una hilera de 7-10 dentículos y una seta subapical fuerte; 6) Filamento terminal ¼ de la longitud de los cercos; 7) Margen posterior del abdomen con espinas redondeadas (LUGO-ORTIZ & MCCAFFERTY, 1996).

**Material examinado.** 14 ninfas: Colón, Quebrada Tachoy (1º11'54.02''N 76º58'32.40"O). Fecha: 17-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Haplohyphes sp.

Género: *Haplohyphes* ALLEN, 1966: 566 (descripción original); DOMÍNGUEZ, 1984: 104; WIERSEMA & MCCAFFERTY, 2000: 343.

Comentarios. *Haplohyphes* es un género de la familia Leptohyphidae el cual posee pocas especies descritas, 6 hasta el momento (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006); en Colombia han sido registradas solamente dos especies: *Haplohyphes aquilonius*, Lugo-Ortiz y McCafferty además de *Haplohyphes mithras* Traver (ZÚÑIGA *et al.*, 2004; DIAS *et al.*, 2009), ambas especies registradas para las regiones Valle del Cauca y Nariño, la primera también ha sido reportada para Risaralda. Es importante mencionar que debido al estado muy inmaduro de la ninfa no fue posible determinar la especie. Además, el nuevo registro amplía la distribución del género en el sur del país.

**Diagnosis.** Los caracteres diagnósticos para la identificación de las ninfas del género son: 1) Cuerpo elongado; 2) Fémures anteriores con largas setas y con cortas espinas en el margen anterior; 3) Pterotecas posteriores presentes; 4) Branquia subtriangular con 2 cristas elevadas; 5) Formula branquial 4/5/4-5/4/2, lóbulos subtriangulares, 6) Fémur anterior con una hilera transversal de largas setas: 7) Fémur II y III con una hilera transversal de setas dorsales hasta la base; 8) Palpi maxilar pequeño, bisegmentado con seta apical; (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 1 ninfa: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Leptohyphes nigripennis Molineri y Zúñiga

L. nigripennis MOLINERI & ZÚÑIGA, 2006: 142 (descripción original); MOLINERI, 2010: 247.

**Comentarios.** Dicha especie fue descrita a partir de ninfas y adultos, se encuentra registrada exclusivamente para Colombia (MOLINERI & ZUÑIGA, 2006) y está distribuida en los departamentos de: Antioquia, Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca (DIAS *et al.*, 2009).

**Diagnosis.**1) Occipucio sin marcas, o con un patrón reticulado de marcas negruzcas, a veces reducido a un semicírculo; 2) Uñas tarsales con 3-4 dentículos marginales y 0-1 submarginal subapical 3) Pronoto sombreado de gris y con proyecciones laterales semicirculares; 4) 3-5 espinas en la fase dorsal del fémur mediano y posterior 5) Fémures con espinas sólo en el margen posterior insertadas sobre pequeñas bases elevadas. 6) Branquia del segmento abdominal V con pequeño lóbulo ventral 7) Primordios alares completamente negruzcos (MOLINERI & ZÚÑIGA 2006; MOLINERI, 2010).

**Material examinado.** 23 ninfas: Mocoa, Quebrada Sardina (1º08'37.72''N 76º38'39.48"O). Fecha: 22-09-07. Colectores: Bacca T, Dias L; 35 ninfas: Santiago, quebrada Quinchoa (1º08'33.09"N 77º00'00.08"O). Fecha: 11-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L; 28 ninfas: Sibundoy, quebrada Siquinchica (1º11'06.58"N 76º54'53.69"O). Fecha: 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### Tricorythodes sp. n.

Género: *Tricorythodes* ULMER, 1920a: 51(descripción original); NEEDHAM *et al.* 1935: 630; TRAVER, 1958: 501; ALLEN, 1967: 369; ALLEN & BRUSCA, 1973: 94; ALLEN 1977: 431; ALLEN & MURVOCH, 1987: 36; WIERSEMA & MCCAFFERTY, 2000: 353; MOLINERI. 2002: 305.

**Comentarios.** El género *Tricorythodes* Ulmer posee 19 especies distribuidas en Sur América (EMMERICH, 2007); en Colombia apenas 4 especies se encuentran registradas: *Tricorythodes trifasciatus* Molineri y Zúñiga, *Tricorythodes zunigae* Molineri, *Tricorythodes capuccinorum* Emmerich y *Tricorythodes uniandinus* Emmerich (DIAS *et al.*, 2009). Las ninfas colectadas en el presente trabajo corresponden a una nueva especie del género, en este momento su descripción está en preparación.

**Diagnosis**. Los principales caracteres taxonómicos de las ninfas del género son: 1) Pterotecas posteriores ausentes en ambos sexos; 2) Branquia opercular del segundo segmento abdominal, triangular, suboval o subcuadrangular con dos cristas dorsales; 3) Formula branquial 3/3/3/2, número de láminas reducidas en algunas especies; 4) Fémur anterior con una hilera transversal de largas setas; 5) Palpo maxilar reducido, con 3,2 1 segmento, generalmente con seta apical; 6) Labro con una emarginación antero mediana profunda y ancha; 7) Uñas tarsales con una hilera marginal de dentículos y 2 hileras submarginales cerca al ápice; 8) Proyección genal y frontal presente (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

**Material examinado.** 1 ninfa: Mocoa, río Putumayo ( $1^{\circ}07'27.84"N 76^{\circ}37'51.32"$ ). Fecha: 22-09-2007.Colectores: Bacca T, Dias L; 7 ninfas. Santiago, quebrada Quinchoa ( $1^{\circ}08'33.09"N 77'00'00.08"O$ ). Fecha: 11-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L; 28 ninfas: Sibundoy, quebrada Siquinchica ( $1^{\circ}11'06.58"N 76^{\circ}54'53.69"O$ ). Fecha: 04-09-2008.Colectores: Bacca T, Dias L.

# Familia Leptophlebiidae

#### Thraulodes spp.

Género: *Thraulodes* ULMER, 1920a: 33 (descripción original); ULMER, 1920b: 116; ULMER, 1921: 263; NEEDHAM & MURPHY, 1924: 40; ULMER, 1933: 203; TRAVER, 1935: 551; TRAVER, 1946: 428; DEMOULIN, 1955: 16; TRAVER, 1964: 33; TRAVER & EDMUNDS, 1967: 352; ALLEN & BRUSCA, 1978: 413; DOMÍNGUEZ, 1987: 47; DOMÍNGUEZ & SAVAGE, 1987: 207; DOMÍNGUEZ, HUBBARD & PESCADOR, 1994: 71.

**Comentarios.** *Thraulodes* Ulmer es probablemente uno de los más abundantes géneros de Ephemeroptera en Sur América, con aproximadamente 29 especies (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006). Actualmente, en Colombia se encuentran registradas tres especies: *Thraulodes colombiae* (Walker), *Thraulodes laetus* (Eaton) y *Thraulodes papiliones* Traver y Edmunds (DIAS *et al.*, 2009). Por ser uno de los géneros de la Familia cuya determinación taxonómica se basa en adultos, no se pudo realizar la identificación de las especies, debido a la falta de ejemplares en este estadio.

**Diagnosis.** Las principales características de las ninfas del género son: 1) Labro angulado, con margen anterior entero; 2) Mandíbulas angularmente curvadas con seta sobre la margen distal; 3) Submenton sin seta lateral; 4) Márgenes laterales del pronoto glabras; 5) Uña tarsal con dentículos de tamaño subigual creciendo de

tamaño apicalmente; 6) Branquias abdominales presentes en los segmentos I-VII; 7) Proyecciones posterolaterales en los segmentos abdominales III-IX (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006).

Material examinado. 23 ninfas: Mocoa, río Putumayo (1º07'27.84"N 76º37'51.32"O). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L; 5 ninfas: Mocoa, quebrada Sardina (1º08'37.72"N 76º38'39.48"O), Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L; 6 ninfas: Mocoa río Pepino (1º08'23.24"N 76º38'35.87"). Fecha: 22-09-2007. Colectores: Bacca T, Dias L; 4 ninfas: Santiago, quebrada Quinchoa (1º08'33.09"N 77º00'00.08"O). Fecha: 11-02-2008. Colectores: Bacca T, Dias L; 11 ninfas, Sibundoy, quebrada Siquinchica (1º11'06.58"N 76º54'53.69"O). Fecha: 04-09-2008. Colectores: Bacca T, Dias L.

#### **CONCLUSIONES**

En este estudio fueron documentadas para el departamento del Putumayo 8 especies de Ephemeroptera equivalentes al 11.94% de las especies registradas para Colombia (67 especies).

Los nueve géneros y ocho especies de Ephemeroptera registrados, además de la nueva especie reportada para Putumayo sugieren la necesidad de ampliar el número de muestreo en la región, ya que, lo que se conoce proviene de un pequeño esfuerzo de muestreo.

#### **AGRADECIMIENTOS:**

A las Universidades de Nariño y Caldas por la infraestructura para la realización de este trabajo. A Carlos Ríos de la Fundación Wildlife Conservation Society (WCS) – Programa Colombia, por la elaboración del mapa del área de estudio.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, R.K. 1966.- *Haplohyphes*, a new genus of Leptohyphidae (Ephemeroptera: Tricorythidae). *J. Kans. Entomol. Soc.*, 39: 565-568.
- ALLEN, R.K. 1967. New species of New World Leptohyphinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Can. Entomol. 99: 350-375.
- ALLEN, R.K. 1977. A new species of Tricorythodes with notes (Ephemeroptera: Tricorythidae). J. Kansas Entomol. Soc., 50(3): 431-435.
- ALLEN, R.K. & BRUSCA, R.C.1973.- New species of Leptohyphinae from Mexico and Central America (Ephemeroptera: Tricorythidae). *Can. Entomol.*, 105: 83-95.
- ALLEN, R.K. & BRUSCA, R.C. 1978.- Generic revisions of mayfly nymphs. II. *Thraulodes* in North and Central America (Leptophlebiidae). *Can. Entomol.*, Ottawa, 110: 413-433.
- ALLEN, R.K. & MURVOSH, C.D. 1987. Mayflies (Ephemeroptera: Tricorythidae) of southwestern United States and northern Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 80: 35-40.
- BARBER-JAMES, H.M.; GATTOLLIAT, J.L.; SARTORI, M & HUBBARD, M.D. 2008.- Global diversity of mayflies (Ephemeroptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 339-350.
- BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J.; GRIFFITH, G.E.; FRYDENBOURG, R.; MCCARRON, E.; WHITE, J.S. & BASTIAN, M. L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic Macroinvertebrates. J. N. Am. Benthol. Soc., 15: 185-211.
- BERNER, L. 1980.- II Ephemeroptera nymphs. P. Acad. Nat. Sci. Phila.,132: 176-217.
- CHACÓN, M.M.; PESCADOR, M.L. & SEGNINI, S., 2010.-The adult and redefinition of the genus *Prebaetodes* Lugo-Ortiz & McCafferty (Ephemeroptera: Baetidae), with description of a new species from Venezuela. *Aquat. Insect.*, 32(2): 143-157.

- DEMOULIN, G. 1955. Une mission biologique belge au Brésil. Éphéméroptères. Bull. Inst. R. Sci. Nat. Bel., 31(20): 1-32.
- DIAS, G.L.; ZÚÑIGA, M. del C. & BACCA, T. 2009. Estado actual del conocimiento del Orden Ephemeroptera en Colombia. Memorias XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Simposio sobre Invertebrados. Medellín. Colombia.
- DOMÍNGUEZ, E. 1984.- Dos especies nuevas del genero Haplohyphes Allen Ephemeroptera: Tricorythidae) de la Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 43: 103-112.
- DOMÍNGUEZ, E. 1987.- El género *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) en la República de Argentina. *Acta Zoologica Lilloana*, 39 (1): 47-65.
- DOMÍNGUEZ, E, HUBBARD, M. D. & PESCADOR, M. L. 1994.- Los Ephemeroptera en Argentina. Fauna de Agua Dulce de la República Argentina (Museo de La Plata; Vol. 33, Fasc. 1). pp. 142
- DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M.; HUBBARD, M. D. & NIETO, C. 2006.- Aquatic Biodiversity in Latin America. v.2: Ephemeroptera of South America.Pensoft, Sofia-Moscow.
- DOMÍNGUEZ, E. & SAVAGE, H.M. 1987. Two new species of Farrodes from continental South America with comments on the distribution of faunal components in Argentina (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). Stud. Neotrop. Fauna E., 22:43-52.
- DOMINIQUE, Y.; MATHURIAU, C. & THOMAS, A. ,2001.- Etude systématique du genre *Camelobaetidius* Demoulin, 1966 en Colombie (Ephemeroptera: Baetidae). *Bulletin Societe Histoire Neturelle*, 137: 17-32.
- EMMERICH, D.E. 2007.- Two new species of *Tricorythodes* Ulmer (Ephemeroptera: Leptohyphidae) from Colombia. *Zootaxa*, 1561: 63–68.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1996.- Phylogeny and classification of the *Baetodes* complex (Ephemeroptera: Baetidae), with description of a new genus. *J. N. Am Benthol. Soc.*, 15: 367-380.
- LUGO-ORTIZ, C.R. & McCAFFERTY, W.P. 1999. Three new genera of small minnow mayflies (Insecta: Ephemeroptera) from the Andes and Patagonia. *Stud. Neotrop. Fauna E.*, 34 (2): 88-104.
- MAYO, V.K. 1968.- Two new species of the genus *Baetodes* from Ecuador (Ephemeroptera: Baetidae). *Pan-Pac. Entomol.*, 44: 251-257.
- MAYO, V.K. 1973.- A new species of *Baetis* from Ecuador (Ephemeroptera: Baetidae). *Pan-Pac. Entomol.*, 49: 285-288.
- MOLINERI C. 2002.- Cladistic analysis of the South American species of *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Leptohyphidae) with the description of new species and stages. *Aquat. Insect.*, 24273-308.
- MOLINERI, C. & ZÚÑIGA, M. del C. 2006.- New Species of Leptohyphidae (Insecta: Ephemeroptera) from Colombia with evidence of reproductive time segregation. *Stud. Neotrop. Fauna E.*, 41(2): 139–151.
- MOLINERI, C. 2010.- Las especies de Leptohyphidae (Ephemeroptera) de las yungas de Argentina y Bolivia: diagnosis, distribución y claves. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 69 (3-4): 233-252.
- MORSE, J.C.; STARK, B.P.; McCAFFERTY, W.P. & TENNESEN, K. J. 1997.- Southern Appalachian and other southeastern streams at risk: implications for mayflies, dragonflies and damselflies, stoneflies, and caddisflies: 17-39. (en) BENZ, B.W. & COLLINS, D. E. (eds.) Aquatic fauna in peril: southeastern perspective: Special publication I. Southeastern Aquatic Research Institute, Lenz Design and Communications. Decatur.
- NAVÁS, L. 1922.- Insectos nuevos o poco conocidos. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (3)17:383-400.
- NEEDHAM, J.G. & MURPHY, H.E. 1924.- Neotropical mayflies. Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica 24 Entomological.
- NEEDHAM, J.G.; TRAVER, J.R. & HSU, Y-C. 1935.- The biology of mayflies, with a systematic account of North American species. N.Y. Ithaca. pp.759
- NIETO, C. 2004.- South American Baetidae (Ephemeroptera). A new generic synonymy. *Stud. Neotrop. Fauna E.*, 39 (2): 95-101.
- PESCADOR, M.L.; HUBBARD, M. D. & ZÚÑIGA, M. del C. 2001.-The status of the taxonomy of the mayfly (Ephemeroptera) fauna of South America: 37-42. (en) DOMÍNGUEZ, E. (Ed). *Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera*. Kluwer Academic/ Plenum, New York.
- RESH, V.H. &JACKSON, J. K. 1993.- Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates: 195-233. (en) ROSENBERG, D.M. &RESH, V.H (eds.) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates, Chapman & Hall, New York.
- SALINAS, L.G.; DIAS, L.G.; SALLES, F.F. & BACCA, T. 2011. Three new species of *Baetodes* Needham & Murphy (Ephemeroptera: Baetidae) from Colombia. *Zootaxa.*, 3110: 61–68.
- TRAVER, J. R. 1935.- Two new genera of North American Heptageniidae (Ephemerida). *Can. Entomol.*, 67:31-38.
- TRAVER, J.R. 1946.- Notes on Neotropical mayflies. Part I. Family Baetidae, subfamily Leptophlebiinae. *Rev. de Entomol.*, 17:418-436.
- TRAVER, J.R. 1958.- The subfamily Leptohyphinae (Ephemeroptera: Tricorythidae). Part I. *Annals of the Entomological Society of America*, 51(5):491-503.
- TRAVER, J.R. 1964.- A new species of *Thraulodes* from Uruguay (Ephemeroptera: Family Leptophlebiidae). *Revista de la Sociedad Uruguaya de Entomologia*, 6:33-37.
- TRAVER, J.R. & EDMUNDS, G.F.JR. 1967.- A revision of the genus *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, 5(8):349-395.
- ULMER, G. 1920a. Neue Ephemeropteren. Archiv für Naturgeschichte, 85(A): 1-80.

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 198 - 208

- ULMER, G. 1920b.- Ubersicht uber die Gattungen der Ephemeropeteren, nebst Bemerkungen uber einzelne Arten. Stettiner Entomologische Zeirung, 81: 97-144.
- ULMER, G. 1921.- Über einige Ephemeropteren-Typenälterer Autoren. Archiv für Naturgeschichte, 87A (6): 229-267.
- ULMER, G. 1933.- Aquatic insects of China. Article VI. Revised key to the genera of Ephemeroptera. *Peking Natural History Bulletin*, 7: 195-218, pl. 1-2.
- WALTZ, R.D. & McCAFFERTY, W.P., 1985. Moribaetis: A new genus of Neotropical Baetidae (Ephemeroptera). Proc. Entomol. Soc. Wash., 87: 239-251.
- WALTZ, R.D. & McCAFFERTY, W.P.,1987.- Revision of the genus *Cloeodes* Traver (Ephemeroptera: Baetidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 80: 191-207.
- WIERSEMA, N.A. & MCCAFFERTY, W.P. 2000. Generic revision of the North and Central American Leptophyphidae (Ephemeroptera: Pannota). *Transactions of the American Entomological Society*, 126: 337-371.
- ZÚÑIGA, M. del C.; MOLINERI, C. & DOMÍNGUEZ, E. 2004.-El orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia: 17-42. (en) FERNÁNDEZ, F.; ANDRADE, G. & Amat, G. (eds.) *Insectos de Colombia*, Vol. 3. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.

# ESTUDIO SOBRE EL GÉNERO *ANCYLURIS* HÜBNER 1819 EN COLOMBIA Y DESCRIPCIÓN DE NUEVOS TAXA (LEPIDÓPTERA: RIODINIDAE)\*

Luis Miguel Constantino<sup>1</sup>, Julián A. Salazar-E<sup>2</sup>, Gabriel Rodríguez<sup>3</sup>

#### Resumen

En este trabajo se hace una revisión de las especies y subespecies pertenecientes al género *Ancyluris* Hübner [1819] que se han registrado en Colombia. Se reporta un total de 11 especies para el país de las 15 que se conocen en toda la región neotropical, lo cual representa el 73.3 % de todas las especies conocidas. Se describen como nuevas: *Ancyluris inca caucaensis* n. spp. y *A. aulestes callaghani* n. ssp. Se presentan aspectos sobre su biología, hábitats y rangos de distribución basados en la captura de material depositado en algunas colecciones colombianas.

Palabras clave: Colombia, neotrópico, nuevas especies, subespecies, Ancyluris, registros.

# STUDY ON THE ANCYLURIS HUBNER 1819 GENUS IN COLOMBIA AND DESCRIPTION OF NEW TAXA (LEPIDÓPTERA: RIODINIDAE)

#### Abstract

A review of the species and subspecies belonging to the genus *Ancyluris* Hübner [1819] that have been registered in in Colombia is presented in this paper. A total of 11 species for Colombia are reported from which 15 species are known in the whole neotropical region, which represents 73.3 % of all known species. *Ancyluris inca caucaensis* n. spp.*and A. aulestes callaghani* n. ssp are described as new species. Aspects related to their biology, habitats and distribution ranges are included based on the capture of material deposited in some Colombian collections.

Key words: Colombia, Neotropics, new species, subespecies, Ancyluris, records.

#### INTRODUCCIÓN

ontinuando con la revisión de géneros de la familia Riodinidae que han sido registrados por los presentes autores en Colombia (SALAZAR & CONSTANTINO, 2000; SALAZAR, 2006; SALAZAR, CONSTANTINO & RODRÍGUEZ, 2008; SALAZAR, RODRÍGUEZ & CONSTANTINO 2009), esta nueva contribución estudia las especies de *Ancyluris* Hübner conocidas en nuestro país, basados en la revisión de literatura y material contenido en algunas colecciones entomológicas que hay en Colombia.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Museo Entomológico Marcial Benavides, Cenicafé. luismiguel.constantino@cafedecolombia.com

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> MHN Centro de Museos, Universidad de Caldas. julianadolfoster@hotmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Ingeominas, Medellín. gabrieldimera@yahoo.com

ool.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 209 - 235

El género Ancyluris es un grupo pequeño de mariposas de coloración llamativa con 15 especies descritas que habitan desde México, a través de Centro América y Sur América hasta el nordeste de Bolivia (CALLAGHAN & LAMAS, 2004), siendo la región amazónica donde se encuentra la mayor diversidad de especies. En este trabajo se reportan un total de 11 especies para Colombia del total de 15 que se conocen para toda la región neotropical, lo cual representa el 73.3 % de todas las especies conocidas en Sur y Centro América. En Colombia, por estar ubicada en la zona de transición entre Centro America y Suramérica, existe un intercambio de elementos faunísticos de Mesoamérica (región transandina) con elementos de Suramérica (región amazónica) dando origen a una profusión de subespecies fruto de la gran diversidad de regiones biogeográficas y centros de endemismo presentes en el país. Las tres cordilleras andinas han ayudado a mantener aisladas geográficamente las poblaciones en los valles interandinos originando con ello gran especiación. Este caso lo ilustra muy bien la especie A. inca Saunders, 1850, la cual presenta en Centro América una sola subespecie, la tiponominal A. inca,inca, mientras que en Colombia encontramos seis subespecies diferentes de A. inca, distribuidas en cada una de las regiones biogeográficas del país.

El género *Ancyluris* es considerado el grupo insignia de la familia Riodinidae y el más hermoso del mundo, por su extraordinaria coloración iridiscente en el reverso de las alas en los machos, no visto en ningún otro género de mariposas excepto en *Necyria*, otro grupo de mariposas recientemente estudiado para Colombia (SALAZAR, CONSTANTINO & RODRÍGUEZ, 2008). La iridiscencia en *Ancyluris* abarca toda la gama de colores azules y verdes metalizados, con puntos y manchas rojas en toda la parte ventral de ambas alas. El efecto óptico del reflejo de la coloración iridiscente en el género *Ancyluris* es producto de la arquitectura muy peculiar de las escamas de las alas que terminan abruptamente en multicapas que producen un amplio rango de reflejos en todos los colores, que se derivan del efecto combinado de la interferencia y la difracción de la luz dependiendo del ángulo de visualización que se tenga (VUKUSIC *et al.*, 2001).

Este efecto de iridiscencia estructural del color de las alas parece estar involucrado en los machos como un mecanismo complejo de señalización para marcar territorio y generar estímulo visual cuando la mariposa se encuentra posada, a diferencia del género *Morpho* donde la coloración estructural e iridiscencia del color azul de la cara dorsal de sus alas es usado como estímulo visual sólo durante el vuelo (VUKUSIC *et al.*, 2001)

Ancyluris se encuentra asociado a zonas de bosque húmedo tropical en buen estado de conservación, sus poblaciones ocurren en bajos números de individuos, razón por la cual es poco frecuente observarlas en campo, en particular las hembras que se consideran raras.

Un carácter particular que los diferencia de otros grupos de Riodinidae neotropicales, es el par de colas caudales en las alas posteriores; la iridiscencia en la cara ventral de ambas alas, y sobre fondos negros, rayas rojas, azules, blancas o amarillas en la cara dorsal de las alas.

Con respecto a los estados inmaduros y plantas huésped de *Ancyluris*, DE VRIES *et al.* (1992), DE VRIES (1997), JANZEN & HALLWACHS, (2008) indican especialmente a plantas de la familia Melastomataceae y Euphorbiaceae. Dichos autores citan para

Centro América a *Miconia argentea*, *M. elata* (Melastomataceae) para *Ancyluris inca* y *Hyeronima oblonga* (Euphorbiaceae) para *A. jurgensenii* en Costa Rica. En nuestro país el único registro que existe es el que presenta CONSTANTINO (1997b) para *A. inca huascar* sobre *Miconia argentea* (Melastomataceae) en la región del río Anchicayá, en el litoral pacífico vallecaucano. Las larvas de *Ancyluris* son de forma alargada y están cubiertas de mechones largos de setas laterales parecidas a las larvas de algunas polillas nocturnas de la familia *Lymantriidae*. Las larvas se alimentan en el envés de las hojas, causando orificios circulares sin destruir las venas cubriendo su cuerpo con residuos de las pubescencias de las hojas, lo cual las hace crípticas y difíciles de ver (DE VRIES 1997). Una ilustración preliminar de una pupa de *Ancyluris* aparece en STICHEL (1911: pl. 25).

#### BREVE RECUENTO HISTÓRICO Y SISTEMÁTICO

Ancyluris fue propuesto por Jacob Hübner en 1819 tomando como especie tipo a A. pyrete Hübner. Sin embargo, de acuerdo a CALLAGHAN & LAMAS (2004) el nombre A. pyrete es un sinónimo de A. meliboeus (Fabricius, 1776), por lo tanto, el nombre correcto para la especie tipo del género es A. meliboeus Fabricius (ver también a KIRBY, 1871: 303, HEMMING, 1967: 43). Anteriormente a la creación del género Ancyluris, dichas mariposas estaban incluidas en Erycina Fabricius, 1807, luego SAUNDERS (1869) fue el primero en agrupar las especies de Ancyluris dentro de dos géneros: Rodinia Westwood donde incluye a R. tedea Cramer, R. aulestes Cramer, R. jurgensenii W.W. Saunders, y R. periander Cramer creando el género Melibaea, donde incluye las especies M. atahualpa W.W. Saunders, M. montezuma WW. Saunders, M. huascar W.W. Saunders, M. inca W.W. Saunders, M. colubra W.W. Saunders, y M. etias W.W. Saunders, no obstante, el nombre Melibaea fue invalidado por pertenecer a un género de Moluscos (Forbes, 1838).

Posteriormente STICHEL (1910) hace una recopilación detallada de la familia Riodinidae en el fascículo 112 en la clásica obra Genera Insectorum editada por P. Wytsman e incluye al género *Ancyluris* en la tribu Ancyluridi y la separa en la subtribu: Ancylurini que incluye los géneros Lyropteryx Westwood, 1851, Necyria Westwood, 1851, Cyrenia Westwood, 1851, Ancyluris Hübner, 1819, Rhetus Swainson, 1829, Chorinea Gray, 1832, Syrmatia Hübner, 1819, Ithomeis Bates, 1862. Brachvalenis Felder. 1862. Monethe Westwood. 1851. Melanis Hübner. 1819. e Isapis entre otros. El mismo autor considera tres grupos en el género Ancyluris. Grupo I Meliboeiformes con A. meliboeus (Fabricius, 1776), A. miniola (H.W. Bates, 1868), A. rubrofilum Stichel, 1909, A. etias (Saunders, 1859) A. melior Stichel, 1910, A. paramba D'Abrera, 1994, A. paetula Stichel, 1916, A. tedea (Cramer, 1777), A. aulestes (Cramer, 1777), A. colubra (Saunders, 1859), y A. mira (Hewitson, 1874). Grupo II Aristodoriformes incluye a A. inca (Saunders, 1850), A. jurgensenii (Saunders, 1850), A. aristodorus (Morisse, 1838), A. formosissima (Hewitson, 1870). Y el grupo III Cacicoformes a A. pulchra (Hewitson, 1874), A. formosa (Hewitson, 1870), y A. miranda (Hewitson, 1874). Poco tiempo después, SEITZ (1917) simplifica este tratamiento obviando tales divisiones y figurando en 1924 una buena cantidad de taxa para la región.

HARVEY (1987) y DE VRIES (1997) incluyen al género *Ancyluris* en la tribu Riodinini Grote, 1895, la cual separan en dos grupos: *Ancyluris* y *Riodina*. El grupo *Ancyluris* lo conforman los géneros *Lyropteryx* Westwood, 1851, *Necyria* Westwood, 1851,

*Cyrenia* Westwood, 1851, *Ancyluris* Hübner1819, *Rhetus* Swainson, 1829, *Chorinea* Gray, 1832, y *Syrmatia* Hübner, 1819.

Además del catálogo sistemático de BRIDGES (1994), en el más reciente trabajo publicado por CALLAGHAN & LAMAS (2004) proponen numerosas sinonimias que han ayudado a aclarar el estatus de muchas especies hasta ahora conocidas, considerando a *A. pulchra*, *A. formosa y A. miranda* como subespecies de *A. inca*, por lo tanto, el grupo cacicoformes lo fusionan al de los aristodoriformes. Esta reagrupación se basa en los caracteres morfológicos y patrón de coloración que presentan las hembras de *A. formosa*, *A. miranda* y *A. pulchra* que son muy parecidos a los de *A. inca* con banda amarilla transversal en las alas anteriores y mancha azul en las alas posteriores.

## Listas regionales

Miembros de este género se han listado en inventarios regionales sobre mariposas colombianas, es el caso de Medina y Santa María (Cundinamarca, Boyacá), ríos Pato y Caguán (Caquetá), Serranía Churumbelos (Cauca-Caquetá), Villavicencio (Meta), localidades ubicadas en zonas del pie de monte este de la cordillera oriental (FAGUA, 1999a,b;; HUERTAS & ARIAS, 2000; SALAZAR *et al.*, 2003, ANDRADE *et al.*, 2007). En el río Garrapatas (Valle) y San José del Palmar (Chocó), lugares de piedemonte oeste de la cordillera occidental (NIELSEN *et al.*, 2001; SALAZAR & LÓPEZ, 2002); o bien, en áreas del centro del país, como el costado este de la cordillera central: Samaná y Norcasia, Caldas (VARGAS & HENAO, 2004). SALAZAR (1995) citó varios taxa como de ocurrencia en zonas montañosas de piedemonte este del Putumayo al igual que ANDRADE (2002), al registrar otras especies cuya distribución es a veces dudosa y se aclarará en este estudio. CALLAGHAN (1985) registró preliminarmente 10 especies distribuidas en varias regiones zoogeográficas de Colombia y en Panamá, tal cifra al presente se eleva a 18 taxones reconocidos.

#### Hábitos

Las especies de Ancyluris en Colombia habitan en zonas bajas de bosque muy húmedo tropical desde el nivel del mar hasta 1500 m en la costa Pacífica, el Magdalena medio, el piedemonte oriental de la cordillera Oriental y la Amazonía. Una excepción lo constituye A. inca caucaensis ssp. nov., habitante de zonas de bosque seco tropical en la cuenca baja del río Cauca en el departamento de Antioquia. Los adultos de Ancyluris vuelan en horas de la mañana como individuos solitarios en claros de bosque, a orillas de ríos y caminos. Los machos son muy territoriales y se posan sobre el envés de las hojas en cumbres de colinas y árboles ubicándose sobre las ramas más sobresalientes donde al divisar otros insectos que pasan a lo largo de las quebradas o claros del bosque, los persiguen de manera frenética para luego regresar a la misma rama de nuevo. Al medio día los machos bajan a libar estiércol y sales minerales en las playas y charcos de agua en caminos y playas de quebradas, tal como sucede con Ancyluris aulestes (Cramer, 1777) y A. meliboeus (Fabricius, 1776) en un sector oriental del departamento de Boyacá (ANDRADE et al., 2007). Las hembras por el contrario vuelan del medio día hasta las 2:00 p.m. en días soleados a lo largo de bordes de caminos y quebradas en busca de sitios para ovopositar, aunque son más escasas y raras de ver. DE VRIES (1997) cita como fuente de néctar para los adultos a inflorescencias de *Lantana*, Cordia, Croton, Mikania, Alibertia y varias asteraceas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió material de *Ancyluris* procedente de 15 departamentos y depositado en 10 colecciones nacionales cuyos acrónimos son como sigue:

IiAvH: Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt (col. E.W. Schmidt-Mumm, en parte). Villa de Levva. Bovacá

ICN-MHN: Instituto de Ciencia Naturales- Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

MNH-UC: Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Julián Salazar, Manizales

CGR: Colección Germán Ramírez, San José del Guaviare, Guaviare

CCR: Colección Carlos Rodas, Amalfi, Antioquia CFC: Colección Familia Constantino, Cali, Valle

CJFL: Colección Jean Francois Lecrom, Bogotá (en parte) CJIV: Colección José I. Vargas, Barranquilla, Atlántico

CEH: Colección Efraín Henao, Villamaría, Caldas

MEMB: Museo Entomológico Marcial Benavides, Cenicafé, Chinchiná, Caldas.

MUA: Museo Universidad de Antioquia, Medellín.

ME: Material Examinado

AA: Ala Anterior AP: Ala Posterior ♂: Sexo masculino ♀: Sexo femenino

En adición, un importante material fotográfico de especies fue comparado y consultado de galerías virtuales en internet procedente del Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt y el Instituto de Ciencias Naturales que ha sido de enorme utilidad para lograr un completo registro de las especies conocidas en Colombia. Buena parte del material seco de *Ancyluris* se dispone extendido en cajas entomológicas; se disectaron abdómenes para estudio genital de las entidades nuevas a describir. Para la disección de los abdómenes éstos se colocaron en una solución de hidróxido de sodio (KOH) al 10% durante 24 horas, posteriormente aclarados y visualizados bajo un estero-microscopio con cámara digital.

Información básica que facilitó el registro y conocimiento de las especies colombianas se obtuvo de GODMAN (1903), STICHEL (1909), SEITZ (1917, 1924), LEWIS (1975), CALLAGHAN (1985, 1999), D`ABRERA (1994), CALLAGHAN & LAMAS (2004) y LAMAS *et al.*, (1995). Para la terminología de las genitalias se siguió a HALL & HARVEY (2001). En las especies aquí tratadas se sigue el ordenamiento propuesto por CALLAGHAN & LAMAS (2004) y el de STICHEL (1910) en parte.

#### **RESULTADOS**

# A. Tratamiento de Especies y Subespecies

1. - Ancyluris inca (Saunders, 1850) (Pl 1, figs. 4, 5, 6) Trans. Ent. Soc. Lond. Vol 5. p 227.

La especie tiponominal fue descrita de México (CALLAGHAN & LAMAS, 2004) y presenta seis subespecies, de las cuales *A. inca inca* es conocida para Centro América

y el norte del Chocó. El macho presenta sobre su dorso una línea transversal delgada en el área medial de color naranja en las AA (en A. *inca huascar* es de color rojo). AP negras con una mancha azul iridiscente en el tornus y las colas caudales. La hembra presenta banda amarilla en las AA y mancha azul en las AP.

**Distribución:** un registro preliminar para Colombia de esta subespecie centroamericana fue publicado por CALLAGHAN (1985). En Colombia está presente en el Urabá antioqueño, el norte del Chocó (serranía del Darién) en la frontera con Panamá; y en Magdalena medio, en zonas de bosque muy húmedo y pluvial tropical entre 0-200 m.s.n.m.

2. - Ancyluris inca huascar (Saunders, 1859) (Pl 1, figs. 1, 2, 3)-Trans. Ent. Soc. Lond. Vol 5. p. 96, 101.

Descrita del occidente de Colombia. El macho presenta sobre su dorso una línea transversal recta delgada, de color rojo intenso en el área medial en las AA y AP y una mancha azul iridiscente en el tornus y las colas caudales de las AP. La hembra presenta banda amarilla en las AA y mancha azul en las AP.

**Distribución:** en la Costa Pacífica de Colombia (Chocó biogeográfico) y en el Magdalena medio (oriente antioqueño) en zonas de bosque pluvial y muy húmedo tropical entre 100- 1200 msnm. Citada por STICHEL (1924: 144) para la zona de Muzo, Boyacá.

ME, COLOMBIA, **VALLE**: 1 °, El Danubio, antigua vía a Buenaventura, a 600 m, 3-VIII-1983, L.M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, Km 60, río Digua, antigua vía a Buenaventura, a 750 m, 1- XI- 1987, L.M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, río Raposo, a 150 m, 22-II- 1982, L. M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, río San Juan, El Queremal, Km 56, a 100 m, 25-VII- 1985, L.M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, río San Juan, El Queremal, Km 56, a 1100 m, 25-VII- 1985, L.M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, la misma localidad y colector, 10-VII-1983 (CFC), 2 °, río Tatabro, Bajo Anchicayá, a 150 m, 1- IX- 1985, 20-IV-1998, L. M. Constantino *leg.* (CFC), 1 °, río Sabaletas, antigua vía a Buenaventura, a 100 m, 20- IV- 1998, L. M. Constantino *leg.* (CFC). 1 °, Queremal-Km 55, a 1200 m., VII-1983, J. Salazar *leg.* (CJS), 1 °, la misma localidad, a 1200 m, 5-IV-1985, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 201). 1 °, El Dovio- Playa Rica, alto río Garrapatas, a 800 m, 4-X-1998, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 370, 371, 372). 1 °, 1 °, X-1998, J. Vargas *leg.* (CJIV).

**RISARALDA:** 3 & &, Bacorí-río San Juan, a 320 m., XII-1980, XII-1981, 4-X-1982, J. Salazar *leg.* (CJS), 2 & & Bacorí-río San Juan, a 450 m., XII-1981, 11-VI-1988, J. Vélez & J. Salazar *leg.* (MHN-UC 266, 275), 1&, Santa Cecilia, a 350 m., IV-1981, J. Salazar *leg.* (CJS).

**CHOCÓ**: 1°, 3°, San José del Palmar-río Abita, a 800 m, IV-2000, 4-VIII-2002, J. Salazar *leg*. (CJS). 3°, San José del Palmar- El Tabor, a 300 m., 31-IV-

leg. (MHN-UC 135),  $1\,^{\circ}$ , igual localidad-río Abita, a 800 m, 16-IV-2000, J. Salazar leg. (MHN-UC 373), 2  $^{\circ}$ ,  $1\,^{\circ}$  igual localidad, a 800 m, I, III-1999, J. Vargas leg. (CJIV), igual localidad, 4  $^{\circ}$  of, 14-V-1997, 10-X-1998, estudiantes leg (CIPC), 1  $^{\circ}$ , Carmen de Atrato – El Doce, 800m, VI-1983, G. Rodríguez leg. (CGR-293).  $1\,^{\circ}$ , Carmen de Atrato – El Doce, 800m, VII-1985, G. Rodríguez leg. (CGR-221)

**ANTIOQUIA**: 3 & &, San Bernardo de Farallones del Citará, 10,12-IV-2005, C. Sañudo *leg*, V. Agudelo *leg*. (MUA-10406, 10776, 10777, 10778), 1 & Puerto Triunfo, 9-VIII-2005, C. Sañudo *leg* (MUA-10706). 1 & 1 \, Porce, a 900 m, 10-VIII-2003, 03-X-1998G. Ramírez *leg*. (CGR-281); 1 &, igual localidad, a 850 m, 30-XII-1997, G. Ramírez *leg*. (CGR-37) (CGR-70); 1 &, San Luis, a 1000, 16-II-1997, G. Rodríguez *leg*. (CGR-78).

CALDAS: Victoria, a 450 m, 1 d, E. Schmidt-M leg. (IiAvH- 10731).

**3.-** Ancyluris inca cacica (C. Felder & R. Felder, 1865) (Pl 1, figs.7, 8, 9). Reise Novara. Vol. 2 (2), p. 290.

Descrita del oriente de Colombia. El macho presenta sobre su dorso una banda transversal delgada de color rojo fucsia en el área medial y submedial en las AA. Las AP presentan una línea roja pequeña vertical en el área media que se inicia desde el margen costal hasta la vena M<sub>2</sub>. Las colas caudales presentan una banda azul oscura iridiscente en forma vertical en el área medial que se extiende hasta la vena M<sub>2</sub>. Hembra desconocida, posiblemente sea parecida a la de *A. inca huascar*. FASSL (1915: 44) ilustró y describió brevemente del área de Monte Redondo (1200 m) una entidad llamada *A. sogamuxi* relacionándola con la subespecie *A. inca miranda* de Bolivia, pero una detenida comparación de su figura con las de *inca cacica* confirma la sinonimia de ese nombre con la presente subespecie (ver también a CALLAGHAN & LAMAS, 2004)

**Distribución:** Tal subespecie se distribuye en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental (piedemonte llanero) en el departamento de Cundinamarca, Meta, Caquetá, la bota caucana y posiblemente en el departamento del Putumayo (ver a CALLAGHAN, 1985).

ME, COLOMBIA, CAQUETÁ: 1 &, Belén de los Andaquíes, a 600 m, 10-X-2007, C. Sañudo & F. Muñoz *leg.* (MUA-11050), 1 &, carretera a Florencia–Santa Helena, a 800 m, IV-1992, G. Rodríguez *leg.* (CGR-526G).

NARIÑO: 1 &, Monopamba-oleoducto andino, a 1300 m, 6-III-1986, J. Salazar *leg.* (CJS).

CAUCA: bota caucana- río Villalobos, en la vía Pitalito, Mocoa, a 1350 m., 4-IV-1993, J. Salazar *leg.* (CJS).

4.- Ancyluris inca cacica f. zinna (Boisduval, 1870) (Pl 2, Fig. 10). Consid. Lepid. Guatemala p. 19.

Forma de *A. inca cacica* que se diferencia de la forma típica por la banda rojo fucsia de las AA más gruesa y recta. Lo mismo la banda roja en las AP es delgada.

**Distribución:** Sólo un registro actualizado de la vertiente este de la cordillera oriental en el departamento de Cundinamarca, en zonas de piedemonte de bosque

ME, COLOMBIA, **CUNDINAMARCA**: 1 °, Guayabetal-quebrada Chirajara, afluente del río Negro, en la vía Bogotá-Villavicencio, a 1300 m., 2-I-2004, J. Vargas *leg.* (CJIV).

**5.** - Ancyluris inca formosa (Hewitson, 1870) (Pl 2, fig. 11). Equat. Lepidoptera, pt. 4, p. 49; Exot. Butt., vol. 5 (4), t.2

Subespecie descrita del oriente de Ecuador, similar a A. inca pulchra (Hewitson, 1879) cuyo ejemplar tipo aparece ilustrado en D'ABRERA (1994). El macho presenta una banda de color rojo fucsia más ancha que en A. inca cacica en las AA y una banda submarginal de color azul clara iridiscente en las AP que se extiende desde el margen alar en las colas caudales hasta la vena  $M_2$ . Tiene un parecido con A. inca pulchra (Hew.) del oriente de Ecuador, aunque en A. inca formosa la banda azul de las AP son mucho mas anchas y sin puntos submarginales blancos. Hembra desconocida por nosotros.

**Distribución:** sólo un registro reciente de la vertiente este de la cordillera oriental en el departamento del Putumayo (ver también SALAZAR, 1995), aunque ya STICHEL (1924: 145) la había citado por sólo un ejemplar capturado en Mocoa pero bajo el nombre de *A. pulchra* (Hew.)

ME, COLOMBIA, **PUTUMAYO:** 1  $\checkmark$ , Mocoa, a 650 m, 28-XII-1985, L. Valdés *leg*. (MHN-UC 238)

6.- Ancyluris inca caucaensis n.spp., C. Rodríguez, G. Rodríguez & Constantino (Pl 2, figs. 14, 15, 16)

**Holotipo:** & COLOMBIA, **ANTIOQUIA:** Bolombolo, bajo río Cauca, a 800 m, G. Rodríguez *lea.* (CGR-79).

**Alotipo:** § COLOMBIA, **ANTIOQUIA:** Betania, bajo río Cauca, a 800 m, C. Rodas *leg.* (CCR).

**Diagnosis:** envergadura alar 21-22 mm. **Macho:** Anverso del AA con fondo de color negro y una raya roja angosta transversal en el área medial que atraviesa toda el ala desde el margen costal hasta el margen basal. En *A. inca huascar* la banda roja es más ancha, casi el doble, en comparación a la nueva subespecie. Anverso del AP con fondo de color negro y una línea delgada vertical de color rojo en el área medial que se origina del margen costal y se extiende hasta la vena Cu2. En *A. inca huascar* la banda roja del AP es más ancha. Colas caudales cortas y carecen de la mancha azul iridiscente que si está presente en *A. inca huascar*. Cara ventral de las AA con venación de color negro y fondo negro con iridiscencia azul verdosa en el área postmedial y postbasal. Presenta una mancha roja en el margen basal en el área medial. AP de color negro con iridiscencia azul verdosa en toda el área marginal y postmedial además de una banda azul iridiscente desde el área basal y submedial hasta la vena 2A. Presenta un punto circular de color rojo intenso ubicado en el torno entre la vena Cu2 y 2A al igual que una mancha blanca tenue en el margen alar del área medial.

Hembra: anverso del AA con fondo de color negro y una banda amarilla clara transversal ubicada en el área medial que se extiende desde el margen costal hasta la vena 1A+2A. Igualmente presenta una banda blanca tenue transversal ubicada en el área subapical. AP de color negro con una banda con tono amarillo claro vertical muy característica, que se extiende desde el margen costal hasta la vena 1A+2A y se fusiona con la pupila amarilla en el margen anal; adicionalmente presente una serie de 8 puntos blancos en el área postmedial. Exhibe un par de colas caudales aserradas color negro. Esta nueva subespecie no presenta la mancha azul en el torno de las AP visto en las hembras de *A. inca huascar y A. inca inca.* En general presenta el mismo patrón de coloración visto en la cara ventral de otras hembras de *A. inca,* pero en dicha subespecie lo que la caracteriza es que el patrón de la cara ventral se expresa en la cara dorsal. El reverso de ambas alas presenta el mismo patrón de coloración de la cara dorsal.

**Etimología:** su nombre etimológico hace alusión a la localidad tipo, el río Cauca en Colombia, donde se encuentra distribuida dicha subespecie.

**Discusión:** esta nueva subespecie vuela en zonas de bosque seco tropical, a diferencia de *A. inca huascar* que se encuentra en zonas de bosque muy húmedo tropical en la vertiente pacífica y el Magdalena medio en Colombia.

7. - Ancyluris paramba D'Abrera, 1994 (Pl 3, Fig. 17-20). Butt. Neotrop. Region. Vol 6. p. 948

Especie descrita del occidente de Colombia y Ecuador. El macho se reconoce por la banda roja del AA y la banda roja del AP en el área media que se extiende desde el margen costal hasta el torno con un leve doblez sin alcanzar el margen alar, carece de mancha azul en el torno alar. Colas caudales pequeñas. Cara ventral de las AA con venación de color negro y fondo negro con iridiscencia azul verdosa en el área postmedial como postbasal. Presenta una mancha roja en el margen basal del área medial. AP de color negro con iridiscencia azul verdosa en toda el área marginal y postmedial, además de una banda azul iridiscente desde el área basal y submedial hasta la celda discal. No ostenta el punto rojo en el torno de las alas como en *A. inca huascar*. La hembra presenta colas caudales mas largas y banda ancha de color rojo claro en las AA y AP, no obstante carece de la iridiscencia azul en la cara ventral. Igualmente fue ilustrada por D´ABRERA (1994: 948) pero confundiéndola con la de *A. inca huascar* (Sndrs.).

**Distribución:** en la vertiente pacífica (Chocó biogeográfico) en los departamentos de Chocó y Valle, zonas de bosque pluvial tropical desde el nivel del mar hasta 800 m. Local.

8.- Ancyluris formosissima (Hewitson, 1870) (Pl 3, Figs. 21, 22). Equat. Lepidoptera, pt 3. p. 49. Exot. Butt. Vol 5 (4) f. 2.

Descrita del oriente de Ecuador. Esta especie se caracteriza por presentar una banda ancha de color blanco en el área medial de las AA y AP. Área postmedial con una franja azul verdoso iridiscente. AP con una banda submarginal de color azul verdoso iridiscente y manchas rojas en el torno del ala. Las colas caudales son dentadas y aguzadas en su extremo apical. La cara ventral de las AP presenta una banda roja ancha característica en el área medial. La hembra es parecida al macho pero con las bandas blancas más anchas en ambas alas.

**Distribución:** según CALLAGHAN (1985) en el piedemonte este de la cordillera oriental en el departamento del Meta y Caquetá en zonas de bosque húmedo tropical entre 800-1200 m de altura. La citación altitudinal que da SEITZ (1917: 668) con un registro para el Perú-La Merced a 3000 m.s.n.m. debe verificarse pues el género *Ancyluris* habita casi exclusivamente regiones bajas de bosque húmedo tropical. Especie rara, y conocida por sólo tres ejemplares en el país.

ME, COLOMBIA, META:  $2 \, \text{G}$ , Cubarral, a 800 m, E. Schmidt-Mumm leg. (IiAvH-10717).

CAQUETÁ: 1 &, vía Altamira-Florencia, a 1200 m, J. F. LeCrom leg. (CJFL)

9.- Ancyluris jurgensenii atahualpa (Saunders, 1859) (Pl 3, figs. 23-25). Trans. Ent. Soc. London. Vol. 5. p. 96. f. 14.

Subespecie endémica del Magdalena medio en Colombia. AA con una línea roja vertical en el área medial y banda azul verdosa iridiscente en el área postmedial. AP con línea roja vertical en el área medial y una banda de tono azul claro iridiscente en el área sub-marginal. Colas caudales con mancha azul claro iridiscente. Hembra con una banda blanca ancha en el área medial de las AA y AP, además de una franja blanca delgada en el área postmedial. Mancha roja en el torno y margen anal, con colas caudales con iridiscencia azul oscuro.

**Distribución:** en zonas de bosque húmedo tropical del río Magdalena medio en el centro de Colombia entre 800-1200 m.s.n.m. (CALLAGHAN, 1985).

ME, COLOMBIA, **CALDAS:** 2  $\checkmark$ , río La Miel, a 800 m, 3-III-2002, L. M. Constantino *leg.* (CFC). 1 $\checkmark$ , Samaná río San Diego, a 800 m, 17-VII-2001, J. Vargas *leg.* (CJIV), Victoria, 1  $\checkmark$ , E. Schmidt-M leg. (IiAvH-10722), Samaná, 1 ?, E. Schmidt-M leg. (IiAvH-10726).

**BOYACÁ:** 1¢, Otanche, a 900 m, 2-II-1989. J. F. LeCrom *leg.* (CFC). 1¢, la misma localidad, a 800 m., E.W.Schmidt-M. *leg.* (CJS), 2 ¢¢, Muzo, quebrada Colorada, a 800 m, 25-IV-1982, IV-1984, J. Vélez *leg.* (CJS).

**TOLIMA:**  $1^{\circ}$ , Fresno a la Parroquia, 820 m., 28-VIII-1999, J. Salazar leg. (CJS),  $2^{\circ}$  &  $1^{\circ}$ , ibidem, a 400 m, 28-IX-2000, J. Salazar *leg.* (CJS).

ANTIOQUIA: 1°, Porce, a 800 m, 10-VIII-2003, G. Rodríguez leg. (CGR-71); 1°, sin localidad, G. Rodríguez leg. (CGR-148); 1°, Cocorná, a 1200 m, 1985, G. Rodríguez leg. (CGR-77). 1°, Puerto Triunfo, 10-VIII-2005, C. Sañudo leg. (MUA-10729)

10. - Ancyluris mira furia Stichel, 1925 (Pl 4, Figs. 26, 27). Beiträge zur Kenntnis der Riodinidenfauna Südamerikas. VI: 256-264

Descrita del oriente de Ecuador y Colombia. AA con una franja roja delgada transversal en el área submedial. AP con una franja roja vertical que se extiende hasta la vena Cu2. Mancha roja en el torno del AP ancha bien definida, que la caracteriza de las otras especies. Igualmente visible en la cara ventral. CV con iridiscencia azul bien difundida en ambas alas. De la hembra no se conocen datos.

**Distribución:** Alto río Napo en Ecuador y alto río Putumayo en el sur oriente de Colombia en el departamento de Putumayo (en la vertiente oriental de la cordillera oriental)

ME, COLOMBIA, **PUTUMAYO:** 1 °, Puerto Umbría, a 800 m, 10-IV- 1990, L.M. Constantino leg. (CFC)

11. - Ancyluris colubra (Saunders, 1859) (Pl 4, Fig. 28). Trans. Entomol. Soc. London Vol. 5. p. 86

Descrita de Brasil (Amazonas). Macho con patrón de color alar muy similar al de *A. mira furia*, pero con las líneas rojas más delgadas y la banda roja en el torno de las AP más pequeña. Colas caudales más cortas que en *A. mira*. Hembra: no se tienen registros.

**Distribución:** Amazonía, en Brasil y Colombia. Un sólo registro para Colombia en Nariño oriental, en la vertiente oriental de la cordillera oriental en los límites con el Putumayo. Otro ejemplar aparece figurado en VÉLEZ & SALAZAR (1991: 121) con el nombre de *A. mira* (Hew.). STICHEL (1924: 144) citó 3 de Mocoa, Putumayo.

ME, COLOMBIA, **CAQUETÁ**: Florencia, a 400 m, ♂, E .Schmidt-M. leg. (IiAvH-10718).

**NARIÑO:** 1  $\checkmark$ , Monopamba-oleoducto Andino, vertiente oriental, a 1200 m., 19-IX-1987, J. Vélez leg. (MHN-UC 304).

12.- Ancyluris etias (Saunders, 1859). (Pl 4, figs. 29,30). Trans. Entomol. Soc. London Vol 5. p. 96

La especie tiponominal fue descrita de Perú (CALLAGHAN & LAMAS 2004). Patrón de coloración alar similar a *A. colubra*, pero con las líneas rojas más angostas, y, la mancha roja en el torno de las AP reducida de tamaño. Colas caudales más largas que en *A. colubra*. Cara ventral con iridiscencia azul en ambas alas, además de una banda negra en el área medial de las AA y AP. AP con mancha roja con reflejo fucsia muy reducida, ubicada en el margen anal del área medial y otra mancha roja en el margen costal de las AA. La cara ventral no presenta la banda roja en las colas caudales como en *A. colubra* y *A. mira*. Hembra con colas caudales más largas y las líneas rojas más tenues con una línea adicional muy delgada como tenue de color, blancuzca en el margen alar y en el área postmedial de las AA.

**Distribución:** en zonas de bosque húmedo tropical en Amazonas, Putumayo y Meta.

ME, COLOMBIA, **AMAZONAS:** Puerto Nariño, río Loreto Yacu, 20-VI-1993, L.M. Constantino *leg.* (CFC).

bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 209 - 235

**META:** 1  $\, \, \sigma$ , Villavicencio, a 800 m, 12-XII-1993, L. M. Constantino *leg.* (CFC) 1  $\, \, \sigma$ , Villavicencio-Bavaria, a 450 m, 8-I-2004, J. Salazar *leg.* (CJS). 1  $\, \, ^{\circ}$ , vía a Villavicencio, a 800 m, 10-I-2001, G. Rodríguez *leg.* (CGR-392).

**PUTUMAYO:** 1  $\,^{\circ}$ , Mocoa-río Afán, a 530 m, XII-1992, J. Salazar leg. (CJS). 1  $\,^{\circ}$ , la misma localidad, a 800 m, 7-VIII-1993, L.M. Constantino leg. (CFC), 1  $\,^{\circ}$ , la misma localidad, a 480m, 7-I-1998, J. Salazar leg. (MHN-UC 375).

VAUPÉS: 2♂, Mitú, a 200 m, 10-VII-2010, G. Rodríguez leg. (CGR)

**13.** - *A. meliboeus eudaemon* **Stichel, 1910** (Pl 4, 5, Figs. 31, 32, 33). Berl. Ent. Zeitschr. Vol 55. p. 97

Cara dorsal de las AA y AP muy similares a *A. etias*, con línea roja delgada, pero en la cara ventral la iridiscencia azul es más reducida; mientras que el punto rojo en el margen anal es bien definido y circular, no oblicuo como en *A etias*.

**Distribución**: en el piedemonte oriental de la cordillera oriental desde el Meta hasta el Putumayo, incluido el Casanare. STICHEL (1924: 144) menciona un macho de Mocoa, Putumayo.

ME, COLOMBIA, META: 1 %, Villavicencio, a 400 m, 21-IX-2002, G. Rodríguez *leg.* (CGR-431), la misma localidad, bosque de Bavaria, a 450 m, 24-IX- 1989, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 381). 1 %, igual localidad, E. Schmidt-M leg. (IiAvH- 10750).

**CAQUETÁ**: 1 ♂, Antigua carretera a Florencia, a 1000 m, VII-1997, G. Ramírez *leg.* (CGR-72), la misma localidad, bosque de Bavaria, a 800 m, 10- XII-1993.

**CASANARE:** 1 °, Pajarito, a 1000 m, 31-XII-1998, G. Ramírez *leg.* (CGR-285).

**PUTUMAYO:** 2  $\checkmark$ , Mocoa-Ponchayaco, a 520 m, 8-III-1986, J. Salazar *leg.* (CJS). 1  $\checkmark$ , Mocoa, a 600 m, 28-XII-1985, L. Valdés *leg.* (MHN-UC 219). 1  $\checkmark$ , la misma localidad, 7-I-1998, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 374).

CAUCA: 1 &, río Villalobos, a 1300 m., 4-I-2009, J. Salazar leg. (MHN-UC 378).

14.- A. meliboeus meliboeus (Fabricius, 1776) (Pl 5, Figs. 34-36). Gen. Ins. P. 271.

Similar a *A. meliboeus eudaemon*, pero con las líneas rojas más anchas y mejor definidas.

**Distribución:** en toda la Amazonía principalmente en zonas bajas de bosque húmedo tropical. Fue citada previamente por APOLINAR (1915).

ME, COLOMBIA, CAUCA:  $1\, \footnote{\circ}$ , bota caucana, río Mandiyaco, afluente del río Caquetá, a 800 m, 20-IX-1990, L.M. Constantino leg. (CFC),  $2\, \footnote{\circ}$ , río Villalobos, a 1300 m, 6,7-I-2009, J. Salazar leg. (CJS).  $1\, \footnote{\circ}$ , Bota Caucana, río Villalobos, a 1300 m, 4-I-2009, J. Salazar leg. (MHN-UC 377).

META: 1°, Hda la Orquidea-río Negro, a 900 m., °, 1-I-1981, E-W.Schmidt-M. *leg.* (MHN-UC 131), 1°, Hda Quisqueya-Restrepo, III-1982, D. Uribe *leg.* (CJS), 1°,

Villavicencio-Bavaria, a 450 m, 10-I-2004, J. Salazar leg. (CJS), 2 of & 1 %, Cubarral, a 400 m, 24-VIII-1989, J. Salazar leg. (CJS). 1 of, Serranía de la Macarena, a 600 m, 4-IV-1992, S. Constantino leg. (CFC).

**PUTUMAYO:** 1 °, Mocoa-Ponchayaco, a 530 m, 2 ♀♀, 10-III-1986, J. Salazar *leg.* (CJS). 1 °, Mocoa, río Afán, a 530 m, 10-III-1993, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 379).

AMAZONAS: 1¢, río Amacayacu, 100 m, 3-XII-1992, L.M. Constantino leg. (CFC). 1¢, Leticia-caño Yaguacaca, a 150 m., 31-XII-1982, J. Salazar *leg.* (MHN-UC028). 1¢, La Pedrera, Bajo rio Caquetá, a 200 m, cerro yupati, 12-I-1985, E. Constantino *leg.* (CFC). 1¢, Araracuara, río Caquetá, a 100 m, 6-VIII-1986, E. Constantino *leg.* (CFC)

CAQUETA: 1%, río Yari, a 200 m, 10-VIII-1986, E. Constantino leg. (CFC)

CUNDINAMARCA: 19, Medina-Guichiral, a 450 m., II-1992, J. Salazar leg. (MHN-UC).

**VAUPÉS**; 2 , Mitú, a 200 m, 05-05-2010, G. Rodríguez *leg.* (CGR, 720)

15. - Ancyluris tedea (Cramer, 1777) (Pl 5, Fig. 40). Papillons Exots. 2.

Macho parecido al de *A. meliboeus eudaemon, aunque* más pequeño en tamaño y con las líneas rojas sobre las alas delgadas. Reverso alar como en la subespecie mencionada. La hembra de tal especie es atípica dentro del género, pues la banda medial del anverso del AA es blanco amarillenta disponiéndose más arqueada y postdiscal, a diferencia de las hembras de otras especies (vgr. *A. aulestes jocularis, A. meliboeus eudaemon*) cuyas bandas son más rectilíneas y centradas. El AP tiene dispuestas dos bandas del mismo color; una en forma de L medial, y otra horizontal, sobre la prolongación caudal de cada ala.

**Distribución**: zonas de bosque húmedo tropical del Amazonas y la vertiente este de la cordillera oriental (CALLAGHAN, 1985; D´ABRERA, 1994). Especie local.

ME, COLOMBIA, META: 19, San Juan de Arama, E.W.Schmidt-M. leg. (IiAvH-10745).

**16.-** *Ancyluris aulestes jocularis* **Stichel, 1909** (Pl 5, Figs. 37-39). Berl. ent. Zeitschr Vol. 54 (1/2): (1-48),

Macho similar a *A. meliboeus*, pero con las líneas rojas de la cara dorsal más anchas, además de colas caudales más largas. La cara ventral con una banda horizontal roja pequeña en el torno del AP (en *A. meliboeus* es un punto circular). Hembra con alas de color negro con una banda blanca en las AA y AP en el área medial como una más tenue y delgada en el área postmedial de las AA y AP, con una banda roja oblicua en las colas caudales. En apariencia general se parece mucho a una hembra de *Rethus periander* (Cramer, 1777).

**Distribución:** en bosques húmedos de la Amazonía y el piedemonte oriental de la cordillera oriental.

ME, COLOMBIA, **AMAZONAS:** 1  $\[ \circ \]$ , Puerto Nariño, a 100 m, 20-VI-1992, L.M. Constantino  $\[ leg. \]$  (CFC).

**PUTUMAYO:**  $1 \, \checkmark$ , río Afán, serranía de los Churumbelos, a 800 m, 7-VIII-1993, L.M. Constantino *leg.* (CFC),  $1 \, \checkmark$ , Mocoa-río Afán, a 650 m.  $1 \, \checkmark$ , 6-I-2009, J. Salazar *leg.* (CJS).

**CAQUETÁ:** 1  $\checkmark$ , antigua vía a Florencia, a 1000 m,  $\checkmark$ , 08-VIII-1996, G. Rodríguez *leg.* (CGR- 80).

META:  $1^\circ$ , Vía Bogotá-Villavicencio, a 800 m, 11-X-2003, G. Ramírez leg. (CGR-511),  $1^\circ$ , Remolinos, a 700 m, 01-1999, J.F. Le Crom leg. (CGR- 305).  $1^\circ$ ,  $2^\circ$ , río Guatiquia, Villavicencio, a 800 m, 7-VIII-1987, L.M. Constantino leg. (CFC).  $2^\circ$  &  $2^\circ$ , Villavicencio-bosque de Bavaria, a 450 m, 21-XI-2009, 24-XI-2002, 8-I-2004, J. Salazar leg. (CJS),  $1^\circ$ , Villavicencio-Bavaria, a 450 m., 9-IX-1989, J. Salazar leg. (MHN-UC 368)  $1^\circ$  río Ocoa-Km 6, 2-IV-1999, J. Salazar leg. (CJS).  $1^\circ$ , Villavicencio-Bavaria, a 450 m., 10-I-2004, J. Vargas leg. (CJIV),  $1^\circ$ , San Juan de Arama, E. Schmidt-M leg. (liAvH-10740).  $1^\circ$ , Villavicencio, E.W.Schmidt-M.leg. (liAvH-10742).

CUNDINAMARCA: 1 &, Medina-Guichiral, II-1992, J. Salazar leg. (CJS)

17.- Ancyluris aulestes micans Stichel, 1924 n. stat. (Pl 6, Figs. 43,44). Deutsche entomologische Zeitschrift 1924 (5): 409-424

Macho similar a *A. aulestes jocularis*, pero con las líneas rojas dorsales del área medial de las AA y AP muy delgadas y finas. Colas caudales con una mancha roja en el tornus en forma de "V". Cara ventral con iridiscencia azul-verdoso en las AA con la banda negra vertical del área medial muy tenue, casi vestigial además de una banda negra basal en el área media con una pequeña mancha roja en el centro. AP con iridiscencia azul-verdosa en el área postbasal y marginal y una banda negra vertical en el área medial y en el margen anal hasta la base del ala. Tornus alar con una banda roja horizontal delgada

**Distribución:** en los llanos de Casanare, pie de monte este de la cordillera oriental.

ME, COLOMBIA, **CASANARE:** Pajarito, a 900 m, &, 31-XII-1998, G. Rodríguez *leg.* (CGR-284).

**Discusión:** esta subespecie aparece sinonimizada en CALLAGHAN & LAMAS (2004) con *A. aulestes jocularis* Stichel, 1909, sin embargo, las líneas rojas de la cara dorsal son mucho más delgadas en *A. aulestes micans*, por lo cual, es fácil separar estas dos poblaciones con base en su morfotipo, para lo cual se considera necesario restituir de nuevo el nombre antiguo de *A. jocularis micans* descrita por Stichel en 1924.

18.- Ancyluris aulestes callaghani n. spp., Lamas, Constantino & Salazar (Pl 6, Figs. 45-48)

**Holotipo:** ♂ COLOMBIA, **META:** Villavicencio, reserva forestal Bavaria, a 600 m, 20-VIII-1990, L.M. Constantino *leg.* (CFC).

**Alotipo:** \$\pi\$ COLOMBIA, **PUTUMAYO:** Mocoa-Ponchayaco, 450 m, 8-III-1986, J. Salazar *leg.* (CJS).

**Paratipos:** COLOMBIA, **META:** 3 ♂ ♂, Villavicencio, reserva forestal de Bavaria, a 800 m, 30-IV-1989, L.M. Constantino *leg.* (CFC); serranía de la Macarena, Curia, a

450 m, 20-VII- 1991, S. Constantino *leg.* (CFC); 2 of of, Villavicencio-Bavaria, a 420 m, 8-I-2004, 7-XII-2009, J. Salazar *leg.* (CJS). 1 of, Villavicencio, a 800 m, III- 1- 2003, G. Rodríguez *leg.* (CGR-469); 1 of, Pipiral-río Negro, a 600 m, I-2003, J. Vargas *leg.* (CJIV).

**CUNDINAMARCA:** 1¢, Medina-Guichiral, a 450 m, II-1992, J. Salazar *leg.* (MHN-UC 376).

**Diagnosis:** Macho; envergadura alar 21-22 mm. Cara dorsal de color negro, AA con una línea roja delgada interrumpida en la mitad del área medial, (en *A. aulestes micans*, la línea roja es continua). AP dorsales de color negro con una línea roja delgada en el área medial muy delgada y fina. Colas caudales con una banda roja en el tornus en forma de "V". Cara ventral con iridiscencia azul-verdoso en las AA con la banda negra vertical del área medial bien definida, (casi vestigial en *A. aulestes micans*) y una banda negra basal en el área media con una mancha roja grande en el centro. AP con iridiscencia azul-verdosa en el área postbasal, marginal, además de una banda negra vertical en el área medial y en el margen anal hasta la base del ala. Tornus alar con una banda roja horizontal delgada recurvada en su extremo.

Hembra; envergadura alar 22-23 mm. Cara dorsal con fondo de color negro, AA con una línea blanca tenue delgada en el área postmedial que se extiende desde el margen costal hasta el tornus alar. Línea roja delgada en el área medial que atraviesa toda el ala. AP con una línea roja vertical en el área medial. Colas caudales con una banda roja vertical en el tornus alar. Cara ventral de ambas alas similares en patrón a la cara dorsal, pero con las líneas rojas más anchas.

**Etimología:** esta nueva subespecie está dedicada a Curtis Callaghan, especialista en la familia Riodinidae, quien primero llamó la atención sobre la existencia de esta nueva subespecie, ver (CALLAGHAN & LAMAS, 2004).

**Distribución:** restringida en el piedemonte oriental de la cordillera oriental en Colombia, en los departamentos de Meta, Cundinamarca y Putumayo, también en la serranía de La Macarena, en el Meta, en un rango actitudinal de 400-800 m. APOLINAR (1915) la citó como *A. rubrofilum*.

**Discusión:** según CALLAGHAN & LAMAS (2004) anteriormente tenida como *A. aulestes jocularis* ab. *rubrolineata* Lathy, 1932 y parecida a *A. rubrofilum* Stichel, 1909 de Bolivia.

#### **AGRADECIMIENTOS**

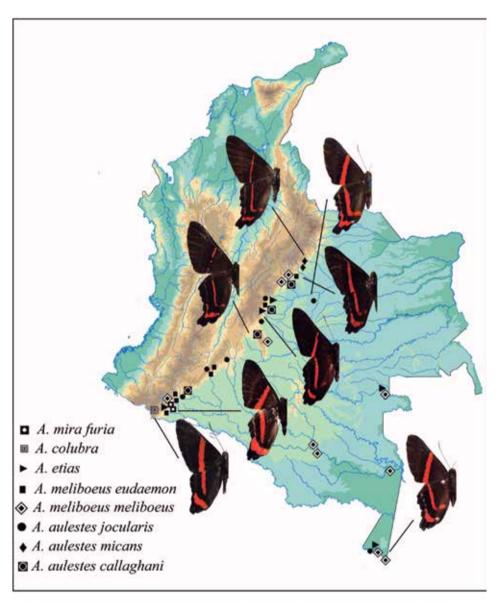
Los autores agradecen la valiosa ayuda de Curtis Callaghan, Bogotá, por su ayuda en la identificación de las especies aquí tratadas; por sus comentarios al manuscrito. A Gerardo Lamas, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, por sus observaciones. Al Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt, Villa de Leyva y al personal a cargo de la colección E.W. Schmidt-Mumm. A Daniel Janzen (Universidad de Pensilvania, USA) por las fotos de larvas. A Gill Carter y Lars Andersen por las fotos de adultos en vivo. A José I. Vargas (Barranquilla), Carlos Rodríguez, Carlos Rodas, Emilio Constantino (Cali) y Sandra Constantino (Universidad Javeriana, Bogotá) por los datos y colaboración en la captura de algunos especímenes. A Gregory Nielsen por la revisión de textos.

#### BIBLIOGRAFÍA

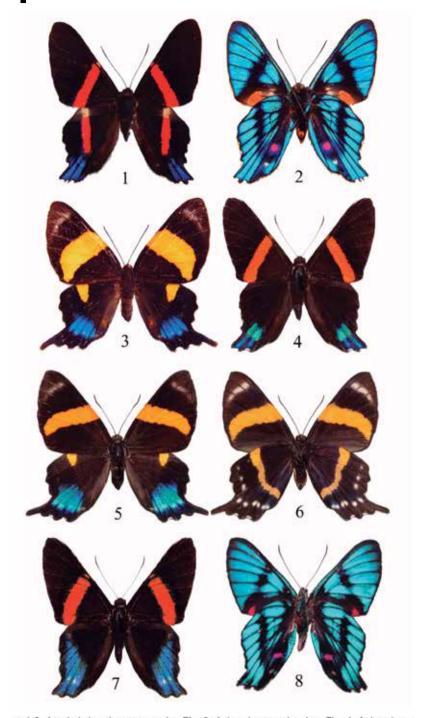
- ANDRADE, M. G.- 2002.- Biodiversidad de las Mariposas (Lep. Rhop.) de Colombia (in) COSTA, C. et al., Provecto de Red de Bioaeoarafía y Entomologia sistemática, PrIBES, 2: 170. SEA, CYTED. Zaragoza, España. -------, CAMPOS-SALAZAR, L., GONZALEZ, L. & PULIDO, H., 2007.- Santa Maria Mariposas alas y color, Guia de campo: 106-133. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- APOLINAR, M. 1915.- Insectos. Bol. Soc. Inst..La Salle, 3 (9): 136-139.
- BRIDGES, CH.1994.- Catalogue of the Family-Group, Genus-Group and Species Group- names of the Riodinidae and Lycaenidae of the world, IX. 118, 32: publ. author, Urbana, Illinois
- CALLAGHAN, C.J. 1985. Notes on the Zoogeographic Distribution of butterflies of the subfamily Riodininae in Colombia. J. Res. Lepid., Suppl. 1: 51-69.
- CONSTANTINO, L. M. 1997.- Lepidópteros diurnos del Chocó Biogeográfico: Diversidad, alternativas productivas sostenibles y estrategias de conservación. XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Pereira, Julio 16-18 de 1997. Memorias: 47-74.
- CONSTANTINO, L. M. 1997b. Conocimiento de los ciclos de vida y plantas hospederas de lepidópteros diurnos de Colombia como estrategia para el manejo, uso y conservación de poblaciones silvestres. Memorias Aconteceres Entomológicos GEUN, Grupo de Entomología, Universidad Nacional de Medellín y SOCOLEN Sociedad Colombiana de Entomología. comité de Antioquia. 1: 57-89.
- D´ABRERA, B. 1994.- Genus Ancyluris Hübner, 1811 (in) Butterflies of the Neotropical Region, Riodinidae, 6: 944- 950, Hill House, Victoria.
- DE VRIES, P.J. 1997.- The Butterflies of Costa Rica and their Natural History, II. Riodinidae: 150-152, pls. 7-8, Princeton University Press.
- \_\_\_\_\_\_, CHACÓN, I. & MURRAY, D. 1992.- Toward a better understanding of host use and biodiversity in riodinid butterflies (Lepidoptera). *J. Res. Lepid.*, 31 (1-2): 103-126.
- FAGUA, G. 1999.- Variación de mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia) (en) AMAT G. *et al. Insectos de Colombia*, II: 317-362. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis. & Nat. col. Jorge Álvarez Lleras 13.
- \_\_\_\_\_, AMARILLO, A. & ANDRADE, M.G.1999.- Mariposas
- (Lep) como bioindicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá). (en) AMAT G. et al., Insectos de Colombia, II: 285-315. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis. & Nat. col. Jorge Álvarez Lleras 13.
- FASSL, A.H. 1915. Tropische Reisen, VII Ost-Columbien und die Llanos. *Ent. Rundschau*, 32 (8): 43-45.
- GODMAN, F.D. 1903.- xxiv. Notes on some Central and South American Erycinidae with descriptions of new species. *Trans. Ent. Soc. London*, 4: 535-536, pls., 21, fig.5.
- HARVEY, D.J. 1987.- The higher classification of the Riodinidae (Lepidoptera). Ph. D. diss., University of Texas, Austin
- HEMMING, F. 1967.- The Generic Names of the Butterflies and their Type species (Lep. Rhop.): 43. *Bull. Brit. Mus. (N.H.).* Suppl. 9. London.
- HEWITSON, W. CH.  $187\hat{0}$ . Illustrations of new species of exotic butterflies, 5: Erycinidae-Anteros, John Van Vorst, London.
- HUERTAS, B. & ARIAS, J. 2000.- Mariposas colectadas por la expedición Colombia ´98 a la Serranía de los Churumbelos, Cauca. Distribución altitudinal y diversidad de especies (Lep. Rhop. Papilionoidea): pp 62. + figs.
- JANZEN, D.H., & HALLWACHS, W. 2008.- Philosophy, navigation and use of a dynamic database (ACG Caterpillars SRNP) for an inventory of the macrocaterpillar fauna, and its food plants and parasitoids, of the Area de Conservación Guanacaste (ACG), northwestern Costa Rica. authors. Desde http://janzen. sas.upenn.edu. [World Wide Web]
- LEWIS, H.L., 1975.- Las Mariposas del Mundo: p. 238 Omega, Barcelona
- KIRBY, W.F. 1871.- A Synonymic Catalogue of Diurnal Lepidoptera: 303. John von Voorst, 1. Paternoster row, London.
- NIELSEN, G., SALAZAR, J.A. & VARGAS, J.I. 2001.- Reconocimiento de Rhopalocera en algunas taxocenosis de Lepidópteros chocoanos y amazónicos. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 5: 93-109.
- REBILLARD, P. 1958.- Contribution a la connaissance des Riodinidae sud-Americains. *Mem., Mus. Nat. Hist. Nat. serie A, zool.*, 15 (2): 135-216.
- SALAZAR, J. A. 1995.- Lista preliminar de las mariposas diurnas (Lep. Rhop.) que habitan el departamento del Putumayo. Notas sobre la distribución en la zona Andina. *Colombia Amazónica*, 8 (1): 11-6
- \_\_\_\_\_\_. 2006.- An Annotated Checklist of Colombian *Euselasia* Hûbner (1819) (Lep. Riodinidae). *Lambillionea*, 106 (4): 641-651.
- \_\_\_\_\_\_, CONSTANTINO, L. M. & RODRÍGUEZ, G. 2008.- Estudios sobre el género *Necyria* Westwood, 1851 en Colombia (Lep. Riod.). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 12: 217-237.

- \_\_\_\_\_\_\_, RODRÍGUEZ, G., & CONSTANTINO, L. M. 2009.- Contribución al conocimiento del género Mesosemia Hübner [1819] y descripción de nuevos taxa (Lep. Riod.). Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 13 (2): 174-240.
- \_\_\_\_\_\_,GIRALDO, M. & VARGAS, J.I. 2003.- Más observaciones sobre la concentración de mariposas en cumbres de cerros colombianos y especies residentes en el bosque de Bavaria (Villavicencio, Meta), su distribución y trofismo. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U de Caldas*, 7: 255-317.
- \_\_\_\_\_\_\_, & LOPEZ, C.L. 2002.- Predicting the overall butterfly richness in a tropical montane rain forest in Chocó. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 6: 111-145.
- SAUNDERS, W.W. 1869.- On the genus *Erycina*, Linnaeus, with descriptions of some new species. *Trans. Entomol. Soc. Lond.* (II) 5: 94-110.
- SMART, P. 1976.- Encyclopédie des Papillons: 178-179. Elsevier Séquoia, París, Bruxelles.
- SEITZ, A. 1917-1924 (Editor) 60. Gattung *Ancyluris* Hbn (in) *Die Gross-Schmetterlinge der Erde*, 5 (1917): 686-687, 5 (1924, pls): 133. Alfred Kernen, Stuttgart.
- STICHEL, H. 1909.- Vorarbeiten zu einer Revision der Riodinidae Grote (Erycinidae Swn.). II. *Berl. Ent. Zeitschrift*, 54: 35-40.
- \_\_\_\_\_\_. 1910.- Lepidoptera: Rhopalocera. Family Riodinidae. In Genera Insectorum, P. Wytsman (ed.): Fasc. 112: 1-238.
- \_\_\_\_\_,1911.- ibidem., Fasc. 112b: 366-452. pl. 25
- \_\_\_\_\_\_ 1924.- Beiträge zur kenntnis der Riodiniden fauna Sudamerikas (Lep.) II. Kolumbien. *Dt. Ent. Zeitschrift* (II): 137-151.
- STICHEL, H. 1926.- Beiträge zur kenntnis der Riodiniden fauna Sudamerikas (Lep.) IX. South-Kolumbien. Dt. Ent. Zeitschrift, (II): 81-90.
- VARGAS, J.I. & HENAO, E. R. 2004.- Muestreo preliminar de mariposas (Lep. Rhop.) del Municipio de Samaná, Caldas. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 8: 329-351.
- VÉLEZ, J. & SALAZAR, J. 1991.- Mariposas de Colombia: 121. Villegas Eds., Bogotá.
- VUKUSIC, P., SAMBLES, J.R., LAWRENCE, C.R., & WOOTTON, R.J. 2001. Limited-view iridescence in the butterfly *Ancyluris meliboeus. Proceedings of the Royal Society of London*, 269: 7-14.

Mapa 1. Distribución de Ancyluris (grupo Cacicoeiformes) en Colombia mostrando las localidades de colecta.



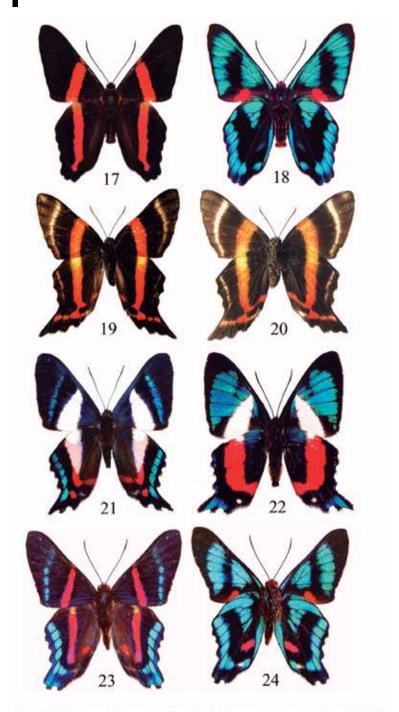
Mapa 2. Distribución de Ancyluris (grupo Meliboeiformes) en Colombia mostrando las localidades de colecta.



1-2. Ancyluris inca huascar, macho. Fig. 3. A. inca huascar, hembra. Fig. 4. A. inca inca, icho. Figs. 5-6. A. inca inca, hembra. Figs. 7-8. A. inca cacica, macho.



Fig. 9. A. inca cacica f. tipica. Fig.10. A. inca cacica f. zinna Fig.11. A. inca formosa Figs. 12-13. A. inca huascar forma, macho y hembra. Figs. 14-15. A. inca caucaensis ssp. nov, macho. Fig. 16. A. inca caucaensis ssp. nov. hembra.



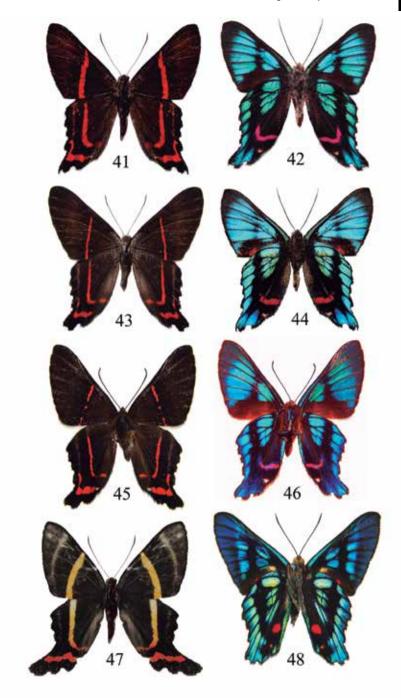
Figs. 17-18. A. paramba, macho. Figs. 19-20. A. paramba, hembra. Figs. 21-22. A. formosissima, macho. Figs. 23-24. A. jurgensenii atahualpa, macho.



Fig.25. A. jurgensenii atahualpa, hembra. Figs. 26-27. A. mira furia, macho. Fig. 28. A. colubra, macho.Figs. 29-30. A. etias, macho.Figs. 31-32. A. meliboeus eudaemon, macho.



Fig. 33. A. meliboeus eudaemon, macho. Figs. 34-35. A. meliboeus meliboeus, macho. Fig. 36. A. meliboeus meliboeus, hembra. Figs. 37-38. A. aulestes jocularis, macho. Fig. 39. A. aulestes jocularis, hembra. Fig. 40. A. tedea, hembra



Figs. 41-42. A. aulestes pirene, macho, Perú. Figs. 43-44. A. aulestes micans, macho. Figs. 45-46. A. aulestes callaghani ssp. nov. macho. Figs. 47. A.aulestes callaghani ssp. nov. hembra. 48. A. meliboeus eudaemon, macho cara ventral.



Fig. 49. A. A. meliboeus meliboeus, Perú. B. A. mira furia, Ecuador, C. A. etias, Perú. D. A. meliboeus eudaemon, Brasil. E. A. rubrofilum, Bolivia. F. A. aulestes, Bolivia.G. A. meliboeus, Bolivia. H. A. colubra, Bolivia. Fotografia. Lars Andersen, Gill Carter.



Fig. 50. A. larva de A. inca inca, Costa Rica. B, D. Pupa de A. inca inca, Costa Rica. C, E. larva de A. jurgensenii, Costa Rica. F. pupa de A. jurgensenii, Costa Rica. Fotografia. Daniel Janzen y W. Hallwachs.

# RELACIONES MORFOMÉTRICAS DE CRUSTÁCEOS DE PROFUNDIDAD DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL MAR CARIBE COLOMBIANO Morfometría crustáceos de profundidad\*

Eynelet Rodríguez<sup>1</sup>, Gustavo Ardila<sup>2</sup> y Jorge Paramo<sup>3</sup>

#### Resumen

Con el propósito de suministrar información biológica de los crustáceos de profundidad de importancia comercial para una nueva pesquería en el Mar Caribe colombiano, en el presente estudio se describen las relaciones morfométricas de la gamba española (Aristaeomorpha foliacea), el camarón rojo real (Pleoticus robustus), el camarón rosado manchado (Penaeopsis serrata) y la langosta de aguas profundas del Caribe (Metanephrops binghami). Las muestras fueron colectadas en el Caribe colombiano con pesca de arrastre en profundidades entre 200 y 550 m (estratos de profundidad de 100 m). Se registró el peso total, sexo y número de individuos por especie en cada estación. La longitud total (LT) vs longitud cefalotórax (LC) y el peso total (PT) ys LT se determinó con una regresión lineal usando un modelo linealizado (logaritmo) alométrico. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las tallas entre sexos para las especies de camarones de aguas profundas, revelando dimorfismo sexual. Aunque, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las tallas de M. binghami en los sexos, revelando homogeneidad en las tallas. Las hembras de A. foliacea y P. robustus incrementan el PT alométricamente 3,27 y 3,32 veces cada incremento en LT, respectivamente, pero los machos de estas dos especies tienen un crecimiento isométrico del PT con relación a la LT. La especie *P. serrata* mostró un crecimiento alométrico negativo en hembras y machos. Las hembras y machos de M. binghami mostraron un crecimiento alométrico positivo, es decir, ésta especie incrementa más en PT respecto a la LT.

Palabras clave: morfometría, Caribe colombiano, crustáceos de aguas profundas.

## MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS OF COMMERCIALLY IMPORTANT DEEP-SEA CRUSTACEANS IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN SEA

#### Abstract

With the purpose of providing biological information about commercially important deep-sea crustaceans for a new fishery in the Colombian Caribbean Sea, in this study the morphometric relationships of the giant red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*), the royal red

<sup>\*</sup> FR: 19-VIII-2010. FA: 20-V-2012.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Estudiante Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT), Cra. 32 No. 22-08 Avenida del Ferrocarril, Santa Marta, Colombia. Email: ingp.eyneletrodriguez@gmail.com.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Estudiante Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT), Cra. 32 No. 22-08 Avenida del Ferrocarril, Santa Marta, Colombia. Email: ing.gustavoardila@gmail.com

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Profesor Asociado Programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT), Cra. 32 No. 22-08 Avenida del Ferrocarril, Santa Marta, Colombia. Email: jparamo@unimagdalena.edu.co

shrimp (*Pleoticus robustus*), the pink speckled shrimp (*Penaeopsis serrata*) and the Caribbean lobster (*Metanephrops binghami*) were described in this study. The samples were collected in the Colombian Caribbean Sea using trawling nets in depths between 200 and 550 m (100 m strata intervals). The total weight, sex and number of individuals per species from each station were recorded. Total length (TL) vs cephalothorax length (CL) and total weight (TW) vs TL were determined with a linear regression using a linear allometric model (logarithm). Statistical significant differences were found in the size between sexes for deep-sea shrimp species, revealing sexual dimorphism. Even though, significant differences between the size of sexes of *M. binghami were not found*, revealing size homogeneity. The *A. foliacea* and *P. robustus* females increased the WT allometrically 3.27 and 3.32 times each increase in TL, respectively, but the males of these two species had an isometric growth of TW in relation to TL. The *P. serrata* species showed a negative allometric growth in the female and male. *M. bighami* females and males showed a positive allometric growth, that is to say, this species increased more in TW regarding TL.

**Key words:** morphometry, Colombian Caribbean Sea, deep-sea crustaceans.

#### INTRODUCCIÓN

In el Caribe colombiano la pesquería de camarón de aguas someras está dirigida d principalmente a *Farfantepenaeus notialis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967), mientras las Jespecies de camarones *F. brasiliensis* (LATREILLE, 1817), *F. subtilis* (PÉREZ- FARFANTE, 1967) y Litopenaeus schmitii (BURKENROAD, 1936) aportan un porcentaje significativamente pequeño de las capturas. No obstante, éste es un caso típico de una pesquería colapsada debido a un manejo pesquero inadecuado (PARAMO & SAINT-PAUL, 2010). Por lo tanto, el futuro desarrollo del sector pesquero en el Caribe colombiano debe enfocarse en la búsqueda de nuevos recursos que sean económicamente atractivos, pero al mismo tiempo la extracción no debe poner en riesgo la sostenibilidad. Actualmente, no existe una pesquería de aguas profundas desarrollada en el Caribe colombiano. Si bien, estudios previos han identificado el potencial de nuevas pesquerías de crustáceos de profundidad con alto valor comercial en el Caribe colombiano, tales como, la gamba española -Aristaeomorpha foliacea- (RISSO, 1827), el camarón rojo real -Pleoticus robustus- (SMITH, 1885) (PARAMO & SAINT-PAUL, 2012a), el camarón rosado manchado -Penaeopsis serrata- (BATE, 1881) (PARAMO & SAINT-PAUL, 2012b) y la langosta de aguas profundas del Caribe -*Metanephrops binghami*- (BOONE 1927) (PARAMO & SAINT-PAUL, 2012c) (Tabla 1).

Desde el punto de vista pesquero es relevante conocer la estructura de las poblaciones para el éxito en el manejo pesquero y, más aun en pesquerías de crustáceos, ya que al analizar las tallas se pueden describir los parámetros demográficos de una población con relación a la presión pesquera (LIZÁRRAGA-CUBEDO, et al. 2008). Además, los patrones de variación morfométrica indican diferencias en el crecimiento, pues la forma del cuerpo es producto de la ontogenia, es decir, cambios estructurales en el desarrollo del organismo, lo cual es muy importante para implementar eficientes medidas de manejo pesquero (CADRIN, 2005). Mediante la determinación de las diferentes relaciones entre la estructura de tallas de cada una de las especies, se pueden implementar medidas de manejo para el inicio de una pesquería, tales como: talla media de captura, selectividad en las artes de pesca, tipo de crecimiento (alométrico e isométrico), etc. (BARBOSA-SALDAÑA, et al. 2012). Si bien, la talla es usualmente medida como una longitud, las mediciones de peso son requeridas en pesquerías para calcular el rendimiento pesquero, por lo cual es muy útil determinar las relaciones morfométricas (KING, 2007). Con el propósito de suministrar información biológica de crustáceos de profundidad con importancia comercial para una nueva pesquería en el mar Caribe colombiano: en el presente estudio se describen las relaciones morfométricas de la gamba española (A. foliacea), el camarón rojo real (P. robustus), el camarón rosado manchado (P. serrata) y la langosta de aguas profundas del Caribe (M. binghami).

**Tabla 1.** Información taxonómica de crustáceos de aguas profundas de importancia comercial en el Mar Caribe colombiano.

Clase: Malacostraca Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata Superfamilia: Penaeoidea Familia: Aristeidae

Especie: Aristaeomorpha foliacea (RIS-

SO, 1827)

Nombre común: Gamba española

Clase: Malacostraca Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata Superfamilia: Penaeoidea Familia: Solenoceridae

Especie: Pleoticus robustus (SMITH,

885)

Nombre común: Camarón rojo real

Clase: Malacostraca Orden: Decapoda

Suborden: Dendrobranchiata Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Especie: Penaeopsis serrata (BATE,

1881)

Nombre común: Camarón rosado

manchado

Clase: Malacostraca Orden: Decapoda Suborden: Pleocyemata Superfamilia: Nephropoidea Familia: Nephropidae

Especie: Metanephrops binghami

(BOONE, 1927)

Nombre Común: Langosta del Caribe







Figura usada con permiso de Perry y Larsen © 2004 (www. gsmfc.org)



#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### Área de estudio

Las muestras fueron colectadas en el mar Caribe colombiano con pesca de arrastre en profundidades entre 200 y 550 m (estratos de profundidad de 100 m). Se realizaron muestreos en agosto y diciembre de 2009; marzo y mayo de 2010 (Fig. 1), en el barco camaronero comercial "Tee Claude" usando una red de arrastre con tamaño de malla al final del copo de 44,5 mm de nudo a nudo, sobre una grilla de 87 estaciones, con un mínimo de dos lances por cada estrato de profundidad. No fue posible colectar muestras entre Cartagena y el río Magdalena debido a la irregularidad del fondo. La ubicación de los arrastres fue identificada usando un ecosonda comercial FURUNO FCV 1150 con un transductor de frecuencia de 28 kHz. La duración del arrastre fue de 30 minutos y la distancia arrastrada por la red y la

velocidad del barco (2,5 nudos en promedio) fue estimada con un GPS Garmin MAP 76CSx. La abertura de la red fue 11.58 m.

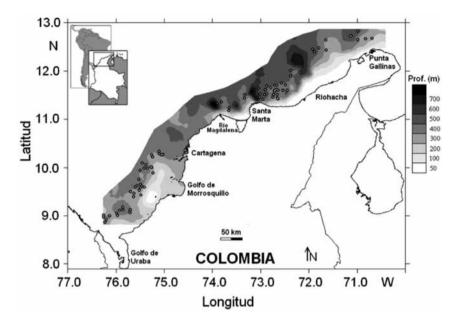


Figura 1. Área de estudio en el Mar Caribe colombiano. Los círculos indican las estaciones de muestreo.

#### ESTRUCTURA DE TALLAS

Se registró el peso total, sexo y número de individuos por especie en cada estación. Todos los especímenes fueron pesados (peso total, PT) con precisión de 0,1 g, la longitud total (LT) fue medida desde la punta del rostro hasta la punta del telson y, la longitud del cefalotórax (LC) desde el borde posterior de la cavidad orbital a la mitad del margen final del cefalotórax, las cuales fueron medidas con precisión de 0,01 mm usando calibradores digitales. Se evaluaron las diferencias en la distribución de frecuencias de las tallas entre hembras y machos usando la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (GOTELLI & ELLISON, 2004). La relación de la longitud total (LT) vs longitud cefalotórax (LC) se determinó con una regresión lineal, usando un modelo linealizado (logaritmo) alométrico con el fin de suavizar la varianza (ZAR, 2009):

$$Log LT = a + b * log LC + \varepsilon$$

Donde LT es la variable dependiente, LC es la variable independiente, b es la pendiente, el cual muestra una variación de LT o tasa de crecimiento en función de LC, llamado también el coeficiente de alometría (FERREIRA, *et al.* 2008) (b>3 alometría positiva, el individuo es más pesado que la longitud que tiene; b<3 alometría negativa, el individuo es menos pesado que la longitud que tiene; b=3 isometría, el individuo crece a la misma tasa en todas las dimensiones) y "a" es el intercepto que corresponde al punto medio de LT cuando LC se hace cero, lo que permite estimar las longitudes promedio de la longitud total en una longitud de cefalotórax dada (KING, 2007),  $\epsilon$  es el error. En el modelo PT = a\*LTb se utilizó la relación linealizada (logaritmo) LogPT = Log a + b\* Log LT + e. Se utilizó el coeficiente de correlación (r) como índice de la fuerza de asociación lineal. La prueba de *t-student* fue usada para comprobar la hipótesis de isometría (b = 1 o b = 3 para las relaciones LT vs LC y PT vs LT, respectivamente). Para evaluar las diferencias entre los sexos en las relaciones

lineales se efectuó un análisis de covarianza (ANCOVA) a una vía, una vez los supuestos de homocedasticidad de las pendientes (paralelismo) fueron encontrados con los datos transformados en logaritmo (ZAR, 2009).

#### **RESULTADOS**

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las tallas entre sexos para las especies de camarones de aguas profundas (Fig. 2; Tabla 2), revelando dimorfismo sexual (p = 0.00).

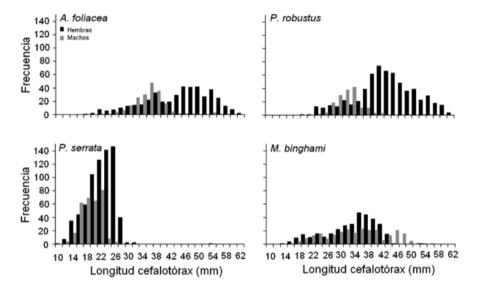


Figura 2. Distribuciones de frecuencias de longitud de cefalotórax (LC) de los crustáceos de profundidad en el Caribe colombiano.

**Tabla 2.** Estadística descriptiva de la estructura de tallas (longitud cefalotórax, LC) en hembras y machos de los crustáceos de profundidad en el Caribe colombiano.

Especie	Sexo	n	Min.	Max.	Media	Desv. Est.	p
A. foliacea	Н	436	18,12	63,09	44,22	9,41	0,00
	M	176	26,57	43,45	35,26	3,08	
ъ .	Н	623	21,20	62,84	43,68	8,37	0,00
P. robustus	M	162	24,30	43,09	32,43	3,41	
P. serrata	Н	707	11,53	32,70	22,10	3,83	0,00
	M	306	12,21	26,16	18,94	2,57	
M. binghami	Н	336	15,48	46,05	33,58	7,12	0,09
	M	253	17,02	56,29	35,04	8,93	

Los machos fueron más pequeños que las hembras en todas las especies de camarones de profundidad. La estructura de tallas para las hembras de A. foliacea varía entre 18,12 y 63,09 mm de LC (talla media  $44,22 \pm 9,41$  mm) y para los machos entre 26,57 y 43,45 mm en LC (talla media  $35,26 \pm 3,08$  mm). La distribución de frecuencia de LC para las hembras de P. robustus varió entre 21,20 y 62,84 mm LC (talla media  $43,68 \pm 8,37$  mm LC) y en machos entre 24,30 y 43,09 mm (talla media  $32,43 \pm 3,41$  mm LC). La estructura de tallas para P. serrata en las hembras estuvo entre 11,53 y 32,70, con una media de  $22,10 \pm 3,83$  mm LC, mientras que las tallas de los machos osciló entre 12,21 y 26,16, con una media de  $18,94 \pm 2,57$  mm LC. En la langosta del Caribe (M. binghami) la talla de las hembras varió entre 15,5 y 55,3 mm LC (talla media  $33,6 \pm 7,2$  mm) y para los machos entre 17,0 y 56,3 mm LC (talla media  $34,8 \pm 8,9$  mm). Sin embargo, entre los crustáceos de profundidad estudiados, sólo en la langosta no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tallas (M. binghami) (Fig. 2; Tabla 2), revelando homogeneidad en las tallas para ambos sexos (p = 0,09). Se observaron coeficientes de correlación altos en las relaciones lineales entre LT vs LC (Fig. 3: Tabla 3).

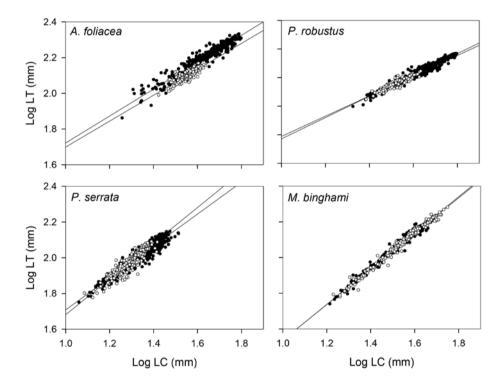


Figura 3. Relaciones lineales entre la longitud del cefalotórax (LC) y longitud total (LT) (en logaritmo) de las hembras (círculos llenos) y machos (círculos vacíos) de los crustáceos de profundidad.

Tabla 3. Relaciones LT vs LC para las hembras y machos de los crustáceos de profundidad en el Caribe colombiano.

Especie	Sexo	a	a (IC 95%)	b	b (IC 95%)	r	t-test (b)	F (ANCOVA)	p (ANCOVA)
A. foliacea	Н	0,97	0,93 - 1,00	0,75	0,73 - 0,77	0,96	0,00	0,45	0,50
	M	0,97	0,86 - 1,08	0,73	0,65 - 0,80	0,84	0,02		
P. robustus	Н	1,02	1,00 - 1,05	0,75	0,73 - 0,76	0,98	0,00	1,99	0,16
	M	1,08	1,00 - 1,16	0,71	0,66 - 0,76	0,91	0,01		
P. serrata	Н	0,81	0,79 - 0,84	0,89	0,88 - 0,91	0,96	0,01	21,54	0,00
	M	0,68	0,62 - 0,74	1,00	0,96 - 1,05	0,93	0,98		
M. binghami	Н	0,53	0,51 - 0,56	1,00	0,99 - 1,02	0,99	0,67	0,63	0,43
	М	0,54	0,52 – 0,57	1,00	0,98 – 1,01	0,99	0,67		

Las relaciones lineales entre PT vs LT mostraron coeficientes de correlación altos (Fig. 4; Tabla 4).

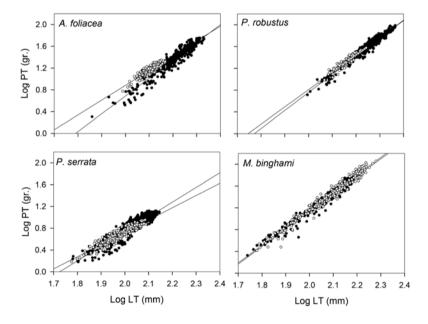


Figura 4. Relaciones lineales entre la longitud total (LT) y peso total (PT) (en logaritmo) de las hembras (círculos llenos) y machos (círculos vacíos) de los crustáceos de profundidad.

El crecimiento relativo mostró alometría significante positiva (b> 3) (p<0,05) en las hembras de A. foliacea y P. robustus como en las hembras y machos de M. binghami, pero también alometría significativamente negativa (b < 3) (p < 0,05) en ambos sexos de P. serrata (Fig. 4; Tabla 4). Por el contrario, los machos de P. foliacea y foliacea

Tabla 4. Relaciones PT vs LT para las hembras y machos de los crustáceos de profundidad en el Caribe colombiano.

Especie	Sexo	a	a (IC 95%)	b	b (IC 95%)	r	t-test (b)	F (ANCOVA)	p (ANCOVA)
A. foliacea	Н	-5,86	-6,06 - 5,66	3,27	3,18 - 3,36	0,96	0,03	11,67	0,00
	M	-4,56	-5,00 - 4,12	2,72	2,51 - 2,93	0,89	0,15		
P. robustus	Н	-5,88	-6,00 - 5,76	3,32	3,26 - 3,37	0,98	0,01	2,06	0,15
	M	-5,53	-5,86 - 5,20	3,17	3,02 - 3,32	0,96	0,19		
P. serrata	Н	-4,65	-4,80 - 4,51	2,70	2,62 - 2,77	0,94	0,02	42,79	0,00
	M	-3,77	-3,95 - 3,58	2,25	2,15 - 2,34	0,94	0,01		
M. binghami	Н	-5,27	-5,40 - 5,14	3,21	3,15 - 3,27	0,98	0,03	1,53	0,22
	M	-5,39	-5,52 - 5,25	3,27	3,20 - 3,33	0,99	0,02		

#### DISCUSIÓN

Las pesquerías más importantes de crustáceos son los decápodos (IENNINGS, et al. 2006), de los cuales los camarones (Penaeoidea) y las langostas (Nephropoidea) son los más abundantes de los ecosistemas de aguas profundas tropicales (KING, 2007). La gamba española (A. foliacea) se encuentra en las aguas profundas del Mar Mediterráneo y es un camarón comercialmente importante (D'ONGHIA, et al. 1998; FIGUEIREDO, et al. 2001; PAPACONSTANTINOU & KAPIRIS, 2003; POLITOU, et al. 2004; MOUFFOK, et al. 2008). GRACIA, et al. (2010) recientemente exploraron las aguas profundas de la Península de Yucatán en México y mostraron que A. foliácea y P. robustus representan un recurso pesquero potencial. Actualmente, A. foliacea constituye una pesquería valiosa de camarón de profundidad en la costa sur y sureste de Brasil (PEZZUTO, et al. 2006; DALLAGNOLO, et al. 2009). El camarón rojo real (P. robustus) es capturado en abundantes proporciones frente a la costa del noreste de Florida, cerca de las Islas Dry Tortugas, en el delta del río Mississippi y, también frente de la costa de Venezuela (TAVARES, 2002). El camarón rosado manchado (*P. serrata*) es de importancia comercial en el Atlántico este y oeste (HOLTHUIS, 1980). M. binghami tiene potencial para una explotación económica en las aguas de Venezuela (GÓMEZ, et al. 2000, 2005). En el Pacífico colombiano la pesquería de crustáceos de aguas profundas ha jugado un papel fundamental para el sustento de las comunidades de pescadores (DIAZ, 2011). Si bien, la pesca ha presentado una disminución en las capturas, se han implementado medidas de manejo como vedas en algunas épocas del año, para el uso sostenible del recurso (RUEDA, et al. 2010). En el Caribe colombiano, el número de hembras fue mayor que los machos en las tres especies de camarón de profundidad (A. foliacea, P. robustus y P. serrata), demostrando dimorfismo sexual. Tal característica también se encontró para A. foliacea en el Mar Mediterráneo indicando segregación entre sexos (D'ONGHIA, et al. 1998: PAPACONSTANTINOU & KAPIRIS. 2003). Sin embargo, la langosta de profundidad tiende a presentar homogeneidad en las tallas entre hembras y machos (MAYNOU, et al. 1998; GÓMEZ, et al. 2000; FONSECA, et al. 2007). La talla media de A. foliacea (hembras 44,2 mm; machos 35,8 mm LC) es similar a la misma especie encontrada en una región de pesca no explotada en el Mar Iónico de Grecia en profundidades entre 250 y 800 m (PAPACONSTANTINOU & KAPIRIS, 2003) y, mayores que la talla de máximo potencial reproductivo en hembras (37,11 mm CL) (D'ONGHIA, et al. 1998). Las tallas de M. binghami en este estudio son similares a Nephrops norvegicus, la cual es capturada en aguas de Portugal, variando entre 18 a 59 mm de LC (FONSECA, et al. 2007) y en el Mar Catalán (España, noroeste del Mediterráneo) variando entre 12 a 58 mm de LC (MAYNOU, et al. 1998), pero de menor tamaño del reportado para N. andamicus en Sur África variando entre 47 a 55 mm de LC (BERRY, 1969). Las hembras de A. foliacea y P. robustus en el Caribe colombiano incrementan el PT alométricamente 3,27 y 3,32 veces cada incremento

en LT, respectivamente, aunque los machos de estas dos especies tienen un crecimiento isométrico del PT con relación a la LT. Dicho patrón de las hembras con mayor proporción en peso respecto a los machos para la misma longitud también se encontró para *A. foliacea* en el Mar Iónico en Grecia (Mediterráneo) (KAPIRIS, 2005). Sin embargo, en el estrecho de Sicilia (Mar Mediterráneo) la relación peso-talla mostró alometría negativa en las hembras y machos (RAGONESE, *et al.* 1997), lo cual coincide con el crecimiento alométrico negativo en las hembras y machos de *P. serrata* en el Caribe colombiano. Las hembras y machos de *M. binghami* muestran un crecimiento alométrico positivo, es decir, *M. binghami* incrementa más en PT respecto a la LT. Asimismo, se encontró para esta especie en Venezuela un crecimiento alométrico positivo y sin diferencias significativas entre sexos (GÓMEZ, *et al.* 2000).

De acuerdo a estos resultados, se necesita más investigación biológica para entender los parámetros del ciclo de vida de los crustáceos de aguas profundas en el Mar Caribe colombiano, tales como crecimiento, reproducción, reclutamiento, mortalidad, áreas y épocas de desove, áreas de crianza, además de la biodiversidad asociada antes de iniciar una nueva pesquería comercial. Dicha información ayudará a desarrollar estrategias apropiadas para manejar y sustentar las pesquerías (BIANCHI, 2008). El gran valor comercial de estas especies de crustáceos de aguas profundas, no sólo a nivel local sino también en mercados internacionales (BELCARI, *et al.* 2003; PAPACONSTGANTINO & KAPIRIS, 2003), hacen de estos crustáceos de aguas profundas un nuevo recurso económico potencial en el Mar Caribe colombiano

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo es una contribución del grupo de investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT) de la Universidad del Magdalena (Colombia). Agradecemos a la tripulación del barco "*Tee Claude*" y al Capitán José Guillem. El trabajo fue patrocinado por COLCIENCIAS (código 117-452-21288), la Universidad del Magdalena, el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) a través de la Subgerencia de Pesca y Acuicultura, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) convenio No. 790 y el Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Alemania.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BARBOSA-SALDAÑA, M.; DÍAZ-JAIMES, P. & URIBE-ALCODER. 2012.- Variacion morfológica del camarón café (Farfantepenaeus californiensis) en el Pacífico mexicano. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83:45-50. BELCARI, P.; VIVA, C.; MORI, M.; DE RANIERI, S. 2003.- Fishery and biology of Aristaeomorpha foliacea (Risso, 1827) (Crustacea: Decapoda) in the Norther Tyrrenien Sea (western Mediterranean). J. Northw. Atlant. Fish. Sci., 31:195-204.
- BERRY, P. F. 1969.- The biology of *Nephrops andamicus* Wood-Mason (Decapoda, Reptantia). Investigational Report No. 22. Oceanographic Research Institute, Durban.
- BIANCHI, G. 2008.- The concept of the ecosystem approach to fisheries. (en) BIANCHI, G. SKJOLDQAL, H. (eds). The ecosystem approach to fisheries. CAB and FAO: 20-38.
- CADRIN, S.X. 2005. Morphometric landmarks: 153-172 (en) CADRIN, S.X. FRIEDLAND, K.D. & WALDMAN, J.R. (eds.) *Stock identification methods: Applications inf fishery science.* Academic Press. Londres.
- DALLAGNOLO, R.; PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R. & WAHRLICH, R. 2009.- The deep-sea shrimp fishery off Brazil (Decapoda: Aristeidae) development and present status. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37(3): 327-346. DIAZ, J.; VIEIRA, C.; MELO, G. 2011.- Diagnostico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano. Fundación Mar Viva: 25-30.
- D'ONGHIA, G.; TURSI, A.; MAIORANO, P. & PANZA, M. 1998.- Distribution, biology, and population dynamics of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Decapoda, Natantia, Aristeidae) in the north-western Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Crustaceana*. 71: 518-544.
- FERREIRA, S.; SOUSA, R.; DELGADO, J.; CARVALHO, D. & CHADA, T. 2008. Weight-length relationships for demersal fish species caught off the Madeira archipelago (eastern-central atlantic). J. Appl. Ichthyol. 24: 93-95.
- FIGUEIREDO, M.J.; FIGUEIREDO, I. & MACHADO, P.B. 2001.- Deep-water penaeid shrimps (Crustacea: Decapoda) from off the Portuguese continental slope: an alternative future resource? *Fish. Res.* 51: 321-326.
- GÓMEZ, G.; GUZMÁN, R. & MARCANO, L. 2000.- Contribución al conocimiento de la Cigala del Caribe, *Metanephrops binghami*, en aguas de Venezuela: aspectos biométricos y fecundidad. *Zoo. Trop.* 18 (1): 107-118.

- GÓMEZ, G.; MARCANO, L.; GUZMÁN, R. & RAMÍREZ, T. 2005.- Aspectos biométricos y reproductivos de la Cigala, *Metanephrops binghami*, en aguas de Venezuela. *Proc. Gulf. Car. Fish. Inst.* 47:537-547.
- GOTELLI, N.J. & ELLISON, A.M. 2004.- A Primer of Ecological statistics. Sinauer Associates.
- GRACIA, A.; VÁZQUEZ-BADER, A.R.; LOZANO-ALVAREZ, E. & BRIONES-FOURZÁN, P. 2010.- Deep-water shrimp (Crustacea: Penaeoidea) off the Yucatan peninsula (Southern gulf of Mexico): a potential fishing resource. J. Shellf. Res. 29(1): 37-43.
- HOLTHUIS, L.B.; 1980.- Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. (FAO Species Catalogue, 1). FAO Fisheries Synopsis. 125 (1): 1-271.
- JENNINGS, S.; KAISER, M.J. & REYNOLDS, J.D. 2006.- Marine fisheries ecology. Blackwell Publishing.
- KAPIRIS, K. 2005.- Morphometric structure and allometry profiles of the giant red shrimp Aristaeomorpha foliacea (Risso, 1987) in the eastern Mediterranean. J. Nat. Hist., 39(7): 1-12.
- KING, M. 2007 Fisheries Biology, Assessment and Management. Wiley-Blackwell.
- LIZÁRRAGA-CUBEDO, H.A.; PIERCE, GJ. & SANTOS, M.B. 2008.- Reproduction of crustaceans in relation to fisheries: 169-222 (en) MENTE, E. (ed.) *Reproductive biology of crustaceans*. Science Publishers.
- MAYNOU, F.X.; SARDÁ, F. & CONAN, G.Y. 1998.- Assessment of the spatial structure and biomass of *Nephrops norvegicus* (L) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics. *ICES J. Mar. Sci.*, 55:102-120.
- MOUFFOK, S.; MASSUTI, E.; BOUTIBA, Z.; GUIJARRO, B.; ORDINES, F. & FLITI, K. 2008.- Ecology and fishery of the deep-water shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) off Algeria (South-western Mediterranean). *Crustaceana*. 81(10): 1177-1199.
- PAPACONSTANTINOU, C. & KAPIRIS, K. 2003.- The biology of the giant red shrimp (*Aristaeomorpha foliacea*) at an unexploited fishing ground in the Greek Ionian Sea. *Fish. Res.*, 62: 37-51.
- PARAMO, J.; QUIÑONES, R.; RAMIREZ, A. & WIFF, R. 2003.- Relationship between abundance of small pelagic fishes and environmental factors in the Colombian Caribbean Sea: an analysis based on hydroacoustic information. *Aquat. Liv. Res.* 16 (3): 239-245.
- PARAMO, J. & SAINT-PAUL, U. 2010.- Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquat. Liv. Res.* 23(1): 95-101.
- PARAMO, J.; CORREA, M. & NUÑEZ, S. 2011.- Evidencias de desacople físico-biológico en el sistema de surgencia en La Guajira, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Mar. Ocean.* 46(3): 421-430.
- PARAMO, J. & SAINT-PAUL, U. 2012a.- Deep-sea shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Pleoticus robustus* (Crustacea: Penaeoidea) in the Colombian Caribbean Sea as a new potential fishing resource. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 92(4): 811-818.
- PARAMO, J. & SAINT-PAUL, U. 2012b.- Spatial structure of the pink speckled deep-sea shrimp *Penaeopsis serrata* (Bate, 1881) (Decapoda, Penaeidae) during november-december 2009 in the colombian Caribbean Sea. *Crustaceana*. 85(1): 103-116.
- PARAMO, J. & SAINT-PAUL, U. 2012c.- Spatial structure of deep sea lobster (*Metanephrops binghami*) in the Colombian Caribbean Sea. *Helg. Mar. Res.* 66: 25-31.
- PEZZUTO, R.; PÉREZ, J.A.A. & WAHRLICH, R. 2006.- Deep-sea shrimps (Decapoda: Aristeidae): new targets of the deep-water trawling fishery in Brazil. Braz. J. Oceanog. 54: 123-134.
- POLITOU, CH-Y.; KAPIRIS, K.; MAIORANO, P.; CAPEZZUTO, F. & DOKOS, J. 2004.- Deep-sea Mediterranean biology: the case of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Crustacea: Decapoda: Aristidae). *Sci. Mar.* 68(3): 129-139.
- RAGONESE, S.; BERTOLINO, F.; & BIANCHINI, M.L. 1997.- Biometric relationships of the red shrimp, Aristaeomorpha foliacea Risso 1987, in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Sci. Mar.* 61(3): 367-377.
- RUEDA, M.; RICO, F.; ANGULO, W.; GIRON, A.; RODRÍGUEZ, A.; GARCIA, L.; ARENAS, L. 2010.- Evaluación biológico-pesquera del estado de las poblaciones de camarón de aguas profundas, mediante la aplicación de métodos directos (prospección pesquera) e indirectos (estadísticas de captura y esfuerzo) en el Pacífico colombiano. Informe final de Proyecto código 031 2007T6650-909-07. MADR. INVEMAR. Santa Marta, Colombia.
- TAVARES, M. 2002.- Shrimps: 251-291 (en) CARPENTER, K. E. (ed.) The living marine resources of the western central Atlantic, species identification guide for fisheries purposes. FAO, Rome.
- ZAR, J.H. 2009.- Biostatistical Analysis. Prentice Hall.

#### Comunicación corta

#### DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE DE *MEGALEAS* GODMAN, 1901 PARA COLOMBIA (LEPIDOPTERA: HESPERIIDAE)

Luis M. Constantino, Julián A. Salazar-E\*\*

#### Resumen

En este trabajo se describe una nueva especie de Hesperiidae para Colombia: *Megaleas chocoensis* Salazar & Constantino n. sp.

Palabras clave: Colombia, Hesperiidae, nueva especie

#### Abstract

In this paper a new species of Hesperiidae is described from Colombia: *Megaleas chocoensis* Salazar & Constantino sp. n.

Key words: Colombia, Hesperiidae, new species.

Durante el transcurso de nuestras investigaciones sobre Hespéridos colombianos hemos descubierto una especie nueva y singular perteneciente al género *Megaleas* Godman de la región Pacífica como sigue:

*Megaleas chocoensis* Salazar & Constantino, sp.n. (Figs 1 & 2 anverso y reverso)

Holotipo ♂, COLOMBIA, VALLE DEL CAUCA: Queremal-Km 55, vertiente oeste de la Cordillera Occidental, a 1200 m, IV-1985, J. Salazar leg. (Depositado en la colección CJS, Manizales). Alotipo ♀, COLOMBIA, VALLE DEL CAUCA, la misma localidad, fecha y colector (para ser depositado en MHN-UC, Manizales). Paratipo ♂, COLOMBIA, NARIÑO: Reserva Natural Río Ñambí, a 1800 m., 1-VI-2004, V.M. Solarte leg. (depositado en la colección de la familia Constantino (CFC), Cali, Colombia).

**Descripción**: envergadura del ala anterior 26 mm., de tonalidad café claro excepto por siete marcas naranjas dispuestas del siguiente modo: una alargada dispuesta entre Cu1b y 1A + 2ª, otra rectangular grande entre Cu1a y Cu1b, otra ovalada mediana entre M3 y Cu1a, una cuadrada grande que cubre la mitad de la celda discal y orientada a la región medial y otras dos pequeñas ovaladas, ubicadas una encima de la otra entre las venas R3 y R5 y R5 y M1. Existe otro diminuto punto naranja aislado entre M1 y M2. Esta misma disposición de manchas aparece en la otra especie conocida *Megaleas syrna* Godman & Salvin, 1879, excepto que las manchas son casi cuadrangulares, destacándose la de la celda discal que cubre casi todo su espacio y la distingue de esta nueva especie.

Reverso del ala anterior totalmente café oscuro sin marcas, en *M. syrna* aparecen cuatro manchitas hialinas dispuestas así; una a nivel discal y otras tres cuadrangulares entre R3 - M1, M1 y M3; la última más diminuta entre M3 y Cu1a. Reverso del ala posterior café rojizo, excepto por unas marcas difusas salpicadas

de naranja y ubicadas en la región basal, que son vestigiales en *M. syrna*, espacios entre 3 A y el torno d una tonalidad rojiza. Tórax y abdomen oscuros, antena y palpo labial como en *M. syrna*.

La hembra tiene una envergadura alar de 30 mm en el Ala anterior, con la misma coloración del macho, pero las marcas naranjas son más grandes y notorias, y el aspecto alar es más ancho. Reverso del ala posterior como en el macho.

**Genitalia** (Figs. 3): Genitalia masculina: *uncus* corto y recurvado, levemente bifurcado en su extremo apical. *Vinculum* curvo y delgado con el *saccus* recto, redondeado en su extremo apical. *Valvas* cortas de forma triangular con su ápice dentado y recurvado hacia arriba. Las valvas están recubiertas de abundantes setas filiformes rectas y largas. *Aedeagus* recto, redondeado en su extremo basal y aguzado en su extremo apical con el *cornuti* recurvado y provisto de una serie de dientes pequeños de forma aserrada.

**Discusión**: *Megaleas chocoensis* constituye la segunda especie de *Megaleas* Godman, 1901 después de 133 años de haberse descrito a *M. syrna*, la cual se consideraba la única especie de este género. Es quizás uno de los descubrimientos más relevantes de los Hespéridos Neotropicales dada la rareza de dicha entidad cuya especie nominotípica se encuentra confinada a Costa Rica (GODMAN, 1901; DRAUDT, 1921; MIELKE, 2005). Esta nueva especie se diferencia de *M. syrna* por las características mencionadas arriba y su distribución restringida al Chocó y posiblemente al occidente de Ecuador. *M. chocoensis* igualmente se ubica en la subfamilia Hesperiinae, tribu Calpodini y listada detrás de *M. syrna*, la especie tipo del género (MIELKE, 2004).

**Etimología**: Su nombre etimológico hace alusión a la localidad tipo, la región del Chocó biogeográfico, habitando altitudes medias en la Cordillera Occidental de Colombia (vertiente oeste).

#### **AGRADECIMIENTOS**

A Andrew Warren, McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity, Florida Museum of Natural History, University of Florida por su ayuda en la identificación, a Víctor M. Solarte, Universidad de Nariño, Pasto por la captura del ejemplar de Nariño.

#### BIBLIOGRAFÍA

DRAUDT, M., 1921.- Grypocera, in SEITZ, A. (editor) *The Macrolepidoptera of the World, a systematic description of the hitherto known Macrolepidoptera.* 5 texts: 836-999 (1921), 5 pls: 160-192. Alfred Kernen, Verlag, Stuttgart.

GODMAN, F.D., 1901.- Lepidoptera Rhopalocera, in GODMAN & SALVIN (eds) *Biologia Centrali -Americana*, 2: 612-613, 617-618, pl. 104. Dulau & Co, London.

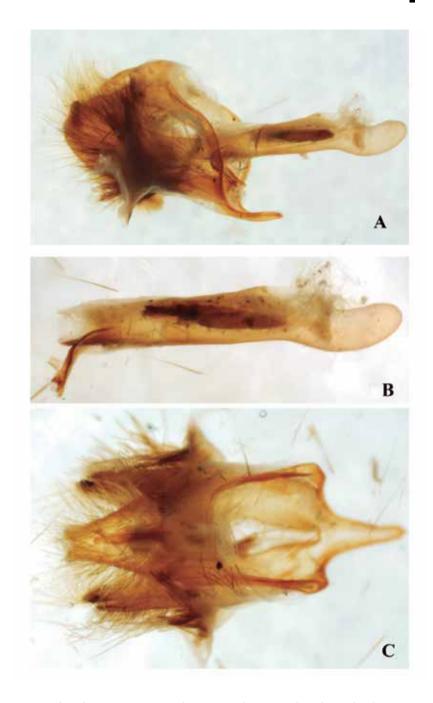
MIELKE, O.H., 2004.- Hesperiidae, in LAMAS (ed.). Checklist: part 4A. *Atlas of the Neotropical Lepidoptera*, vol. 5A. ATL-SP, Gainesville, Fl.

MIELKE, O.H., 2005.- Catalogue of the American Hesperioidea, *Soc.Bras.de Zool.*, 6 vols: 1536 pp. + figs.

www.butterfliesofamerica.com (última revision 28-xii-2012)



Figs. 1 & 2 Anverso y Reverso de Megaleas chocoensis sp. n.



**Figura 3.** *Megaleas chocoensis* sp. nov, macho. **A.** genitalia en vista lateral con el aedeagus en posición natural. **B.** detalle del aedeagus. **C.** genitalia en vista dorsal con el aedeagus removido.

### a.- Un Registro del Murciélago Blanco *Diclidurus albus* Wied, 1820 (Chiroptera: Emballonuridae) para el departamento del Vichada

Esta especie distinguible por su notable coloración fue descrita de "Canavieiras" Rio Pardo, Bahía, Brasil como localidad tipo (Ceballos G., & Medellín R., 1988.-Diclidurus albus *Mammalian Species*, 316: 1-4). Su distribución abarca las tierras bajas y selváticas que hay desde México al oriente del Brasil y en Colombia fue registrada previamente por el Hno. Nicéforo (1955) en Convención, Norte de Santander (Nicéforo, M.H., 1955.- Hallazgo de *Diclidurus virgo* Thomas en Colombia. *Bol. Inst. La Salle*, 195: 73-75). Aquí damos a conocer un espécimen macho procedente del Vichada (ver foto anexa) logrado por nuestro colega y especialista John Harold Castaño. Esta especie es considerada rara y poco conocida (Emmons & Feer, 1999) debido a la dificultad de capturarla ya que son murciélagos que vuelan alto, en espacios abiertos, por general sobre el dosel forestal por lo que resulta prácticamente imposible atraparlos con las tradicionales redes de neblina. Por tanto es poco lo que se conoce sobre su biología, ecología y distribución. Datos: Vichada, Puerto Carreño-Reserva Natural privada Bojonawi, 54 msnm, & 7-I-2012, P. Giraldo B.). Detalles: John Harold Castaño, jhcastaño@gmail.com (foto: Paola Giraldo).



### b.- Registros de *Hypercompsa xanthosticta* Hebard, 1933; *Schistopeltis microschistos* Vélez & Gutiérrez, 2010 para el Departamento del Caldas y presencia del género *Hypnorna* Stal, 1860 en Colombia (Insecta: Blattodea)

Continuando con los registros colombianos de taxa pertenecientes al orden Blattodea podemos agregar para la fauna caldense la captura de dos interesantes especies que fueron descritas para el departamento de Antioquia. La primera de ellas *Hypercompsa xanthosticta* Hebard por una \$\perp\$ colectada en Medellín en diciembre 10 de 1930 y depositada en la colección de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, USA (Hebard, 1933: 26) (Datos: Caldas, Manizales, a 2150 m, \$\sigma\$, 16-V-1972, C. Cardona leg. (EFA-UC); ibidem, 2 \$\sigma\$\sigma\$. 22-IV-2012, 7-X-2012 J. Salazar leg. (ver foto anexa) y una segunda especie mucho más reciente *Schistopeltis microschistos* Vélez & Gutiérrez descrita de Amalfi que reposa en la colección de la Universidad de Antioquia, Medellín junto a otros paratipos (Vélez & Gutiérrez, 2010: 56). Datos: Caldas-vereda alto Lisboa, a 1200 m, \$\sigma\$, 8-III-2010, Alzate-Ossa leg., Chinchiná, \$\sigma\$, sin más datos, reg. 877 (ME-MB 362) -ver foto anexa.

El género *Hypnorna* fue creado por Carl Stal en 1860 para incluir dos especies, una de ellas *H. hummeli* Stal como especie tipo y figurada por Saussure & Zehntner (1893) bajo el nombre sinónimo de *H. blanda* (Beccaloni, 2007). Este género no fue registrado en Colombia por Vélez (2008) en su listado por lo que debe ser considerado ya que se tiene una especie desconocida procedente de Mocoa (Putumayo). Datos: Putumayo, Mocoa-Rio Afán. &, a 450 m, 6-I-1998, J. Salazar leg. (CJS). Detalles: Julián Salazar julianadolfoster@gmail.com





Hypercompsa xanthosticta Hebard Schistopeltis microschistos Vel. & Gut.

### c. Presencia de *Panacea procilla* (Hewitson, 1854) y *Caligo atreus dionysos* (Fruhstorfer 1912) en la cuenca alta del Río Cauca, Caldas (Lepidoptera, Papilionoidea)

El inusual registro de Panacea procilla fue logrado por estudiantes de la facultad de ingeniería Agronómica para la región de Santagueda, Palestina, Caldas por un ejemplar macho de reciente captura (ver foto anexa, izquierda)). Esta especie es propia del bosque húmedo tropical del Chocó biogeográfico y el Magdalena medio y su extraña aparición en dicha región induce a sospechar un posible comportamiento migratorio de sus poblaciones tal como sucede con su pariente *Panacea prola* (Doubleday, 1848) cuya presencia se ha detectado esporádicamente en el parque principal de Chinchiná asentada sobre los troncos de ceibas y samanes durante los meses de mayo y abril. Datos: Caldas, Santagueda, a 1200 m, &, 30-IV-2011, F. Martínez & A. Jaramillo, depositado en la col. Fac. Agronomía, U. de Caldas, CEFA-UC. Otra especie de reciente registro es el del brassolino Caligo oileus (Kollar, 1850) que tiene 4 subespecies distribuidas sobre todo en el bosque húmedo tropical desde Costa Rica a Ecuador. Una de ellas: *C. atreus dionysos* Fruhstorfer, 1912 (ver foto anexa, derecha) descrita para Panamá, de sorpresiva presencia en el bosque seco tropical del alto Rio Cauca y registrada por el biólogo Pablo Felipe Ovalle en su investigación sobre las especies de mariposas que habitan el embalse del Rio San Francisco, Chinchiná, Caldas Detalles: Julián Salazar, julianadolfoster@gmail.com y Pablo Felipe Ovalle Castañeda, pabloovallebiologo@gmail.com



Panacea procilla Hewitson



Caligo atreus dionysos Fruhstorfer

# d.- Un nuevo registro de *Pterourus xanthopleura* (Godman & Salvin, 1868) para Colombia (Mitú, Vaupés)

Pterourus xanthopleura es una rara especie amazónica de amplia dispersión y conocida en Colombia por muy pocos ejemplares depositados en colecciones mundiales. Fue descrita por el tipo procedente del Rio Huallaga, Peru y depositado en el Museo Británico de Historia Natural. En nuestro país de acuerdo a la última información disponible suministrada por Salazar (Salazar, J. A., 2002.- Genus *Pterourus* Scopoli (in) Le Crom, Constantino & Salazar eds., Butterflies of Colombia-Papilionidae, vol. 1: 90-91, Carlec Ltd., Bogotá) esta especie solo se conocía para los departamentos de Putumayo (Mocoa), y Caquetá (Florencia) gracias a antiguos registros ubicados en 1910 y 1928. Recientemente se tuvo observación de un ejemplar de sexo masculino al vivo, por una serie de fotos tomadas por Shirley Sekarajasingham a orillas del Rio Vaupés en Mitú (Tayasu, camino a Santa Cruz), 22 de noviembre de 2011, las primeras que sepamos logradas de este Papilionido (ver foto anexa). Lo anterior aumenta la lista de especies de la región que viene compilando nuestro colega Gabriel Rodríguez (en prep.). Detalles: Julián Salazar, julianadolfoster@gmail. com, (foto: Shirley Sekarajasingham, ssekarajas@yahoo.com)



# d.- Un nuevo avistamiento del "venado soche" (*Mazama rufina*) en zonas de páramo de la Cordillera Central (Municipio de Manizales)

Miembros de la Sociedad Caldense de Ornitología (**SCO**) hicieron un extraordinario hallazgo al documentar fotográficamente y por primera vez la presencia del venado soche para áreas paramunas vecinas al Municipio de Manizales. Un ejemplar macho fue fotografiado el 18 de mayo de 2012 por T. Jaramillo y J. Ituriel Arango a las 4: 13 p.m. de la tarde en un lugar no divulgado para evitar su posible caza y realizar según Jorge E. Botero posibles campañas de protección puesto que si bien se tenían indicios de su existencia en la región, la especie se encuentra en la categoría de vulnerable a la extinción siendo bastante rara en su hábitat natural que se extiende en bosques andinos de Venezuela, Ecuador, Colombia y norte del Perú. Detalles: Jorge E. Botero, jorge. botero@cafedecolombia.com

#### f.- Eventos

Varios eventos se celebraron a lo largo del año de 2012 con asistencia de algunos funcionarios del Centro de Museos: María Cristina Moreno (**MCM**), Orlando Guerra Murcia (**OGM**), José Omar López (**JOL**) y Julián Salazar (**JS**).

\* "Nidificación en Aves Silvestres" Conferencia de la Sociedad Caldense de Ornitología (SCO) a cargo de David Ocampo, Biólogo de la Universidad de Antioquia, auditorio Centro de Museos, mayo 10 de 2012 (JS, JOL).

## \* 18 de mayo de 2012 dia internacional de los museos

Con motivo de la celebración de los 35 años del Día internacional del Museo el Centro de Museos lanzó una programación especial de 14 conferencias realizadas durante todo el mes en las instalaciones de su auditorio principal. El área de Historia Natural contribuyó con cuatro de ellas: Maravillas del Bosque Nublado (mayo 3), El Mundo de las Mariposas (mayo 10), Fantasía de los Insectos (mayo 17) e Importancia de las colecciones de Historia Natural (septiembre 25). Además proyección de películas, taller de cerámica precolombina y visitas lúdicas a cargo de Laura Puerta en mayo 18. Detalles: Centro de Museos, María Cristina Moreno, lapola9@yahoo.es (personal CM).

- \*VII Foro de Tendencias Contemporáneas en Derecho- Auditorio Tulio Gómez Estrada, sede Palogrande, profesor Andrés Botero et al., mayo 31 y junio 1 de 2012 (MCM).
- \*"La Guerra que no hemos visto. Un proyecto de memoria histórica" Exposición y programación especial, curadora Ana Tiscornia- Auditorios Tulio Gómez Estrada y del Centro de Museos, Juan M. Echeverri y Fernando Grisales, junio 5 a agosto 30 de 2012.

- \* "Arhuacos Un Mundo Mágico" Exposición fotográfica de José Fernando Martínez Agudelo en la Alianza Francesa de Manizales, inauguración 5 de julio al 3 de agosto de 2012; Alianza Francesa de Armenia, 16 de Agosto de 2012 (**JS**).
- \* "I Curso de Taxonomía de Insectos Adultos" organizado por la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, a cargo del Dr. Paulo Sergio Fiuza Ferreira, Universidad Federal de Vicosa, MG, Brasil y la Dra. Lucimar Gomes Dias, docente Dpt. Ciencias biológicas, Universidad de Caldas Laboratorio de Zoología, julio 16 y 25 de julio de 2012 (JS).
- \* "**Tercera Feria del Libro**" realizada por la Universidad de Caldas en asocio con el Festival Internacional de Teatro de Manizales, lugar Campus Palogrande Universidad de Caldas. Exposición de fotografías de Jorge Luis Borges (El Atlas de Borges), organizada por María Kodama, viuda del escritor y el Centro de Museos, septiembre 3 al 18 de 2012, (personal **CM**)
- \* Taller "Gerencia del Servicio, Integrando el Ser con el Hacer" realizado por la Oficina de Gestión Humana, lugar Finca Las Palmas-La Linda, octubre 10 al 12 de 2012 (JOL, OGM, JS).

Julián A. Salazar E.

#### **DINOSAURIOS, UN PASEO DE GIGANTES**

Moratalla, Joaquín

EDAF, Conversaciones de Ciencia: 319 pp. + figs., 2008 ISBN: 07884442450-0

Madrid-España

Este es un libro fascinante, pues el autor trata apasionadamente la vida de las criaturas prehistóricas más famosas de todos los tiempos: los dinosaurios. Como su título lo indica, paseamos con estos gigantes a lo largo de sus 319 páginas de la mano de Joaquín Moratalla, un reputado entomólogo español, especialista en huellas fósiles y estrategias reproductivas de los dinosaurios, que ha centrado su trabajo de campo en la cuenca del Rio Camero y otras localidades de su país. El libro se compone de nueve capítulos que describen algunos de los grupos más formidables de dinosaurios, desde los sagaces carnívoros hasta los gigantescos herbívoros, no sin antes hacer un repaso del origen de cada grupo con su comportamiento y biología. Quizás la parte más asombrosa del libro es cuando el autor aborda a 50 especies de dinosaurios como "los protagonistas uno a uno", dibujados con trazos bastante realistas y un completo cladograma discriminando las relaciones filogéneticas entre los diversos miembros de los Saurischia y Ornitischia, siendo prácticamente el eje temático de la obra. Por último se destacan los apartados de las huellas dejadas por los dinosaurios; los tipos de huevos que han sido encontrados en los yacimientos fósiles y un capitulo final que habla de las posibles causas de su extinción masiva que los borró sobre la faz de la tierra. No queda más que felicitar al autor por esta gran contribución que se puede adquirir en algunas librerías especializadas a un costo de \$ 40.000 o la podemos preguntar en:

Editorial EDAF, S.L. Jorge. Juan 30 28001 Madrid, España edaf@edaf.net 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 pata 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 digitarlas 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 (rellenos 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 MUESEOS** of the Universidad de Caldas is a specialized journal, whose purpose is to disclose research results in **NATURAL HISTORY** related to similar biological sciences. The journal is published 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 the 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.

(MUŃOZ, 1999, 2000) for two articles of the same author cited simultaneously. (MUŃOZ, 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": (MUNOZ, 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.

**CONSTANTINO, Luis M**. Museo Entomológico "Marcial Benavides", CENICAFÉ, Chinchiná. E-mail: luismiguel.constantino @hotmail.com

RODRIGUEZ, Gabriel INGEOMINAS, Medellín. E-mail: gabrieldimera@yahoo.com

**SALAZAR-E. Julián** MHN, Centro de Museos, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: julianadolfoster@gmail.com

RODRIGUEZ, Eynelet. Programa Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, CITEPT, Santa Marta, Colombia. E-mail: ingp.eyneletrodriguez@gmail.com

ARDILA, Gustavo. Programa Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena, CITEPT, Santa Marta, Colombia. E-mail: ing.gustavoardila@gmail.com

**PARAMO, Jorge**. Profesor Asociado Ingenieria Pesquera, Universidad del Magdalena, CITEPT, Santa Marta, Colombia.E-mail: jparamo@unimagdalena.edu.co

**BACCA, Tito** Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. E-mail: titobacca@gmail. com

**DIAS-G., Lucimar** Grupo de Investigación en genética, Biodiversidad y Fitomejoramiento, GEBIOME, Facultad de Ciencias, Exactas Físicas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: Lucimar. dias@ucaldas.edu.co

**ZUŃIGA, María del Carmen**. Grupo de investigaciones entomológicas, Dpt. Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: maczuniga@gmail.com

**SALINAS, Luis**. Grupo de investigación en Biodiversidad y Dinámica de Ecosistemas Tropicales, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. E-mail: biobaetodes@gmail.com

RODRIGUEZ, Mauricio. Laboratorio de Entomologia, Universidad de Nariño, Pasto. E-mail: maurova74@yahoo.com

RÍOS-MALAVER, Cristóbal. Instituto de Investigaciones Científicas, IVIC, Mérida, Venezuela. E-mail: cristomelidae@gmail.com

MONTAÑO, Milton. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. E-mail: milt-m@hotmail.com

MEZA, Ana María. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. E-mail: anal1668@hotmail.com

**CORREA, Tatiana**. Corporación Académica Ambiental, Ciencias del Mar, Universidad de Antioquia. E-mail: tatimares@hotmail.com

**TORO-RESTREPO, Beatriz.** Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: beatriz.toro@ucaldas.edu.co

ROSIQUE, Javier. Departamento de Antropología, Universidad de Antioquia. E-mail: Javier.rosique@siu.udea.edu.co

**GUZMAN, Oscar Adrian**. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: orcar.guzman@ucaldas.edu.co

**PEREZ, Leonardo**. Asociación de productores de Pitahaya amarilla, ASOPPITAYA, Ro9ldanillo, Valle. E-mail: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

PATIÑO, Andrés. Asociación de productores de Pitahaya amarilla, ASOPPITAYA, Ro9ldanillo, Valle. E-mail: asoppitaya.tecnico@etb.net.co

**GONZALEZ, Sulay-M**. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. E-mail: zuma\_331@hotmail.com

RAMIREZ, Yuly Paulina. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. E-mail: paulina2004\_85@hotmail.com

**RIVERA, Fredy** Grupo de Investigación en genética, Biodiversidad y Fitomejoramiento, GEBIOME, Facultad de Ciencias, Exactas Físicas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales. E-mai: Fredy. rivera@ucaldas.edu.co

**ARIEL-LÓPEZ, Germán** Grupo de Investigación en genética, Biodiversidad y Fitomejoramiento, GEBIOME, Facultad de Ciencias, Exactas Físicas y Naturales, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: german.lopez@ucaldas.edu.co

ARENAS, Sandra. Biología, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: saardi@gmail.com

GIRALDO, María Jimena. Biología, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: mjimegi@gmail.com

**BUENO, Martha Lucia**. Dpt. Biología, Instituto de Genética, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. E-mail: mlbuenoa@unal.edu.co

CASTAÑO, John Harold. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal, UNISARC. E-mail: John. castaño@unisarc.edu.co

JIMENEZ, James-A. Ingeniería Agronómica, Gerente Técnico ECOFLORA. E-mail: ide@ecoflora.com

LÓPEZ, Juan Carlos. Centro Nacional de Investigaciones del Café-CENICAFE. E-mail: juancarlos. lopez@cafedecolombia.com

SOTO, Alberto Dpto de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: alberto. soto@ucaldas.edu.co

CORAL, Fernando. Agronomía, Universidad de Nariño, Pasto. E-mail: rfernandocoral@gmail.com

BOTINA, Bibiana. Agronomía, Universidad de Nariño, Pasto. E-mail: elizabethbibiana@gmail.com

VELASQUEZ, Ángel. Agronomía, Universidad de Nariño, Pasto. E-mail: v.carlosangel@yahoo.com

CASTILLO, Jesús. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. E-mail: jacfl1995@gmail.com

**TRIANA-MORENO, Luz A**. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: luz.triana@ucaldas.edu.co

**SANIN, David** Herbario, Universidad de Caldas, Instituto de Investigaciones IIES, Manizales. E-mail. dav.sanin@gmail.com

BOHÓRQUEZ, Andrés F. Herbario, Universidad de Caldas, FAUC., Manizales. E-mail: andresfelipebo@hotmail.com

SILVA, Nixon, W. Programa Ingeniería Agronómica, Universidad de Caldas. E-mail: tinbol\_mas@hotmail.com

TORO, Daniel Ricardo. Dpt. Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, Manizales.

**JARAMILLO, Marco**. Dpt de Química, Universidad de Caldas, Manizales.

OCAMPO, Diana-M. Dpt de Química, Universidad de Caldas, Manizales

CORREA, Rosa-M. Programa de Biologia, Universidad de Caldas, Manizales

SALGADO, Paola-A. Programa de Biologia, Universidad de Caldas, Manizales

**GALVIS, John Henry**. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales.

**OCAMPO, Rogelio**. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales.

**GUTIERREZ, Paul-D**. Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Caldas, A.A. 275, Manizales.

 $w\ w\ w\ .\ 4\ -\ 7\ 2\ .\ c\ o\ m\ .\ c\ o$ 





# BOLETÍN CIENTÍFICO CENTRO DE MUSEOS MUSEO DE HISTORIA NATURAL Vol. 15 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 / Name		
Cédula / Identificatión number		
Dirección / Address		
Ciudad / City		
Departamento / State	Código	Postal /Zip Code
País / Country		
Teléfono / Phone Number		
Profesión / Profession		
Institución / Employer		
Email		
Dirección de envío /  Mailing Address		

Suscriptores Nacionales por un año: (1) Ejemplar : \$10.000 Se debe consignar en Bancafe, cuenta de ahorros Nº 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:

- 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.educ.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

Vicerrectoria 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









Esta revista se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2012 en los talleres litográficos de Capital Graphic Universidad de Caldas Manizales - Colombia