

# CIENCIA & CONSERVACIÓN

Revista de Investigación y Extensión del Centro de Estudios Conservacionistas

Volúmen 2 / 2011-2012

**BIODIVERSIDAD**



# CRÉDITOS/

## Miembros de la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

PhD. Oscar Manuel Cobar Pinto  
*Decano*  
M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto  
*Secretario Académico*  
Licda. Liliana Vides de Urizar  
*Vocal I*  
PhD. Sergio Alejandro Melgar  
*Vocal II*  
Lic. Luis Galvez Sanchinelli  
*Vocal III*  
Br. José Roy Morales  
*Vocal IV*  
Br. Cecilia Liska de León  
*Vocal V*

## Centro De Estudios Conservacionistas -CECON-

Lic. Francisco Castañeda Moya  
*Director*

## Coordinación General de la Revista

### Comité Editorial

Lic. Leonel Gustavo Hernández  
*Presidente*  
Licda. Mabel Vásquez Soto  
MSc. Mervin Pérez  
Licda. Mercedes Violeta Barrios  
Licda. Carolina Rosales Zea

### Documentación y Asistencia Editorial

Licda. Mabel Anelisse Vásquez

### Diagramación y Diseño Gráfico

Lic. Estuardo Choc

ISBN Revista Ciencia y Conservación



Volumen 2 2011-2012



Esta es una publicación del Centro de Estudios Conservacionistas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala 2012



# EDITORIAL/

La comprensión de los procesos evolutivos, ha motivado a los hombres de ciencia a la búsqueda de los principios y leyes biológicas que intervienen y rigen la adaptabilidad o extinción de las especies de forma natural. Desde que Charles Darwin moviera los cimientos de la sociedad científica del siglo XIX, a través de sus descubrimientos y el planteamiento de la teoría evolutiva "El Origen de las Especies", hasta los estudios recientes de taxonomía moderna, la ciencia ha podido determinar y diferenciar la enorme variabilidad biológica del planeta.

En este sentido, el concepto de Biodiversidad en la actualidad, abarca la variedad de organismos de cualquier tipo, incluidas las especies, los ecosistemas y la diversidad genética dentro de las mismas. Basados en ello, la conservación se orienta a acciones para la protección no solo de las especies, sino también de los ecosistemas y todos los factores abióticos y bióticos que intervienen tanto en la distribución, como en la dispersión de las mismas.

Las condiciones geológicas de Guatemala -la confluencia en el territorio de tres grandes placas: Cocos, Caribe y Norteamericana-permitieron el desarrollo a lo largo del tiempo de infinidad de ecosistemas naturales, configurados por los distintos gradientes de temperatura, humedad y precipitación. El surgimiento del Istmo Centroamericano a fines del Plioceno, convirtió a éste en puente natural para la dispersión de especies de Norteamérica hacia Suramérica y viceversa. Tales factores son clave para entender también la riqueza natural del país y los procesos de adaptabilidad de sus especies.

Dichos procesos permiten comprender a la vez la dinámica de la migración humana, su paso a través del Continente, su cambio de una vida nómada a sedentaria, así como el dominio de la naturaleza a través de la domesticación de numerosas especies de plantas y animales, lo cual fue determinante en el desarrollo cultural y económico de las primeras sociedades. Numerosas especies de plantas como el maíz, frijol, chile, tomate y calabaza, cuyas variedades silvestres tienen como centro de origen la región de Mesoamérica, fueron y son la fuente principal de alimento de las poblaciones locales y se hallan difundidas por su valor nutricional en la actualidad a escala mundial.

Evidentemente el apoyo a la investigación científica, así como la divulgación de sus resultados constituyen pieza fundamental para la construcción de estrategias para la protección y conservación de la biodiversidad, ante la constante amenaza de un modelo económico mundial basado en la extracción de los recursos naturales. La difusión de la investigación que contribuya al conocimiento de nuestro patrimonio natural y cultural constituye el firme propósito de esta revista.

**Lic. Leonel Gustavo Hernández Morales**

*Presidente del Comité Editorial*

# ÍNDICE/

---

## ENSAYO 08

Origen e Historia del Jardín Botánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala

## COMUNICACIONES 16

Análisis de la riqueza de registros de vertebrados incluidos en la base de datos de Observaciones del Centro de Datos para la Conservación

20

Registros de Diversidad Biológica asociada al barranco de Ciudad Nueva en la Zona 2 de la Ciudad de Guatemala

24

La Colección de Abejas Nativas (Hymenoptera: Apoidea) del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

30

La Colección del Herbario USCG

42

Estado de los insectos acuáticos en Guatemala: Una aproximación a su riqueza.

54

Un experimento de monitorización de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, analizado por el método STATIS

## ARTÍCULOS 68

Distribución potencial de dos especies nativas de abejorros (*Bombus*) en Guatemala

76

Diversidad de mamíferos menores en bosques montanos de Guatemala

90

Caracterización morfológica y análisis de la distribución de calahualas (POLYPODIACEAE: *Phlebodium* spp.) y otros helechos semejantes (*Polypodium* sp. y *Serpocaulon* spp.) de uso medicinal en Guatemala.

102

Captura incidental y otras causas de mortalidad de megafauna pelágica en las pesquerías guatemaltecas del Pacífico

# ENSAYO



# ORIGEN E HISTORIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## Leonel Gustavo Hernández Morales

Departamento de Estudios y Planificación-DEyP-, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 zona 10, Ciudad Guatemala. CP 01010. lghernandezm@yahoo.com

## Resumen

El Jardín Botánico forma parte de un período de gran importancia en la conservación de la historia natural de Guatemala. Fundado el 29 de diciembre de 1922 por iniciativa de la entonces Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, el Jardín Botánico fue declarado Patrimonio Natural y Cultural de la Nación por decreto legislativo 26-97.

Su creación fue influenciada por el romanticismo europeo y su construcción es reflejo de las ideas de la época, materializadas no solamente en sus monumentos históricos, si no en su patrimonio natural. Algunos de sus majestuosos árboles, araucarias, palmas reales y sus insignes ceibas, son fieles testigos de sus orígenes.

## Abstract

The Botanical Garden is part of a very important period in the conservation of the natural history of Guatemala. Founded on December 29<sup>th</sup> from 1922 by initiative from the Faculty of Natural and Pharmacy, the Botanical Garden was declared a Natural and Cultural Heritage from the Nation by legislative decree 26-97. Its creation was influenced by European romanticism and its construction is a reflection of the ideas of the time, materialized not only by its historical monuments, but also by its natural heritage. Some of its majestic trees, pines, royal palms and ceibas, are faithful witnesses of their origins.

## Contenido

El Jardín Botánico fue fundado oficialmente el 27 de diciembre de 1922 por iniciativa de la entonces Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia (folio 253 de Junta Directiva, 19 de agosto de 1922), y declarado Patrimonio Natural y Cultural de la Nación por decreto legislativo 26-97.

La Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia informó al Ministro de Instrucción Pública, el acuerdo para celebrar la fundación del Jardín Botánico en conmemoración del centenario del nacimiento de Luis Pasteur el 27 de diciembre del mismo año y la colocación de un busto en su honor (**folio 253 del Acta de Junta Directiva del 19 de Agosto de 1922**) según una carta del 21 de agosto de 1922, firmada por el presidente del citado organismo.

Ese mismo año la Facultad inició los trámites para la formación de un semillero y la rotulación del Jardín Botánico (folios 231-2 y 233-4 del Acta de Junta Directiva del 17 de Julio de 1922) solicitando además fueran al mismo, ejemplos de la flora de todos los departamentos de Guatemala (**folio 238 de la misma fecha**).

En el lugar también fue instalada una estación meteorológica, cuyas observaciones dieron inicio desde el mes de enero de 1922. Dicha unidad contaba con un pluviómetro, un pigó-

metro, un barómetro, varios termómetros y una torre de observación. Las investigaciones quedaron a cargo del Ministerio de Agricultura quien además fue el encargado de dar mantenimiento al equipo, donado por el Dr. Eduardo Saravia al citado ministerio (**folio 247 del Acta de JD del 12 de agosto de 1922**).

Sin embargo, los primeros intentos de creación de un jardín botánico universitario se dieron desde 1910, bajo la dirección del entonces Decano de la Facultad de Medicina y Farmacia, Dr. Julio Rosal, quien inició los trámites para la adquisición de un terreno en colaboración con el licenciado Eduardo Saravia, profesor de Botánica Médica. Al fundarse la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia el 18 de septiembre de 1918 ésta queda a cargo de las gestiones del Jardín Botánico.

Estas gestiones fueron reafirmadas y encomendadas a las autoridades de la recién creada Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia. También se dieron otros planteamientos, ya que en 1920 surgió la propuesta para la creación de un jardín en la Plazuela de San Sebastián conjuntamente con la Municipalidad (**Acta de Junta Directiva del 24 de abril de 1920**). Esta última recibe como donación 4 puertas de hierro de la baranda del Parque Central. El proyecto finalmente fue rechazado por la entonces municipalidad por no contar la plazuela con suficiente espacio.

Ante esta situación las autoridades universitarias permitieron que los representantes de la Facultad

mencionada continuaran con los trámites, entre ellos el doctor Rodolfo Robles, primer decano de la misma y el licenciado Eduardo Saravia (**Revista Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2008: p.8**)

El 28 de febrero de 1923 la Junta Directiva de la facultad nombra al entonces profesor Ulises Rojas como director del Jardín Botánico con un sueldo mensual de 5880 pesos, asignándose 5000 pesos<sup>1</sup> para el funcionamiento del mismo, lo cual equivalía a 98 quetzales y 88 quetzales con 33 centavos respectivamente. Este mismo año se solicitó al nuevo director que formula el reglamento, horario y catálogo del recién inaugurado jardín, iniciándose además las gestiones para la obtención de semillas del extranjero y el envío de material botánico a otras universidades (**folio 279 del Acta de JD del 28 de febrero de 1923**).

Las actas de la Junta Directiva de la Facultad dan cuenta del canje de plantas entre el Jardín Botánico y el vivero de Coyoacán, México así como la solicitud al Jardín de un donativo de plantas raras por parte de la Universidad de Tours, Francia. En el año de 1924 el entonces Ministerio de Fomento dona al Jardín 3 estatuas de mármol para el embellecimiento del mismo. Actualmente

<sup>1</sup> El peso fue la base del sistema monetario español equivalente a 8 reales e implantado en América durante la Colonia. En Guatemala su circulación tuvo curso legal hasta 1924 cuando es sustituido por el quetzal como unidad monetaria por ley del 26 de noviembre del mismo año y con un valor de cambio de 60 pesos por un quetzal.

sabemos que una de ellas formó parte de los jardines del Palacio de la Reforma, el cual se encontraba donde hoy es el Obelisco, al final de la Avenida Reforma. Este palacio fue levantado en honor del caudillo Justo Rufino Barrios. Posiblemente las otras dos estatuas también procedan de este espacio.

Este mismo año la Facultad dotó al Jardín del personal necesario para su funcionamiento asignando 2000 pesos mensuales para la contratación de un maestro de obra y 2080 pesos para el pago de cuatro jardineros.

Con este nuevo concepto surgieron algunos parques como la Plaza de los Remedios (hoy Parque Concordia) el cual fue transformado por la intervención del francés Julio Rosignón, quien introdujo al país especies como el eucalipto, el níspero japonés, el té limón entre otras. Entre 1872 y 1874 Rosignón, creó en tal espacio un nuevo concepto de jardín basado en cuatro ambientes, separados por calles y avenidas, cada uno de ellos con colecciones de plantas, tanto exóticas como nativas, entre las que destacaba uno dedicado a reproducir la vegetación de las tierras cálidas, en particular palmeras, instalándose en él Kioscos e iluminación para actividades culturales nocturnas (**Marroquín y Larios, 1998**).

Este mismo modelo fue incorporado algunos años después en la Plaza Mayor de la ciudad, al iniciarse la jardinería de este espacio en 1889 durante el gobierno de Manu-



**Fotografía 1. Escuela Práctica para Varones, destruida por los terremotos de 1917/18.** Ocupaba el lugar donde actualmente se ubica el Jardín Botánico. Archivo Museo Nacional de Historia.

el Lisandro Barillas. La obra diseñada por Romualdo Piatkowski, introdujo la colocación de una barda perimetral elaborada por Castella, así como la creación de espacios para jardines y la colocación de numerosas estatuas.

Durante el gobierno de José María Reyna Barrios (1892-1898) el trabajo de numerosos artistas embelleció la ciudad. Una de sus principales obras consistió en el trazado del boulevard 30 de Junio (hoy avenida La Reforma) en 1894, inspirado en los grandes bulevares franceses, en el cual se pretendía la construcción de hermosos palacios y chalets (**Bonilla, 1996: p.645**). Dicho paseo fue completado con la construcción de un tranvía (ferrocarril Deauville). Inaugurado el 24 de diciembre de 1895 tenía una extensión de 5 kilómetros partiendo desde el Puente de la Penitenciaría al extremo sur donde al poco tiempo se construiría el Palacio de la Reforma (actual Obelisco).

El citado Palacio fungió como Museo. Fue una edificación inaugurada en 1896 en homenaje a Justo Rufino Barrios, frente al mismo se encontraba la estatua ecuestre del reformador, llevada más adelante a la Plazuela Barrios en la zona uno de la ciudad de Guatemala, posteriormente estuvo en el paseo las Américas, de donde retornó a la Plazuela Barrios en la 18 calle y 9ª avenida, zona 1. Los jardines que rodeaban aquel recinto y la estatua de Barrios, fueron adornados con numerosas estatuas de mármol procedentes de Italia de gusto Kitsch<sup>2</sup>. El área fue utilizada para la inauguración de la I Exposición Industrial Centroamericana en 1897. Ese mismo año fue construido el Cuartel de Artillería, hoy Antigua Escuela Politécnica.

Con la llegada al poder de Manuel Estrada Cabrera (1898-1920), se continuaron los trabajos urbanísticos en la ciudad con la construcción de numerosos monumentos. El gobernante mencionado inauguró importantes obras artísticas como el Mapa en Relieve (Hipódromo del Norte) el monumento erigido por el ejército para conmemorar la entrada del ferrocarril, ubicado al principio de la Avenida Reforma.

En este mismo período fue construido el Asilo Estrada Cabrera, actualmente sede del Ministerio de Educación y el Hogar Joaquina levantado en honor de la progenitora del

<sup>2</sup> Tendencia decorativa y arquitectónica muy de moda a fines del siglo XIX y principios del XX que imitó a través de copias en serie las obras artísticas provenientes del neoclásico y el romanticismo.

gobernante en donde hoy está el predio que ocupó el Hospital Militar.

A este mismo lapso corresponden las estatuas de bronce de numerosos animales que actualmente se integran a la Avenida de La Reforma las cuales fueron elaboradas en Italia y Francia, pero constituyen piezas de producción industrial catalogadas hoy como se mencionó antes, como arte kitsch, ya que con las mismas revistieron avenidas y paseos de la América Latina para ese momento.

Una de las edificaciones más importantes ligadas a la historia del Jardín Botánico fue la Escuela Práctica para Varones (fotografía 1). Inaugurada el 4 de junio de 1905 estuvo equipada con un moderno laboratorio de física y química, al igual que instalaciones deportivas que incluían gimnasio y piscina (**Antillón, 1996: p.564**). Los terremotos de 1917/18 provocaron la destrucción de esta escuela al igual que numerosas edificaciones de la Nueva Guatemala de la Asunción.

Al quedar vacío este segmento fue aprovechado para realizar en el mismo, el Jardín Botánico que con los años se constituyó en una de las colecciones más importantes del acervo botánico de Guatemala, respondiendo así al deseo del Liberalismo de enaltecer la ciencia frente a la escolástica medieval, tan importante para exaltar los valores científicos frente a los religiosos que imperaron en América Latina hasta casi entrado el siglo XX, como sucedió en Guatemala (fotografía 2).



Su primer director, el Doctor Ulises Rojas, quien era además docente de la Facultad, fungió en el citado cargo en los períodos comprendidos de 1923 a 1931 y de 1934 a 1957.

Durante la administración del Rector Licenciado Miguel Asturias Quiñones en los primeros años de la década de los cincuenta, se efectuaron los trabajos de remodelación, que implicaron el trazado de senderos y la construcción de edificios, así como la restauración de los jardines ilustrativos. En esta época el Jardín es transformado a un estilo francés a similitud de los Jardines de Versalles, pero utilizando plantas nativas de Guatemala.

En el año de 1969, fue preparada la primera edición del Index Seminum del Jardín Botánico de la Universidad de San Carlos, con un tiraje de 120 ejemplares. En dicho año se inició formalmente el intercambio internacional de semillas y otros materiales reproductivos con otras regiones del mundo- aunque las actas y documentos de la facultad indican que desde sus inicios el Jardín mantuvo relación con otros jardines botánicos del orbe- llegando en la década de los setenta a mantener relaciones con más de 60 jardines de 17 países entre los que figuraban Alemania, Francia, Austria, la antigua Checoslovaquia, Costa Rica, Argentina, Israel, China e India entre otros.

Posteriormente se efectuaron trabajos de remodelación del Jardín que implicaron la colocación de baldosas en el sendero central así como la elaboración de pérgolas. Estos

fueron efectuados por la Doctora Elfriedge de Pöll entre 1977 y 1980 con el apoyo del Licenciado Mario Dary Rivera, ex rector de la Universidad de San Carlos y reconocido conservacionista creador de los biotopos del Quetzal y del Manatí. La Doctora Pöll incrementó significativamente las colecciones botánicas vivas del Jardín.

En 1971 el Jardín contaba con un total de 3000 especies diferentes y 7000 ejemplares sin tomar en cuenta especies exóticas. Solamente en el año de 1977 fueron adquiridas 50 docenas de orquídeas, 5 matas de helechos arborescentes (género *Alsophila*), 30 matas de café (*Coffea arabica*) y 72 matas de rosas (Pöll, Informe de Actividades, Jardín Botánico, Año de 1977). El orquideario llegó a contar con una colección de aproximadamente 110 especies y se ubicaba en el actual invernadero.

El Jardín Botánico constituye un área única dentro de la capital dedicada al estudio de la flora guatemalteca con gran potencial para la educación y la promoción turística en el país. Declarado un Monumento Nacional protegido por el decreto legislativo 26-97, Ley para la Protección del Patrimonio Cultural y sus reformas contenidas en el decreto legislativo 81-98, el Jardín Botánico, contiene bienes patrimoniales históricos de gran importancia, los cuales se encuentran actualmente registrados, figurando entre ellos el edificio, el portón frontal, la verja, las glorietas y la estatua (La Chata). Fotografías 3, 4 y 5.

### Literatura citada

Antillón, Josefina. Historia General de Guatemala. Guatemala, Tomo V, Asociación de Amigos del País, Fundación para la Cultura y el Desarrollo. 1996. P.564.

Archivo Junta Directiva, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC.

Bonilla, Rolando. Historia General de Guatemala. Guatemala, Tomo IV, Asociación de Amigos del País, Fundación para la Cultura y el Desarrollo. 1996. P.645.

Marroquín, M. y Larios, R. El Parque Concordia: Una página de la Historia de la Ciudad de Guatemala. Revista Estudios. IIHAA, Escuela de Historia, USAC. 1998.

Poll, E. Catálogo de Orquídeas. Jardín Botánico, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. 1980

Poll, E. Catálogo de Plantas del Jardín Botánico, USAC, 1971.

Poll, E. Informe de Actividades, Jardín Botánico, USAC, 1977.

Revista del XC Aniversario de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2008



**Fotografía 2.** Trabajos de remodelación del Paseo La Reforma, probablemente entre 1920-1925. Nótese el pórtico y verja del Jardín Botánico. Archivo Jardín Botánico



**Fotografía 3.** Vista de Glorieta y pérgola de metal. Al fondo se observa el Cactario del Jardín Botánico. Archivo DEYP/CECON



**Fotografía 4.** Vista actual del Portón Frontal del Jardín Botánico. Archivo DEYP/CECON



**Fotografía 5.** Detalle de una terraza del Jardín Botánico. La estatua (La Chata) del fondo data de finales del siglo XIX. Archivo DEYP/CECON

# COMUNICACIONES



# ANÁLISIS DE LA RIQUEZA DE REGISTROS DE VERTEBRADOS INCLUIDOS EN LA BASE DE DATOS DE OBSERVACIONES DEL CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN

## Manolo García

Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 zona 10, Ciudad Guatemala. CP 01010.  
garcia.manolo@usac.edu.gt

## Resumen

Para la toma de decisiones relacionadas al manejo de la diversidad biológica es necesario contar con información accesible, ordenada y estandarizada, y que a la vez tenga una representación espacial. Con este fin fue creado el Centro de Datos para la Conservación (CDC) del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos. El CDC administra la información de diversidad biológica y conservación, por medio de la metodología de Patrimonio Natural, la cual es compartida con otros CDCs en Norte y Latinoamérica. El objetivo de esta comunicación fue conocer la riqueza de vertebrados contenida en los registros de la base de datos de observaciones del CDC. Se realizó una búsqueda para los grupos de vertebrados, obteniendo un total de 20763 registros pertenecientes a 1575 especies. Se contabilizó el número de especies para las categorías: Clase, Orden, Departamento, categoría de amenaza y de ser el caso, también el área protegida. Los principales hallazgos se presentan en esta comunicación.

## Abstract

For decision making related to biological diversity management, is necessary to have available accessible, organized, and standardized data, which also have a spatial representation. With this purpose was created the Centro de Datos para la Conservación (CDC) which manages biodiversity and conservation data based on the Natural Heritage methodology, shared with other CDCs from North and Latin-America. The objective of this communication was to know the vertebrate richness contained in the CDC database. A query was performed in the CDC Database looking for data from all vertebrates Classes, obtaining a total of 20763 records belonging to 1575 species. It was estimated the number of species per each Class, Order, Departamento, threat category and protected area. The main findings are presented in this document.

## Contenido

La actual pérdida de diversidad biológica es una preocupación a nivel mundial, siendo necesario el desarrollo de herramientas y estrategias que permitan su conservación. Sin embargo, para el conocimiento, la conservación y manejo de la diversidad biológica es indispensable contar con información accesible, ordenada y estandarizada. Debido a lo anterior, el manejo e intercambio de información se incluye en el Convenio de Diversidad Biológica (Artículo 17), y es un área de acción en la Estrategia Nacional para el Uso sostenible y Conservación de la Biodiversidad y Plan de Acción (CONAP, 1999).

En el año 1989 se crea el Centro de Datos para la Conservación (CDC) del Centro de Estudios Conservacionistas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para el manejo de Datos de Conservación y Biodiversidad (BCD por sus siglas en inglés), por medio de la metodología de Patrimonio Natural compartida con otros CDCs de Canadá, Estados Unidos y varios países de Latinoamérica. La metodología de Patrimonio Natural integra bases de datos, centros de documentación y sistemas de información geográfica, para recopilar, estandarizar, clasificar, analizar y presentar la información, orientado al apoyo en la toma de decisiones concernientes al manejo de los recursos naturales en el territorio. Una de las primeras etapas de la metodología, consiste en la captura de *observaciones* de presencia de especies y ecosistemas en localidades específicas, las cuales se refieren a datos provenientes de libretas de campo de investigadores, ejemplares en museos

nacionales e internacionales, reportes en tesis e informes técnicos. Cada observación puede describir a un solo individuo o un grupo de individuos.

Posterior a la captura de registros de observaciones, continúan una serie de pasos para delimitar espacialmente, unidades de conservación que permitan la planificación y ordenamiento del uso de los recursos naturales en el territorio y la evaluación de impactos negativos. En esta comunicación se presenta información almacenada en la base de datos del CDC, sobre registros de observaciones de vertebrados realizadas en Guatemala. Se llevó a cabo una búsqueda de los registros de observaciones para las Clases Chondrichthyes (peces cartilaginosos), Actinopterygii (peces de aleta radiada), Amphibia (anfibios), Reptilia (reptiles), Aves (aves) y Mammalia (mamíferos). Se contabilizó el número de especies por Clase, Orden, Familia, Departamento (Estado) y de ser el caso, el área protegida.

Como resultado se obtuvieron 20763 registros de observaciones pertenecientes a 1575 especies distribuidas en las siguientes Clases: Chondrichthyes (16 especies), Actinopterygii (416 especies), Amphibia (96 especies), Reptilia (156 especies), Aves (665 especies) y Mammalia (226 especies). Los Ordenes con más especies fueron Passeriformes (323 especies), Perciformes (230 especies), Squamata (138 especies) y Chiroptera (98 especies). Las Familias con mayor número de especies fueron Colubridae (67 especies), Tyrannidae (63 especies), Phyllostomidae (55 especies), Parulidae (45 especie) y Trochilidae (40 especies). En cuanto al grupo de los peces, en la Clase Chondrichthyes, el Orden con ma-

yor número de especie fue Rajiformes con 7, y para la Clase Actinopterygii, Perciformes presentó 230 especies. En los anfibios, el Orden con más especies fue Anura con 69; y en reptiles, el Orden con mayor número de especies fue Squamata con 138. Para el grupo de las aves, los Órdenes con más especies fueron Passeriformes (323), Charadriiformes (50) y Apodiformes (48). En los mamíferos, los Ordenes con mayor número de especies fueron Chiroptera (98), Rodentia (54) y Cetacea (23).

Se reportaron especies incluidas en la Lista de Especies Amenazadas preparada por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, en las tres Categorías: 1 (14 especies), 2 (73 especies) y 3 (205 especies), y en los Apéndices del Convenio Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas (CITES): I (33 especies), II (127 especies) y 3 (1 especie) + 3(GT) (7 especies). Con respecto a las categorías de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): Vulnerables (27 especies), Críticamente amenazadas (20 especies), Amenazadas (23 especies), Cercanas a estar amenazadas (39 especies), Con datos deficientes para catalogar (13 especies) y Extinta (1 especie). Las familias con más especies vulnerables y críticamente amenazadas son Hylidae (20 especies), Plethodontidae (14 especies) y Craugastoridae (14 especies).

Los Departamentos que presentan mayor número de especies son Petén (627 especies), Izabal (513 especies), Alta Verapaz (459 especies) y Huehuetenango (452 especies), que a la vez son los que presentan mayor número de registros. Con respecto a la cantidad de registros,

Totonicapán (74 registros) y Jalapa (155 registros), presentaron la menor cantidad de registros. Del total para el país, 138 municipios no presentan registros de observaciones. Aproximadamente el 50% de los registros se encuentran adentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, que a su vez cubre aproximadamente el 32% del país. Las áreas con mayor cantidad de especies en la base de datos son Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil (294 especies), Zona de Uso Múltiple (ZUM) de la Reserva de Biosfera Maya (RBM) (283 especies), Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo (282 especies), Reserva de Usos Múltiples Monterrico (275 especies) y Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas. Entre las áreas que presentan mayor cantidad de especies amenazadas se pueden mencionar Cerro San Gil, Volcán Tajumulco y Sierra de las Minas.

De acuerdo al total de especies de vertebrados reportadas para el país por CONAP (2008), en la Base de datos del CDC se encuentran registros de observaciones pertenecientes al 67% de las especies, y la siguiente representación para cada grupo: Ictiofauna (42%), anfibios (67%), reptiles (64%), aves (92%) y mamíferos (99%).

La cantidad de registros en cada sitio depende del número de estudios en cada área y sus publicaciones, así como de la representatividad de los mismos en la base de datos del CDC, ya sea por aportes de los investigadores o capacidad de captura de información sobre diversidad biológica por el CDC. Sin embargo, aún cuando la información contenida en la Base de datos no representa el total de la información generada para el país, puede mostrar algunas

tendencias generales de la información sobre diversidad biológica disponible, como por ejemplo el bajo número de registros en general. Al comparar el total de observaciones con el área del país (excluyendo la zona económica exclusiva en los mares) se tiene una densidad de 0.2 registros/km<sup>2</sup>.

Con base a los resultados se evidencia la importancia del manejo de la información, así como la ausencia de registros dentro y mayormente fuera de áreas protegidas. Se requiere de un gran esfuerzo para recopilar la información que se encuentra dispersa, así como la generada por nuevos estudios. Por lo que es importante la participación y colaboración de investigadores e instituciones en la provisión de información a bases de datos estandarizadas sobre diversidad biológica que puedan ser consultadas por investigadores y tomadores de decisión en beneficio de la conservación en el país.

## Literatura citada

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 2008. Guatemala y su biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. 650 p.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 1999. Estrategia Nacional para el uso sostenible y la conservación de la Biodiversidad. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. 115 p.

# REGISTROS DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA ASOCIADA AL BARRANCO DE CIUDAD NUEVA EN LA ZONA 2 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

**Manolo García**

Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 zona 10, Ciudad Guatemala. CP 01010. [garcia.manolo@usac.edu.gt](mailto:garcia.manolo@usac.edu.gt)

## Resumen

En la Ciudad de Guatemala la mayoría de sistemas naturales han sido alterados en distinto grado, siendo las áreas menos impactadas aquellas de difícil acceso, como los barrancos. Estos sitios representan en la actualidad importantes refugios para especies nativas de flora y fauna. La presente comunicación reporta observaciones no sistemáticas de diversidad biológica asociada al barranco de la Zona 2 de la Ciudad de Guatemala, durante el periodo comprendido entre junio 2007 y mayo 2011. Se registró un total de 82 especies pertenecientes a las Clases Reptilia (reptiles), Aves (aves) y Mammalia (mamíferos), distribuidas en 15 Órdenes y 36 Familias, entre las cuales se encuentran 16 amenazadas y 12 susceptibles al tráfico ilegal. En base a los resultados obtenidos se evidencia la importancia de los barrancos como áreas para la conservación de especies silvestres.

## Contenido

La alta transformación de los hábitats naturales en áreas urbanas ha ocasionado que la diversidad remanente se limite principalmente a las áreas verdes. En la ciudad de Guatemala se ha identificado a los barrancos como áreas verdes y zonas de conservación de diversidad biológica en medio de las zonas urbanas e industriales. Los barrancos forman parte del Cinturón Ecológico Metropolitano promovido por la ONG Fundaeco y la Municipalidad de Guatemala (Fundaeco, 2005).

En el presente documento se brinda información sobre diversidad biológica asociada al barranco de Ciudad Nueva, Zona 2 de la Ciudad de Guatemala. Las observaciones fueron realizadas de manera no sistemática entre junio 2007 y mayo 2011. La mayoría de éstas provienen de avistamientos directos de individuos o de sus rastros, desde un terreno privado ubicado en la ladera este del barranco.

Se documentó para el área de estudio un total de 82 especies, pertenecientes a 3 Clases, 15 Ordenes y 36 Familias (Tabla I). De estas especies, 16 se encuentran incluidas en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas y 12 en el Convenio Internacional sobre el Tráfico de Vida Silvestre (CITES por sus siglas en inglés) (CONAP, 2009).

Se observaron cinco especies del grupo de los reptiles (Clase Reptilia), dos del género *Sceloporus* (lagartijas escamosas) (en LEA), *Corytophanes percarinatus* (turipache) (en LEA), *Sphenomorphus assatus* (lagartija) y *Micrurus nigrocinctus* (coral).

## Abstract

In Guatemala city, most of the natural systems have been disturbed, and less impacted areas are those with difficult access, such as gullies (barrancos). These areas are important refuges for native fauna and flora species. In the present document, non-systematic records from biodiversity associated with the barranco at the Zona 2, taken from June 2009 to May 2011. A total of 82 species have been reported belonging to 3 Classes (reptiles, birds and mammals), 15 Orders and 36 Families, and there are 16 threatened and 12 susceptible to illegal traffic. These results show the importance of the barrancos as areas for wildlife conservation.



El grupo mejor representado en ésta área son las aves (Clase Aves) con 73 especies, incluyendo especies residentes, migratorias y transeúntes. Se han reportado varias especies incluidas en la LEA y CITES pertenecientes a las Familias Cracidae, Accitripidae, Strigidae, Psittacidae y Trochilidae (CONAP, 2009). Durante la temporada migratoria se observó la conformación de pequeñas parvadas de especies insectívoras, integradas principalmente por chipes (Familia Parulidae), atrapa-moscas (Familias Tyrannidae), viros (Familia Vireonidae) y pirangas (Familia Thraupidae). En los meses de abril y mayo se avistaron especies migratorias con sus plumajes reproductivos bastante desarrollados, por lo que se supone que son individuos con zonas invernales más al sur de Guatemala, mudando en el viaje de regreso a las zonas de reproducción en Norteamérica.

Los mamíferos (Clase Mammalia) presentan cuatro especies: *Didelphis* sp (tacuacín), *Dasyprocta novencinctus* (armadillo), *Procyon lotor* (mapache) y *Sciurus deppoi* (ardilla), todas incluidas en la LEA (CONAP, 2009). A excepción de las ardillas, los mamíferos presentan hábito nocturno.

**Tabla I. Taxa de vertebrados terrestres reportados para el barranco de Ciudad Nueva zona 2 de la Ciudad de Guatemala**

Clase	Ordenes	Familias	Especies	LEA	CITES
Reptilia	1	3	5	2	0
Aves	10	29	73	10	12
Mammalia	4	4	4	4	0
TOTAL	15	36	82	16	12

Fuente: Registros de campo 2007-2011.

Se observó que la fauna silvestre reportada utiliza diferentes especies de flora silvestre e introducida (árboles frutales como níspero, guayaba y cítricos) como fuente de alimento y de material para anidamiento.

El hecho que 16 especies presentes en el barranco de la Zona 2 se encuentran incluidas en la LEA, resalta la importancia del área para la conservación de especies amenazadas y la diversidad biológica en general. Así mismo, por las 12 especies incluidas en el CITES, las cuales son vulnerables ante el tráfico de vida silvestre, se recomienda que exista control y vigilancia por parte de autoridades y vecinos para evitar la extracción de vida silvestre.

En el estudio de Ixcot et al. (2007) sobre la diversidad del Departamento de Guatemala, se realizaron muestreos biológicos en distintos puntos del Departamento, incluyendo el barranco de la zona 2. En dicho estudio se documentaron para ésta área dos especies de anfibios, incluyendo una posible especie nueva del género *Craugastor*. Así mismo, se reportan 18 especies de aves, y tres especies adicionales de mamíferos:

el conejo (*Sylvilagus florindanus*), la cotuza (*Dasyprocta punctata*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Las principales amenazas detectadas en el área son la disminución del hábitat, principalmente por la construcción de zonas residenciales y el vertido ilegal de basura.

Es necesario establecer programas de educación ambiental dirigidos a centros educativos del área, vecinos de la zona y a la población en general, que promuevan la valorización de la diversidad biológica, resaltándose la importancia de que la población no compre flora y fauna silvestre, y de esta manera no se contribuya con el tráfico ilegal de especies.

Para los residentes del área, se recomienda evitar acciones que perjudiquen a la vida silvestre. Es recomendable el control de animales domésticos (perros y gatos), para evitar que deprenden la fauna silvestre. El vertido ilegal de basura también pone en riesgo a la vida silvestre, incluyendo desechos sólidos que pueden representar trampas mortales como toneles y botes plásticos vacíos, entre otros.

Así mismo, es importante promover la existencia de flora en éstas áreas, que aporte recursos para la sobrevivencia de las poblaciones de fauna. Para esto se recomienda la protección de las especies de flora silvestre y la reforestación con especies nativas, incluyendo especies de pino y encino que formaron parte del hábitat original.

Una vez más se resalta la importancia, no sólo de este barranco, sino de todo

el cinturón ecológico metropolitano para la conservación de la vida silvestre y prestación de servicios ambientales. Los barrancos representan además, importantes áreas verdes para la recreación y bienestar de la población en general, especialmente para aquellos que buscan un espacio natural en medio del ambiente urbano.

Agradecimientos a Manuel Acevedo por su ayuda en la determinación de especies de reptiles y a Vanessa Dávila en la obtención y aporte de registros.



Huella de mapache (*Procyon lotor*) /Manolo García



Coral (*Micrurus nigrocinctus*) /Manolo García

### Literatura citada

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2009). Listado de Especies Amenazadas de Guatemala –LEA-. Documento técnico 67 (02-2009). Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.

Fundaeco. (2005). Propuesta técnica para el establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano de la Ciudad de Guatemala (Primera parte). Fundaeco y Soros. 74pp.

Ixcot, L.C.; Acevedo, M.; Barrios, M.; Cano, E.; Castillo, N.; Enríquez, H.; y Quiñonez, J. (2007). Diversidad biológica en el Departamento de Guatemala. Informe Final del Proyecto FD 29-06. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-. Guatemala. 105pp.

# LA COLECCIÓN DE ABEJAS NATIVAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**<sup>1</sup>Enríquez E, <sup>1</sup>Yurrita C, <sup>1</sup>Vásquez M, <sup>1</sup>Armas G, <sup>1</sup>Dardón MJ & <sup>1</sup>Escobedo N.**

<sup>1</sup>Unidad de Investigación para el conocimiento, uso y valoración de la Biodiversidad, DEyP, CECON, Fac. Farmacia, USAC. Avenida Reforma 0-63 Zona 10, Guatemala, C.A.  
Correo: enriquez.eunice@usac.edu.gt

## Resumen

La Colección de Abejas Nativas de Guatemala del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuenta con un total de 12306 especímenes de abejas, agrupadas en 78 géneros y 376 especies. Las colectas de dicha colección representan 21 de los 22 departamentos, así como 89 de los 333 municipios en los cuales se divide la República de Guatemala. El 47.07% de las especies pertenecen a la familia Apidae, el 28.99% a Halictidae, el 15.42% a Megachilidae, el 3.19% a Andrenidae y el 5.32% a Colletidae. El 42.02% del total de especímenes se encuentra identificado a nivel específico y 7937 (64.5%) se encuentran actualmente digitalizados en bases de datos.

## Abstract

The Collection of Native Bees of Guatemala has a total of 12306 specimens, including 78 genera and 376 species. The Collection has representatives from 21 of the 22 departments and 89 of the 333 municipios in which the Republic of Guatemala is divided. Of the total number of species the 47.07% is represented by the family Apidae, the 28.99% for Halictidae, the 15.42% by Megachilidae, the 3.19% by Andrenidae and the 5.32% by Colletidae. However, only the 42.02% of the total of specimens are identified to a specific level. Finally, only 7937 specimens (64.5%) are currently digitized on databases.

## Contenido

A partir del año 2000, en el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología (LENAP), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, se colectaron los primeros especímenes de la actual Colección de Abejas Nativas de Guatemala (CAN) (Enríquez *et al.*, 2000; Enríquez *et al.*, 2003). Posteriormente, Enríquez & Yurrita (2004) iniciaron las colectas sistemáticas en distintos biomas a nivel nacional (Enríquez *et al.*, 2004; Enríquez *et al.*, 2007). Luego se fueron desarrollando distintas tesis a nivel de licenciatura que contribuyeron al incremento de especímenes (Armas, 2009; Dardón, 2005; Escobedo, 2010; Maldonado, 2009; Rodríguez, 2008; Vásquez, 2007)

En el año 2009, la CAN fue trasladada al Centro de Estudios Conservacionistas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, donde se encuentra actualmente. En esta nueva sede se continuaron las colectas de especímenes de abejas (Enríquez *et al.*, 2010; Marroquín, 2009; Marroquín, 2010; Vásquez *et al.*, 2010). Posteriormente, la CAN fue registrada ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, en fecha 2 de noviembre del 2010, con el nombre de “Colección de Abejas Nativas de Guatemala”. Actualmente, pertenece a la “Unidad de investigación para el conocimiento, uso y valoración de la biodiversidad” –Unidad de Biodiversidad–, del Departamento de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Conservacionistas y contiene un total de 12306 especímenes.

Aunque varios especialistas en sistemática de abejas han visitado la CAN y han determinando a nivel específico cerca del 42.02% de las especies, ha destacado el trabajo realizado por: 1) el Dr. Ricardo Ayala del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México, quien ha visitado durante





Especímenes de *Trigona (Trigona) fulviventris* / M. Vásquez

varios años consecutivos la CAN, contribuyendo con la determinación de los grupos Meliponini, Euglosinini, Xylocopini y Bombini. 2) el Dr. Terry Griswold del ARS Bee Biology and Systematics Laboratory de la Utah State University, quien en el año 2009, visitó la CAN, contribuyendo con la determinación de muchas especies, principalmente de la familia Megachilidae.

El 80% de los datos de cada uno de los especímenes de la CAN se encuentran digitalizados en una base de datos diseñada específicamente para dicha colección. Esta base de datos incluye diver-



*Xenoglossa* sp. en flor de *Cucurbita* sp./ E. Enríquez

sos campos en los siguientes aspectos: sitio de colecta, datos georeferenciales, colector, clasificación taxonómica y recursos florales utilizados. Además se encuentran disponibles de forma gratuita en el enlace de la Red Interamericana de información sobre biodiversidad –IABIN- (<http://www.iabin.net/>) (Enríquez *et al*, 2010).

La CAN está representada por 78 géneros y 376 especies de abejas, de las cuales, solamente el 42.02% se encuentran identificadas a nivel específico. La proporción de especies en cada una de las familias presentes en la colección es

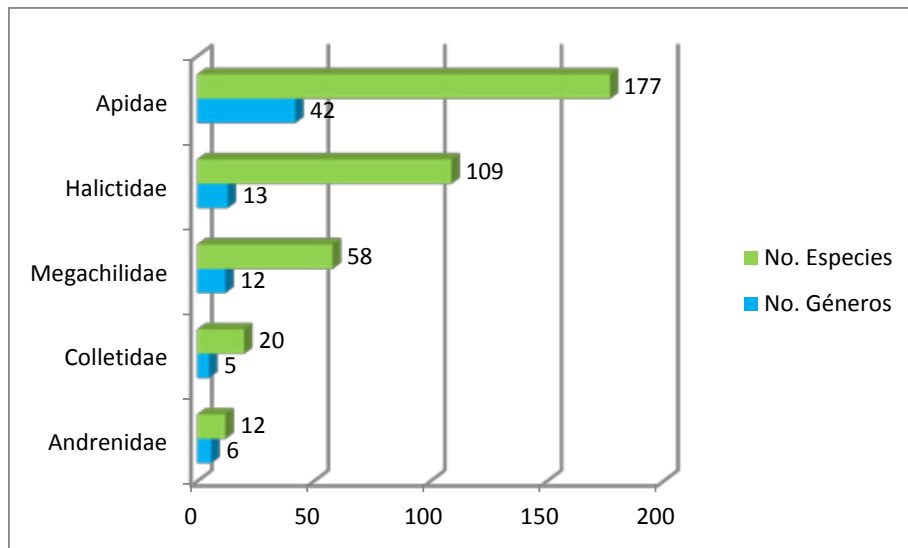


*Bombus ephippiatus* en *Dahlia imperialis* / N. Escobedo

la siguiente: Apidae es la que presenta mayor riqueza de especies (47.07 %). Le sigue Halictidae (28.99%), Megachilidae (15.42 %), Colletidae (5.32 %) y Andrenidae (3.19 %) (Figura 1).

Los sitios de colecta de la CAN incluye colectas en todos los biomas (7) reportados por Villar (1993) para Guatemala (Figura 2). También representan 21 de los 22 departamentos, así como, 89 de los 333 municipios, en los que se divide la República de Guatemala. Por lo que en la CAN se encuentra representado gran parte del territorio nacional, denotando un gran esfuerzo de colecta

**Figura 1.** Distribución de géneros y especies por familia de Apoidea presentes en la colección de abejas nativas.



Halictidae: Augochlorini en Astera-ceae / E. Enríquez

realizado por los autores desde el año 2000 hasta los corrientes. Sin embargo, se puede observar que el departamento de Jalapa en la región de oriente, aún no hay colectas. Por otro lado, en la región norte, principalmente Quiche y Huehuetenango está pobremente representado. Así mismo, al sur del país, en los departamentos del pacífico, como Escuintla y Retalhuleu, una región con un extensivo uso agrícola, muestra un bajo número de colectas.

Finalmente, junto con la información de las colectas de abejas, se cuenta con información sobre las especies de plantas que visitan. Por ejemplo, una de las especies de abejas con mayor número de plantas visitadas es *Trigona (Trigona) fulviventris* (con reportes de 44 especies de plantas).

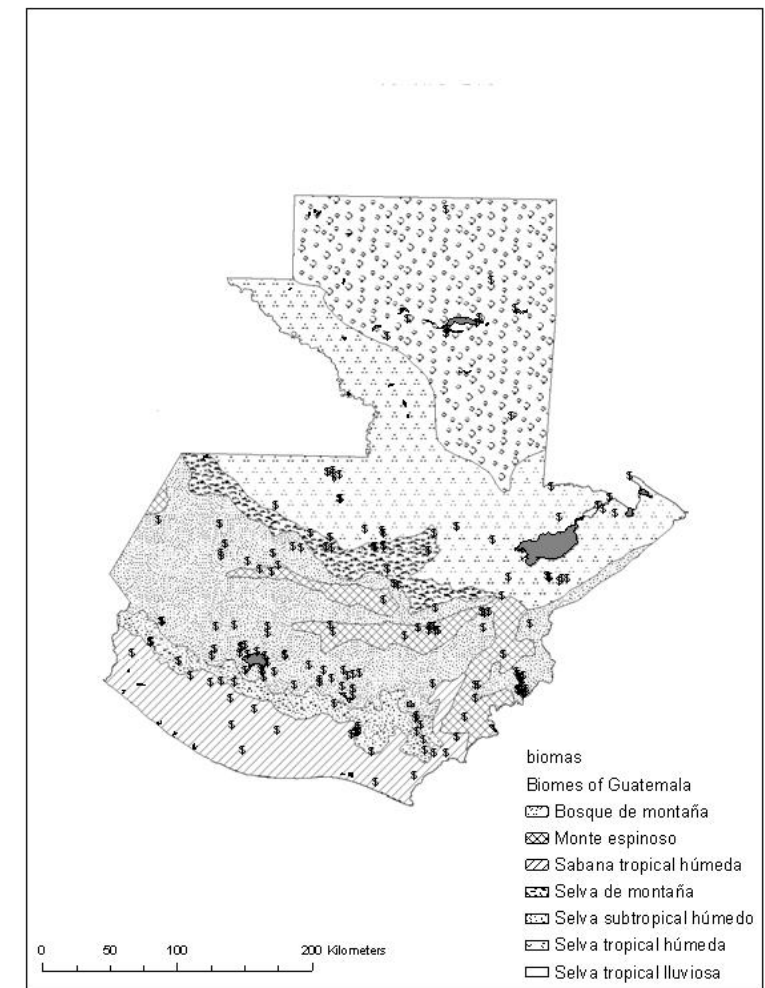
Debido a la importancia de las abejas como: polinizadoras de plantas silvestres y cultivadas, agentes dispersores de genes por medio del movimiento de polen, así como su importancia cultural; es necesario continuar con las colectas de especímenes de abejas nativas en toda Guatemala y tener una aproximación más exacta a su diversidad. Así mismo, es necesario continuar



Determinación taxonómica de especímenes. PhD. Terry Griswold (USDA ARS BeeLab, Utah State University-USA) y Biol. Mabel Vásquez (CECON-USAC) / E. Enríquez



Digitalización en bases de datos. MSc. Patricia Landaverde / M. Vásquez



**Figura 2.** Esfuerzo de colecta de abejas nativas en cada bioma.



con el trabajo de identificación taxonómica de los especímenes de abejas, para lo cual es indispensable que exista personal suficiente para la curación de dicha colección.

### Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las instituciones que han hecho posible el desarrollo de los estudios sobre abejas nativas, a través del financiamiento de proyectos de investigación: a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT- y a la línea AGROCYT del Proyecto PARPA, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala por el financiamiento para el estudio del cultivo y taxonomía de las abejas meliponini de Guatemala.

### Literatura Citada

Armas G. 2009. Riqueza y distribución potencial de las abejas euglosinas (Apidae: Euglossini) en Guatemala. Tesis ad Gradum. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 71 pp.

Dardón 2005. Caracterización fisicoquímica y antibacteriana de la miel de *Melipona beecheii* en Guatemala. Tesis ad Gradum. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 66 Pp.

Enríquez E, Monroy C & Solís A. 2000. Situación de la meliponicultura en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, Guatemala. Memorias del II Seminario Mexicano de abejas sin aguijón. Pp 36-39. Yucatán, México.

Enríquez E, Yurrita C, Marroquín A & Ayala R. 2003. Listado preliminar de abejas sin aguijón de Guatemala. Memorias del III Seminario Mesoamericano de Abejas sin Aguijón. Pp. 142-145. Tapachula, México.

Enríquez E, Yurrita C, Aldana C, Ocheíta J, Jáuregui R & Chau P. 2004. Desarrollo de la crianza de abejas sin aguijón –meliponicultura- para el aprovechamiento y comercialización de sus productos, como una alternativa económica sustentable en el área de El Trifinio, Chiquimula. Informe final de investigación. AGROCYT, proyecto PARPA. Guatemala. Pp. 55

Enríquez E, Landaverde P, Vásquez M. 2010. Abejas Nativas de Guatemala y su importancia en la polinización de plantas silvestres y cultivadas. Interamericana de información sobre biodiversidad-IABIN- & USAC. Guatemala.

Enríquez E, Yurrita C, Vásquez M, Dardón MJ, Armas G, Escobedo N. 2007. Diversidad de Potenciales polinizadores del grupo de los insectos en el Parque Nacional Laguna Lachúa y su zona de influencia a lo largo de un año. Informe Final. SENACYT, USAC, Guatemala. 64 pp.

Escobedo N. 2010. Estacionalidad del uso del polen de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) por la

Apifauna (Hymenóptera: Apoidea) de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachúa. Tesis ad Gradum. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 66 Pp.

Maldonado C. 2009. Determinación de plaguicidas en mieles de *Melipona beecheii* y *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apoidea) y evaluación de la LC 50 sobre las obreras. Tesis ad Gradum. Escuela de biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 71 pp.

Marroquín A. 2009. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de los bosques de montaña del altiplano occidental de Guatemala, Fase I: Quetzaltenango. Informe final Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. 18 pp.

Marroquín A. 2010. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de los bosques de montaña del altiplano occidental de Guatemala, Fase II: San Marcos. 46-49 pp. Resúmenes de investigaciones 2010: Área tecnológica (Recurso electrónico). Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual>.

Rodríguez G. 2008. Patrones temporales de la diversidad y abundancia de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea) en la región semiárida del valle del Motagua. Tesis ad Gradum. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 58 pp.

Vásquez M, Yurrita C & Escobedo N. 2010. Determinación de la diversidad y distribución de las especies de abejorros (*Bombus*) en las áreas bióticas chimalteca, volcánica y escuintleca en Guatemala. Informe final. SENACYT, USAC, Guatemala.

Vásquez M. 2007. Recursos polínicos utilizados por la abeja nativa shuruya (*Scaptotrigona pectoralis*) (Apidae: Meliponini) en un meliponario de la Parte Baja de los Cipresales en Pachalum, Quiché, durante la época seca y lluviosa. Tesis ad Gradum. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 69 pp.

Villar A. 1993. Informe de país Guatemala: Perfil General. Memorias la conferencia Corredores Conservacionistas en la Región Centroamericana. New York Zoological Society, Wild Life Conservation Society y Caribbean Conservation Corporation. Costa Rica. 193- 221 pp.

# LA COLECCIÓN DEL HERBARIO USCG

**Mervin E. Pérez<sup>1</sup>, Rosario Rodas<sup>2</sup>, José Juan Vega<sup>3</sup> y Edwin Reyes<sup>4</sup>**

Herbario USCG, Centro de Estudios Conservacionistas,  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Correo de autores:

<sup>1</sup>ixmulej@yahoo.com <sup>2</sup>chayita\_r@yahoo.com

<sup>3</sup>petenia\_itza@yahoo.com <sup>4</sup>rexnovarum@hotmail.com

## Resumen

El Herbario USCG se encarga de la recolección, manejo y curación de especímenes vegetales. Presenta la colección de plantas herborizadas más antigua del país, pero su función como unidad científica es poco conocida dentro de la sociedad científica. El objetivo de este comunicado es difundir información sobre la colección del Herbario. Además de evaluar la diversidad vegetal de la colección con grupos específicos estudiados por investigadores y personal del Herbario (briófitos, helechos, asteráceas y plantas acuáticas). La colección cuenta con 28 especímenes Tipo, de los cuales 13 son de nuevas especies descritas y publicadas para el país. En la colección se encuentra material recolectado por botánicos guatemaltecos desde la década de 1910; y muestras recolectadas en 1890 durante la expedición de la Flora de México y Centro América. De los grupos vegetales evaluados en la colección, los helechos representan el 80% de la diversidad total reportada para Guatemala, seguido por las asteráceas. Los briófitos y plantas acuáticas estrictas presentan el menor número de especies. Sin embargo, el análisis de grupos evidencia los vacíos de información en plantas, así como la importancia de generar datos cuantitativos que busquen fortalecer los planes de manejo y monitoreo de las áreas protegidas del CECON.

## Abstract

The Herbarium USCG is responsible of the management, curation and preservation of the flora of Guatemala. Represent the oldest processed plant collection in country, but its function, as scientific unity is little known by the scientific society. The goal of this note is disseminate information about the Herbarium. Moreover, assess the representation of plant diversity in our collection using guild plants studied by Herbarium personnel, such as: bryophytes, ferns, the Asteraceae family, and aquatic plants. The collection includes 28 Type Specimens, which 13 are species described and published for Guatemala. In the herbarium there are specimens recollected by Guatemalan botanists in the 1910 century. In addition, the collection has specimens recollected in 1890 during the expedition of the Flora of Mexico and Central America. The ferns collection has the highest percent diversity in the herbarium with 80% of the total diversity reported for the country, followed by the Asteraceae family. The bryophytes and aquatic plants scored the lowest species number. Nevertheless, the analysis generated gap information for plants, and the importance to measured quantitative ecological data to strength management's plans of the commonwealth forest administrated by CECON.

## Contenido

### Herbario USCG

El Herbario "Universidad de San Carlos de Guatemala", registrado con el acrónimo USCG en el *Index Herbariorum* constituye junto con el Jardín Botánico y el *Index Seminum* una de las cuatro unidades de carácter técnico-científico del Centro de Estudios Conservacionistas-CECON-. Es el Herbario más antiguo de Guatemala fundado por el botánico guatemalteco Ulises Rojas en 1923. El Herbario USCG se enfoca en la exploración botánica del país, considerando aspectos referentes a la taxonomía, sistemática, ecología, biogeografía, plantas domesticadas y etnobotánica.

La misión del Herbario USCG es apoyar las estrategias del CECON por medio del fortalecimiento del conocimiento de la diversidad botánica del país. Sin embargo, la comunidad científica no conoce el término Herbario ni mucho menos su función como unidad científica; aún cuando el Herbario se vislumbra como el ente líder que resguarda colecciones botánicas procesadas y que genera conocimiento científico de la diversidad vegetal del país. Por lo tanto, es necesario promover la función de un herbario y su importancia en la conservación de la flora de Guatemala.

Con este comunicado se pretende proyectar, en la población científica del país, al Herbario USCG como unidad técnica-científica del CECON. Además de desarrollar un análisis sobre la representatividad de la diversidad vegetal nacional, niveles de endemismo, especímenes tipo, y esfuerzo geográfico en la colección del Herbario USCG, se dis-

cuten grupos específicos como: briófitos, helechos, asteráceas y plantas acuáticas estrictas. El análisis de los grupos anteriores es con base a la especialidad que presentan los investigadores y personal del Herbario USCG.

### Colección Herbario USCG

El Herbario USCG cuenta con representatividad de plantas vasculares y no vasculares (Fig. 1 y 2), así como un primer esfuerzo por formar una colección de líquenes. A la fecha la colección cuenta con aproximadamente 6714 especies en 1966 géneros y 318 familias. Sin embargo, esta cantidad de registros podría disminuir en base a los estudios filogenéticos realizados en la actualidad, donde muchas de las especies publicadas en la Flora de Guatemala, ahora son consideradas sinonimia de otras. Por ejemplo, las Familias Sterculiaceae, Bombacaceae y Tiliaceae son sinónimos de la Familia Malvaceae (<http://www.tropicos.org/Name/42000104>).

Dentro de la colección del Herbario USCG, los especímenes de los botánicos guatemaltecos Ulises Rojas y Rafael Tejada, han sido considerados como las muestras más antiguas recolectadas en el año 1910 (Fig. 3). Se reportan especímenes del Programa de Estudios Ambientales (PREA) recolectados por Elfriede de Pöll durante los años 1978-1980. Especímenes recolectados y utilizados por Standley y Steyermark para publicar la Flora de Guatemala (Standley y Steyermark, 1958); las muestras de helechos utilizadas para publicar "Ferns and Fern Allies of Guatemala" (Stolze, 1979). Además, de los especímenes recientemente recolectados para publicar Flora Mesoamericana (Davidse et al., 1995). El

Herbario USCG presenta también la colección de briofitos (musgos, hepáticas y antocerotes) que resulta ser, entre los herbarios nacionales, la que presenta el mayor número de especímenes (Fig. 2).

El intercambio de especímenes con otros herbarios de Centro y Norte América (México, U.S.A y Honduras, principalmente) ha generado un aumento en el número de especímenes que conforman la colección de referencia del Herbario USCG. Como parte de este intercambio la colección cuenta con muestras que fueron recolectadas en los años de 1890-1895 durante la expedición de la Flora de México y Centro América. Por ejemplo: *Dryopteris patula* (Sw.) Underw, resulta ser el espécimen más antiguo en la colección del Herbario USCG, proveniente de Michoacán (México) y recolectado en el año de 1890. *Elaterium ciliatum* Cogn., representa uno de los especímenes recolectados en el Lago de Nicaragua en el año 1893. Además, en la colección se encuentra un duplicado (donado por los autores) de *Lacandonia schismatica* E. Martínez et. C.H. Ramos, un material que los autores reconocen como un espécimen poco usual por su posición insólita del gineceo rodeando al androceo (Martínez y Ramos, 1989).

La colección cuenta con especímenes Tipo de plantas vasculares, no así de briofitos y líquenes. Se reporta un total de 28 especímenes, de los cuales 20 son Isotipos, 4 Holotipos y 4 Paratipos. Este material proviene de países de América Central y México, 13 de ellos corresponden a Guatemala, 11 a Costa Rica, mientras que para México, Honduras, Nicaragua y Panamá se cuenta con un espécimen únicamente. Por ejemplo: a) el Holotipo de *Opuntia decumbens* var.

**Figura 1.** Plantas vasculares herborizadas y almacenadas en la colección del Herbario USCG-CECON. Las muestras corresponden a especímenes recolectados por personal e investigadores de la unidad en diferen-

tes partes del país. a) *Cupania guatemalensis* (Turcz.) Radlk b) *Cyathea valdecrenata* Domin c) *Oreopanax lachnocephalus* Standl d) *Trichomanes hymenophylloides* Bosch.



A)



B)



C)



D)



**Figura 2.** Plantas no vasculares (musgos, hepáticas y antocerotes) herborizadas y almacenadas en la colección del Herbario USCG-CECON. Las muestras corresponden a especímenes recolectados por per-

sonal e investigadores de la unidad en diferentes partes del país. a) y b) *Reboulia* sp Raddi c) y d) *Aneura pinguis* (L.) Dumort.



**A)**



**B)**



**C)**



**D)**

*scheinvariana* E. Paniagua recolectada en los bosques seco del Rancho en Guatemala y b) el Paratipo *Persea primatogena* L.O. Williams y Ant. Molina que proviene de los bosques mixtos del departamento de Matagalpa, Nicaragua.

**Briófitos.** Es el grupo más antiguo de las plantas embriofitas, y se dividen en tres clases: Marchantiophyta (hepáticas), Bryophyta (musgos) y Antocerotophyta (antocerotes). Las hepáticas son el grupo basal y los antocerotes corresponden al grupo hermano de las plantas vasculares (Shaw y Renzaglia, 2004). Por ser plantas muy pequeñas pasan desapercibidas en los inventarios ecológicos. Sin embargo, durante la expedición de la Flora de Guatemala en el año de 1940, Standley y Steyermark recolectaron material que posteriormente fue curado y utilizado para la publicación de los Musgos de Guatemala (Bartram, 1949). Hasta el año 2004, la publicación de Bartram (1949) fue la única información para los briofitos de Guatemala, pero la representación de este grupo era muy escasa en los herbarios del país (Freire, 2006).

En el año 2004, a partir del proyecto de investigación sobre hepáticas que desarrolló la Dra. Virginia Freire en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal (BUCQ), se capacitaron a estudiantes de biología que posteriormente generaron trabajos de tesis (Pérez, 2006; Ramírez, 2007). Sin embargo, no es hasta el año 2007 que se crea una colección formal de hepáticas en el Herbario USCG, con material recolectado a través de proyectos regionales administrados por el Instituto Nacional de Biodiversidad-INBio- de Costa Rica, y los gestionados por investigadores del

Herbario USCG ante instituciones financiadas nacionales. De esta manera, el herbario se fortalece con una base de datos de plantas no vasculares, literatura, materiales y equipo necesario para el resguardo de los especímenes.

Actualmente la colección cuenta con aproximadamente 509 especímenes de briófitos, y su crecimiento ha sido lento en los últimos tres años. En las instalaciones del Herbario existe al menos 300 especímenes en espera de ser curados, y recolectas recientes podrían incrementar el número a 1000 especímenes. Aunque se tiene buena representación de los musgos en las distintas zonas del país (Bartram, 1949), los departamentos con mejor representación en hepáticas son: Alta Verapaz, Huehuetenango y Quiché con 11966 y 55 especies respectivamente (Pérez, 2009). Sin embargo, se necesita mayor esfuerzo de recolecta para tener una representación "real" de la diversidad de briofitos, y así poder identificar áreas de importancia biológica, especies indicadoras de perturbación, e información que permita fortalecer los planes de manejo de las áreas con importancia biológica

**Helechos.** Los helechos están entre los vegetales terrestres más antiguos originándose en el Devónico y dominaron el período Carbonífero (Moran, 2004). Los helechos (División Monilophyta *sensu* Pryer *et al.*, 2004) son un grupo de plantas que se caracterizan por carecer de flores y semillas y poseer tejido vascular. Además poseen una alternancia de generaciones en donde el esporofito es la fase dominante. La clase Monilophyta se divide en cinco linajes principales: Psilotales, Ophioglossales (helechos ophioglossoides), Equisetopsida (colas

de caballo), Marattiales (helechos marattioides), y Polypodiales (helechos leptosporangiados) (Pryer *et al.*, 2004). Las Psilotales están representadas por dos géneros: *Psilotum* y *Tmesipteris*, pero en Guatemala sólo se encuentra el género *Psilotum*. Las Ophioglossales están representadas en Guatemala por *Botrychium*, *Cheiroglossa* y *Ophioglossum*. Las Equisetopsida se reúnen en un sólo género, *Equisetum*. Las Marattiales están representadas por *Marattia* y *Danaea* (Moran y Riba, 1995), mientras que los Polypodiales representan el grupo más numeroso. En este último linaje se agrupan las plantas que comúnmente conocemos como helechos, que se caracterizan por presentar hojas macrófilas mayormente leptosporangiadas e isosporicas.

Actualmente existen alrededor de 9000 especies de helechos en el mundo (Smith *et al.*, 2006). Para Guatemala se reportan 12 familias, 95 géneros y 628 especies de helechos, según la Flora de Guatemala (Stolze 1976, 1981 y 1983); mientras que en la Flora de Mesoamérica se registran 29 familias en 117 géneros y 664 especies (Moran y Riba, 1995). El Herbario USCG cuenta con una colección de helechos compuesta por más de 4950 especímenes distribuidos en 27 familias, 105 géneros y 519 especies. Con base en lo anterior la colección representa el 80% de las especies de helechos reportadas para Guatemala.

Los especímenes de la colección provienen de distintas partes del mundo siendo *Dryopteris patula* (Sw.) Underw el espécimen más antiguo recolectada en México durante 1890. La colección cuenta también con especímenes recolectados por botánicos guatemaltecos

durante la década de 1940. Por ejemplo: *Anemia guatemalensis* Maxon recolectado en el puente del Río Las Vacas por Matilde de Castillo y varios helechos recolectados por Ulises Rojas en Santa María de Jesús (Quetzaltenango), ambos especímenes recolectados en 1945.

Los lugares más explorados y mejor representados con relación a los helechos son: a) la cuenca del Río Chocón en Izabal, b) el Corredor del Bosque Nuboso en Baja Verapaz, c) La Sierra de los Cuchumatanes que abarca Huehuetenango y una porción de Quiché, d) la parte nororiental de Petén, e) la boca-costa del sur occidente en los departamentos de Suchitepéquez, Sololá y San Marcos. De los especímenes provenientes de estas localidades se han reportado once nuevos registros para el país (Jiménez y Rodas, 2010). Las especies con distribución restringida y endemismo se encuentran: *Oleandra guatemalensis* Maxon, *Lellingeria dissimulans* (Maxon) A.R. Sm. y *Tectaria heracleifolia* var. *trichodes* C.V. Morton reportados en las montañas de Alta y Baja Verapaz, *Cheilanthes tryonii* T. Reeves del Valle del Río Motagua y *Thelypteris meniscioides* var. *ternata* A.R. Sm. en las tierras bajas de Alta Verapaz e Izabal (Jiménez, en prensa).

Aunque la colección de helechos en el Herbario USCG está muy bien representada aún hace falta explorar otras áreas de importancia ecológica tales como: a) la parte oriental de Quiché y Alta Verapaz, b) el arco húmedo central ubicado en la parte norte de Alta Verapaz, Quiché y el suroccidente de Petén, c) las tierras bajas con influencia de las corrientes del Caribe en el departamento de Izabal y d) las áreas con bosque nublado del macizo de Montecristo al oriente del país.

**Asteráceas.** La familia Asteraceae comprende un grupo monofilético (Jansen y Palmer, 1987) distribuida en todos los continentes a excepción de la Antártica. El grupo presenta una tasa alta de mutación que le ha facilitado adaptarse a casi cualquier tipo de condiciones abióticas (Kim y Jansen, 1995), además de favorecer su relación ecológica con otros taxones principalmente polinizadores (Johnson y Midgley, 1997). Actualmente se han descrito cerca de 24000 especies y se estiman que incremente a 30000, distribuidas entre 1600-1700 géneros (Funk et al., 2009).

En Guatemala se conocen dos trabajos sobre las especies de la familia Asteraceae: 1) la Biología Central-Americana (Hemsley, 1881-1882) en donde listan 113 especies y 2) "Flora of Guatemala" elaborado por Dorothy Nash y Louis Williams (1976). En esta última publicación se reportaron 138 géneros en 591 especies. El número actual de especies y la identidad de cada una de ellas son un tanto inciertos debido a los recientes estudios moleculares. Por ejemplo, los trabajos generados por Robinson y King (1985, 1987) en los que re-describe el género *Eupatorium* segregándolo en varios géneros más.

La colección de referencia de la familia asterácea en el Herbario USCG cuenta con 1704 especímenes distribuidos en 148 géneros y 356 especies. *Bidens* y *Stevia* son los géneros mejor representados con 13 y 10 especies respectivamente seguidos por *Conyza* y *Ageratina* ambos con nueve especies; mientras que *Perymenium*, *Pseudognaphalium*, *Roldana* y *Verbesina* cuentan con ocho especies cada uno. El nivel de endemismo es bajo, solamente 18 especies de las

591 reportadas en la Flora de Guatemala tienen distribución restringida al país y nueve están presentes en la colección de Herbario. Entre los especímenes más antiguos están los recolectados por el Dr. Rafael Tejeda a principios de la década de 1910, además se tienen varios especímenes de Paul Standley y Julian Steyermark durante los viajes realizados con el Proyecto Flora de Guatemala.

Las áreas con mayor número de especímenes de asteráceas son: Izabal, Huehuetenango y Petén. Lo anterior muestra la necesidad de realizar más trabajo de exploración. Las posibles áreas para dirigir esfuerzos son: La Sierra de los Cuchumatanes (región noreste), la región de la Boca Costa, Las Montañas del Mico, Sierra del Merendón y la Región sur de Peten en las Montañas Mayas.

**Plantas acuáticas estrictas.** Guatemala es un país que presenta una diversidad de ecosistemas acuáticos que favorece el establecimiento de una vegetación propia de lagos, ríos, arroyos, esteros y otros cuerpos de agua (Sculthorpe, 1985). La mayoría de estudios con plantas acuáticas se han enfocado en los cuerpos de agua de la parte Norte y Noreste del país. Por ejemplo: la vegetación acuática del Parque Nacional Laguna del Tigre y el Biotopo Chocón Machacas (Morales, 2000; León y Morales, 2000), la vegetación asociada a los cuerpos de agua de la región Maya Tikal-Yaxhá (Reyes et al., 2009) y el estudio realizado en El Estor, Izabal (Pöll, 1983). Los especímenes de estos trabajos están depositados en la colección del Herbario USCG. Sin embargo, aún falta mucho por hacer y conocer de la vegetación acuática del país.

**Figura 3.** Especímenes recolectados por Rafael Tejeda y Ulises Rojas en los años 1913 y 1948 respectivamente. Este material forma parte de la colección histórica almacenadas en la colección del Herbario

USCG-CECON. a) *Myrica xalapensis* Kunth b) *Clidemia* sp. D. Don c) *Euphorbia lancifolia* Schltdl d) *Euphorbia thymifolia* L.



A)



B)



C)



D)



De las familias representadas en la colección se encuentran: Lemnaceae (*Lemna aequinoctialis* Welw., *L. gibba* L., *L. minima* Thuill. Ex P. Beauv.), Pontederiaceae (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, Salviniaceae (*Salvinia auriculata* Aubl. y *S. minima* Baker), Azollaceae (*Azolla caroliniana* Willd.), Araceae (*Pistia stratiotes* L.) y Ceratophyllaceae (*Ceratophyllum demersum* L.). Estas familias son de distribución cosmopolita (Sculthorpe, 1985; Hauenstein, 2006) y no se conocen especies endémicas de plantas acuáticas libres flotantes o sumergidas para el país.

Las plantas libres flotantes *E. crassipes* y *P. stratiotes* han sido extensamente estudiadas por su capacidad de absorber metales pesados y asimilar nitratos y fosfatos en ambientes acuáticos contaminados (Bini y Thomaz, 2003; Hauenstein, 2006). Con base a lo anterior es im-

portante dirigir esfuerzo en otros ecosistemas acuáticos de áreas protegidas para evidenciar algún grado de contaminación y poder recuperar las funciones en términos de diversidad biológica y beneficio social.

### Consideraciones finales

Tomando en cuenta que es el herbario más antiguo de la nación su funcionamiento no ha sido constante. Lo anterior se refleja en el número total de especímenes albergados en la colección, comparados con los reportados en el Herbario BIGU de reciente formación. Sin embargo, se reportan especímenes históricos recolectados por botánicos guatemaltecos que no se encuentran en otro herbario del país. Además, cuenta con buena representación de ciertos grupos de plantas como helechos y asteráceas. Antes del año 2004, el herbario

tenía un funcionamiento irregular. Sin embargo, la contratación de nuevo personal y el reconocimiento de la figura del investigador asociado en el CECON, favorece la gestión de proyectos florísticos y de fortalecimiento de la unidad. Esto último promueve un aumento en el número de especímenes en la colección; además se logra obtener equipo y material moderno que mantiene a la colección en mejores condiciones. Este comunicado responde a la necesidad de proyectar a la sociedad científica, al Herbario USCG como la unidad que genera conocimiento científico en botánica y que presenta una colección de referencia de las plantas vasculares y no vasculares de Guatemala. Por lo tanto, invitamos a botánicos, técnicos y universitarios a conocer y utilizar el recurso del Herbario y que se unan al esfuerzo por explorar la Flora de Guatemala.

### Literatura citada

Bartram, EB. (1949). Mosses of Guatemala. Chicago Natural History Museum. Chicago. Vol. 25: 1-442.

Bini, L.M. y Thomaz, S.M. (2003). Ecología e manejo de macrófitas acuáticas. Maringá, Brasil: Editora da Universidade Estadual de Maringá. 342 pp.

Daniel, TF y Véliz P. MV (2009) *Juticia sangilensis*, a new species of Acanthaceae from Guatemala. Proceeding of the California Academy of Science. Vol. 60(14): 455-459.

Davidse, G, Souza S. M y Knapp S (1995). Flora Mesoamericana. Psilotaceae a Salviniaceae. Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 1: 1-470.

Freire, AV. (2006). Biodiversidad de Hepáticas y Antocerotes de Guatemala. In: Cano E. B. (ed.) Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 1: 55-68

Funk, VA, Susana A, Stuessy T F y Robinson H. (2009), Classification of Compositae. 11: 171-189. En, Funk, V. A., Susana, A., Stuessy, T. F. y Bayer, R. J. (Eds.). 2009. Systematic, Evolution, and Biogeography of Compositae. International Association for Plant taxonomy. Vienna, Austria. 965 pp.

Grinspoon E, Delfs M. y Brooha P. 2003. National strategic planning for sustainable forests: using criteria and indicators in the U.S. *Unasylva* 54:14-21pp.

Hauenstein, E. (2006). Visión sinóptica de los macrófitos dulceacuículas de Chile. *Gayana*, 70(1): 16-23.

Hemsley, W. B. 1881-1882. *Biologia Centrali-Americana; or Contributions to the Knowledge of the Fauna and Flora of Mexico and Central America*. R. H. Poret and Dulau y Co. London. Vol. II: 1-576.

Jansen, R y Palmer, R. (1987). A chloroplast DNA inversion marks an ancient evolutionary split in the sunflower family (Asteraceae). *Proc, Natl. Acad. Sci.* 84: 5818-5822.

Jiménez, J. en prensa. Los helechos (Monilophyta) de Guatemala: una revisión histórica. En: E. Cano (ed.) Biodiversidad de Guatemala, Vol. 2

Jiménez, J y Rodas R. (2010). Dos nuevos registros de helechos descubiertos en antiguas colectas de la subcuenca de Río Chocón, Guatemala. *Ciencia y Conservación* 1: 12-14.

Jiménez, J. y Rodas R. (2010). Seis nuevos registros de helechos (Monilophyta) para Guatemala. *BRENESIA* 73-74:129-130.

Johnson, S. D. and Midgley. (1997). Fly pollination of *Gorteria diffusa* (Asteraceae), and a pos-



sible mimetic function for dark spots on the capitulum. *American Journal of Botany* 84(4): 429–436. 1997.

Kim, K.-J., Jansen, R. K. (1995). *ndhF* sequence evolution and the major clades in the sunflower family. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 92: 10379-10383.

León, B. y Morales, J. (2000). Las comunidades acuáticas de macrófitas del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén. En *Evaluación ecológica de los sistemas acuáticos del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén*. Alonso, L.E. y Bestelmeyer, B.T. (eds.). Guatemala: RAP Bulletin of biological assessment number 16. 223 pp.

Martínez, E. y Ramos CH. (1989). Lacandoniaceae (Triuridales): una nueva familia de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. Vol. 76(1): 128-135.

Morales, J. (2001). Vegetación acuática de Biotopo Universitario para la Conservación del Manatí "Chocón Machacas". Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Moran, RC (2004). *A natural history of ferns*. China: Timber Press.

Moran R y R, Riba. 1995. Vol 1. Psilotaceae a Salviniaceae. 470 pp. (En *Flora Mesoamericana*. G. Davidse, M. Sousa, S. Knapp. Eds. México: Universidad Autónoma de México).

Nash, DL, Williams LO. (1976). *Flora of Guatemala*. Part XII. *Fieldiana: Botany*, 24: 1-603.

Pérez, ME. (2006). Composición de la hepatoflora en tres estados de sucesión vegetal (bosque, guamil y cultivo) en la comunidad de Chelemá I y II, Tukurú, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis en grado de Licenciado en Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 51 p.

Pérez, ME. (2009). Catálogo de las hepáticas (Marchantiophyta) de Guatemala: una actualización. *BRENESIA*, 71-72: 3-12.

Pöhl, E. (1983). Plantas acuáticas de la región El Estor, Izabal. Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 103 pp.

Pryer, KM, Schuettpelz E, Wolf PG, Schneider H, Smith AR y Cranfill R. (2004). Phylogeny And Evolution Of Ferns (Monilophytes) With A Focus On The Early Leptosporangiate Divergences. *American Journal of Botany* 91(10): 1582–1598.

Ramírez, F. (2007). Diversidad de la hepatoflora en dos condiciones de paisaje de la Sierra de Las Minas, Zacapa, Guatemala. Tesis en grado de Licenciado en Biología, Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 62 p.

Reyes, EM, Dávila CV, Morales J. y Oliva BE. (2009). Los cuerpos de agua de la región Maya Tikal-Yaxhá: importancia de la vegetación acuática asociada, calidad de agua y conservación. Guatemala: Herbario USCG-CECON, LIQA, IIQB. 72 pp.

Robinson, H y King RM. (1985). Comments on the generic concepts in the Eupatorieae. *Taxon* 34(1): 11-16.

Robinson, H., King RM. (1987). The genera of the Eupatorieae (Asteraceae). Monograph in *Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 22. Missouri Botanical Garden, St. Louis.

Sculthorpe, CD. (1985). *The biology of aquatic vascular plants*. London, United Kingdom: Edward Arnold (Publishers) Ltd. 610 pp.

Shaw, J. y Renzaglia K. (2004). Phylogeny and diversification of bryophytes. *American Journal of Botany*, 91(10): 1557-1581.

Smith, AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H y Wolf PG. (2006). A classification for extant ferns. *TAXON* 55(3): 705-731.

Standley, PC y Steyermark JA. (1958). *Flora of Guatemala*. Chicago Natural History Museum. Vol. 24(1): 1-478.

Stolze, R. (1976). Ferns and fern allies of Guatemala. Part I. Ophioglossaceae through Cyatheaceae. *Fieldiana Botany* 39:1–130.

Stolze, R. (1981). Ferns and fern allies of Guatemala. Part II. Polypodiaceae. *Fieldiana Botany* 6:1–522.

Stolze, R. (1983). Ferns and fern allies of Guatemala. Part III. Marsileaceae, Salviniaceae and the fern allies. *Fieldiana Botany* 12:1–91.

Véliz Pérez, ME. (2007). New species of *Peperomia* (Piperaceae) of Central America. *Catus-Aventures International*, 73:2-13.

# ESTADO DE LOS INSECTOS ACUÁTICOS EN GUATEMALA: UNA APROXIMACIÓN A SU RIQUEZA.

**Menchaca Armenta Imelda<sup>1</sup> y López Medina Guillermo E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Consultoría y Tecnología Ambiental, S.A. de C.V.; Tronco1 Sector E, Lote 14, Final de la Rotonda, El Encinal, Zona 7 de Mixco Guatemala.

Correspondencia: imeldamenchaca@cta-consultoria.com y guillermolopez@cta-consultoria.com

## Resumen

Los insectos acuáticos son un componente biológico y ecológico importante de los ambientes acuáticos al formar parte importante de las cadenas tróficas y por que poseen rápida respuesta a los cambios ambientales. En Guatemala la diversidad de insectos se encuentra poco estudiada. Sin embargo, Consultoría y Tecnología Ambiental S.A. ha implementado desde el año 2002, diversas recolectas de insectos acuáticos en diferentes departamentos de Guatemala y actualmente cuenta con una base de datos la cual está integrada por 100 familias y 11 órdenes de insectos; de los cuales Coleoptera, Diptera y Trichoptera son los más diversos. Los departamentos de San Marcos, Jutiapa y Santa Rosa son los mejor caracterizados. Los especímenes se encuentran determinados en su mayoría a nivel de familia. El presente trabajo tiene como intención contribuir al conocimiento de la biodiversidad de insectos acuáticos de Guatemala.

## Contenido

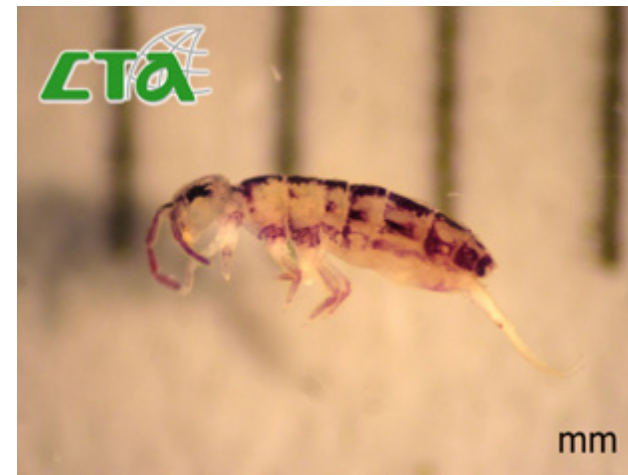
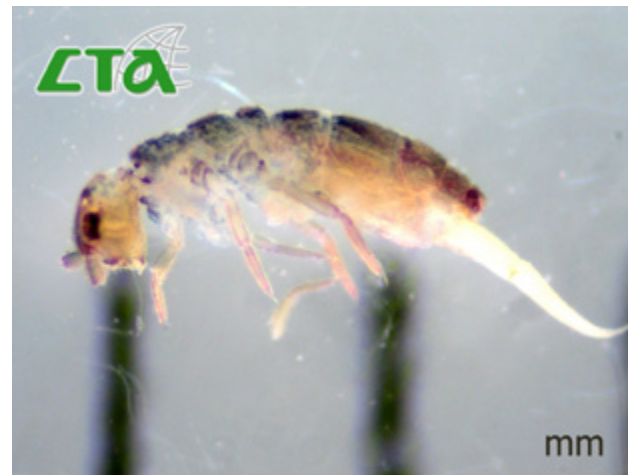
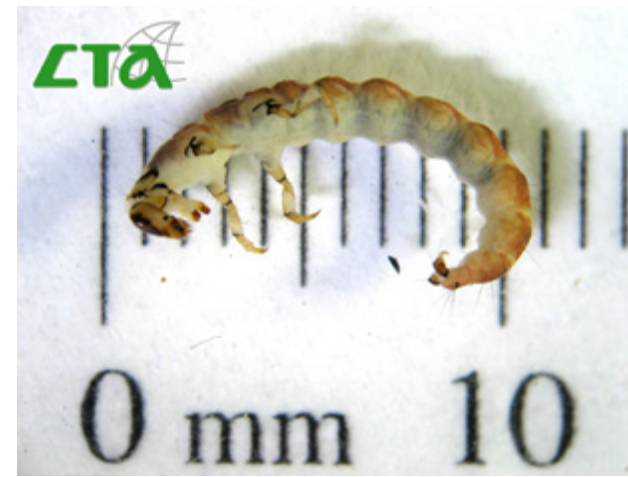
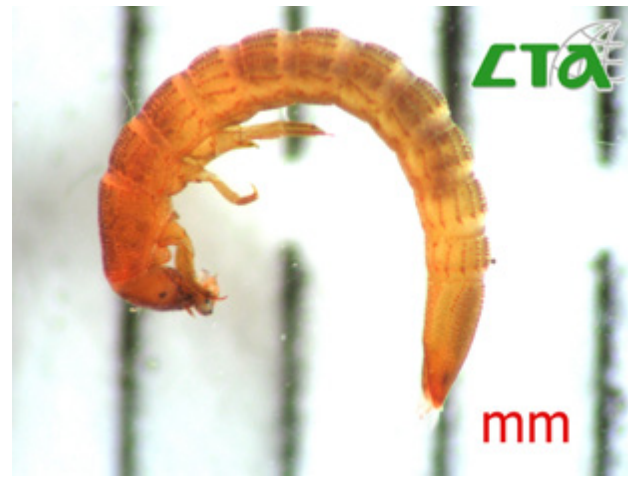
Los insectos acuáticos son un grupo diverso que habita en una amplia variedad de ambientes. Estos organismos son un importante componente acuático ya que participan en procesos de descomposición de materia orgánica, y son fuente de alimento para otros organismos (Bouchard, 2004). Los insectos acuáticos son utilizados en estudios sobre la calidad del agua (Barbour et al., 1999). Algunas características de los insectos acuáticos, que permiten su uso en actividades de monitoreo de agua son: forman parte de una amplia variedad de hábitats; baja locomoción en comparación con otros organismos y su amplia respuesta al estrés ambiental que algunas especies presentan (Rosenberg et al., 2008; Rosenberg y Resh, 1993; Ramírez, 2007).

El estado de conocimiento de los insectos de Guatemala es escaso y los insectos acuáticos no son la excepción (Jolon, 2005). Se han realizado diferentes investigaciones por parte de instituciones educativas, sin embargo, esta información no ha sido publicada, por lo que permanecen como parte de informes técnicos o bien como tesis de licenciatura (García, 2008). Recientemente Guatemala fue incluido dentro del Grupo de Países Megadiversos, los cuales por su alta diversidad, se consideran países prioritarios para la conservación (CONAP, 2011). Por lo que se espera que la información presentada contribuya al conocimiento de la riqueza de los insectos acuáticos, presentes en algunos cuerpos de agua de algunos departamentos de Guatemala. Se han realizado muestreos en diferentes cuerpos de agua de Guatemala desde 2002 hasta la fecha que incluyen los departamentos de: Alta Verapaz, Escuintla, Izabal, Jutiapa, San Marcos y Santa Rosa (Figura 1)

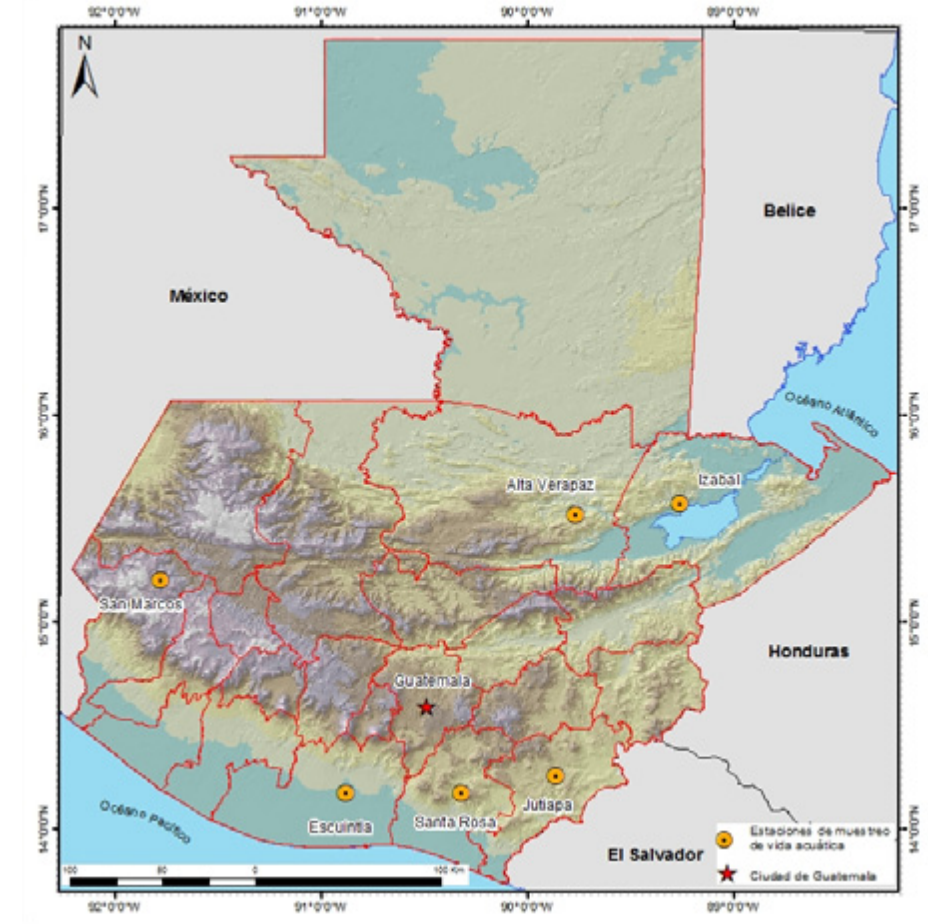
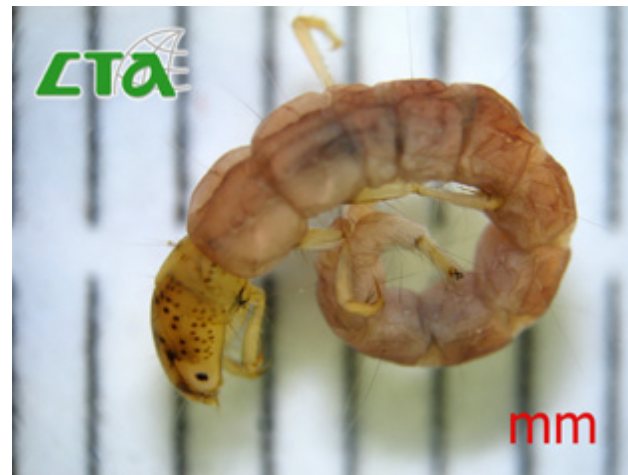
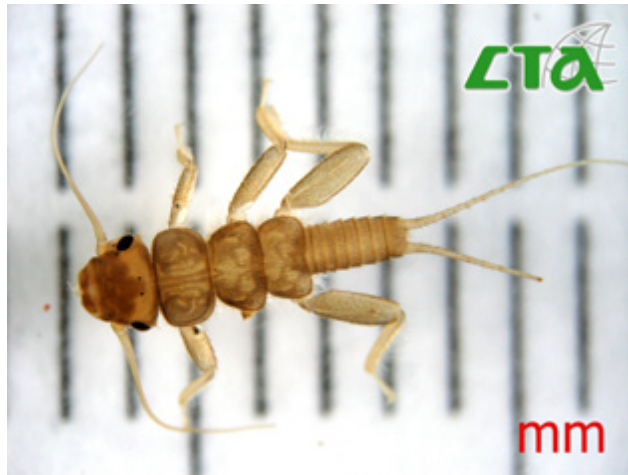
## Abstract

The aquatic insects are an important component of biological and ecological aquatic environments, they are an important base of trophic chains and have quick-response capacity to environmental changes. In Guatemala the aquatic insects diversity are poorly studied. However, Consultoría y Tecnología Ambiental S. A. has developed since 2002, several collection of aquatic insects in different departments of Guatemala and up today has a database consisting of 100 families and 11 orders, in which Coleoptera, Diptera and Trichoptera are the most diverse. The departments of San Marcos, Jutiapa and Santa Rosa are the best characterized. The specimens are found determinate in your majority a family level. The present work has the intention of contribute to the knowledge of the biodiversity of aquatic insects from Guatemala.









**Figura 1:** Ubicación de los departamentos muestreados

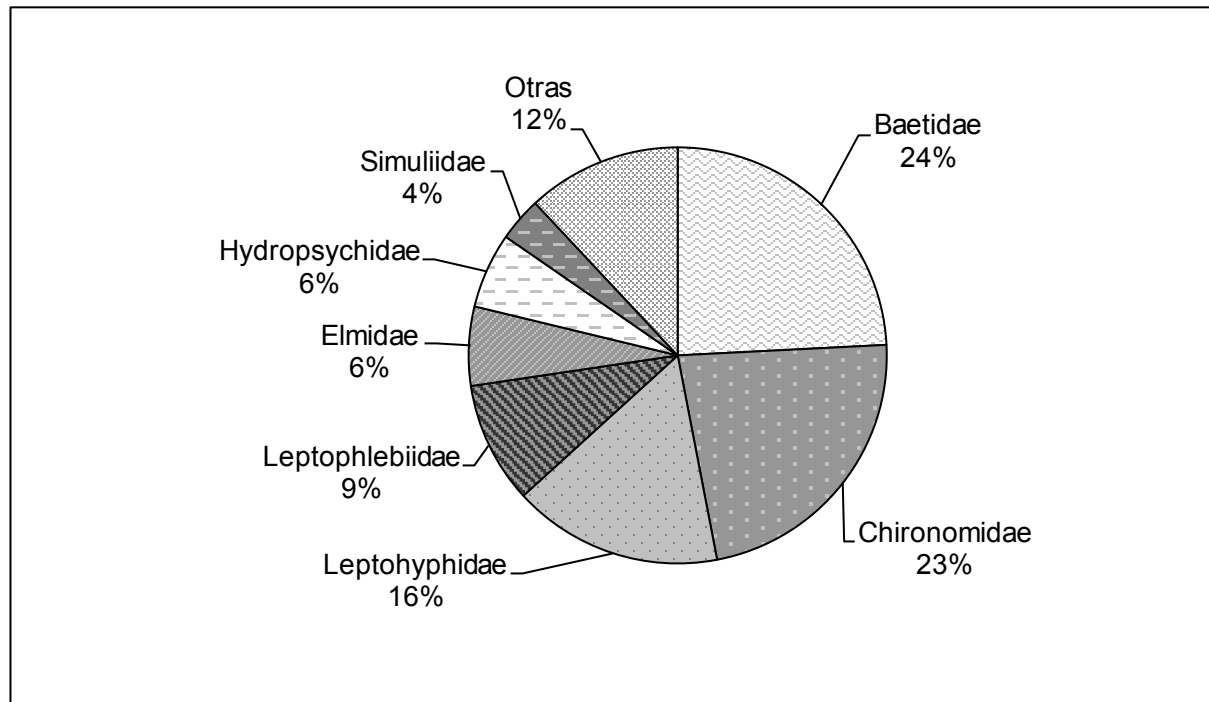
En total se han identificado 100 familias y 11 órdenes de insectos identificados, de los cuales el Orden Coleoptera es el mejor representado con 23 familias, seguido por Diptera con 22 familias y Trichoptera con 15, mientras que los órdenes Hymenoptera, Megaloptera y Neuroptera están representados con una sola familia. Del total de familias identificadas los grupos Baetidae (24%), Chironomidae (23%), Leptohyphidae (16%), Leptophlebiidae (9%), son los de mayor representatividad (Figura 2), por el contrario grupos como Anthicidae, Haliplidae, Hydroscaphidae, Canacidae, Syrphidae, Mymaridae, Arctiidae, Cos-

mopterigidae y Chloroperlidae, están representadas por un solo ejemplar.

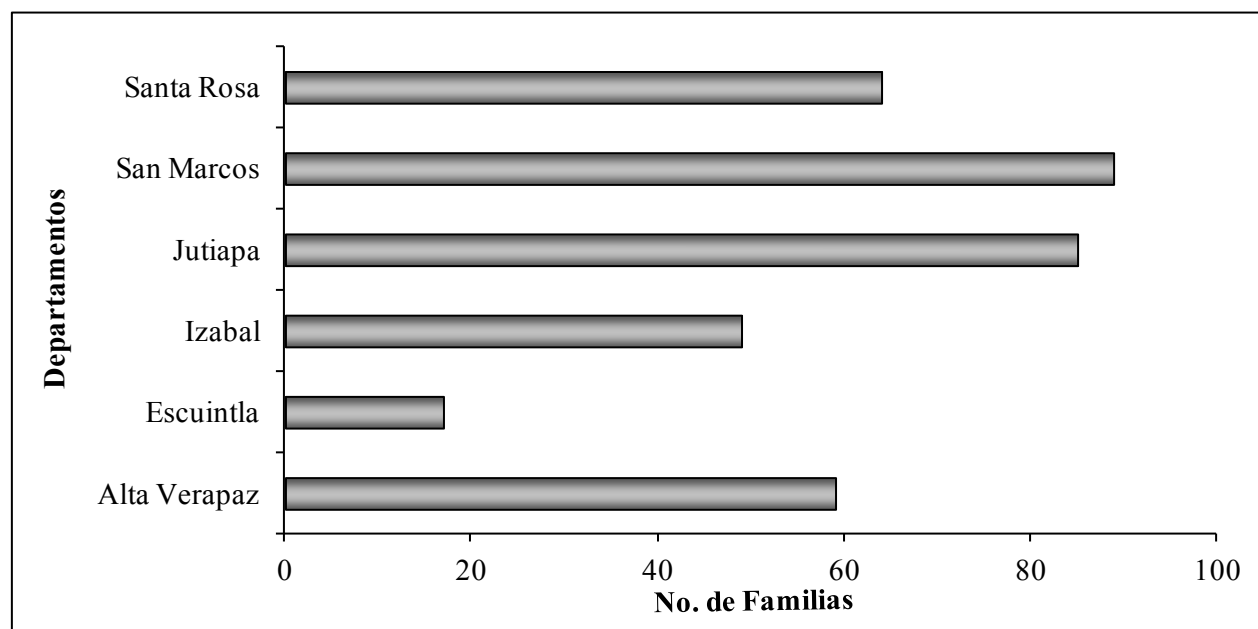
Respecto a la representatividad por departamentos, de los seis en los que se han realizado recolectas, San Marcos es el de mayor riqueza con 89 familias seguido por Jutiapa con 85 familias, Santa Rosa con 64 familias. Los departamentos con menor representatividad son Alta Verapaz con 59 familias, Izabal con 49 familias y Escuintla con 17 familias (Figura 3 y Tabla I).

Debido a la alta importancia de los insectos dentro de los sistemas acuáticos

y el escaso conocimiento sobre su diversidad en el país, se espera contribuir al conocimiento de la fauna en general de los insectos acuáticos. Sin embargo, esta aproximación es provisional y se considera que aumentará en la medida que se realicen nuevas recolectas en los diferentes departamentos del país. Se tiene considerado en un futuro la determinación taxonómica de los ejemplares a niveles más específicos, además del estudio de la relación entre la comunidad de insectos acuáticos y los parámetros fisicoquímicos del agua con la finalidad de inferir la calidad ambiental del agua de los ríos.



**Figura 2:** Porcentaje de familias en los departamentos muestreados



**Figura 3:** Número de familias por departamento

**Tabla I:** Lista taxonómica de las familias por departamento. Se indica el departamento de procedencia: AVE = Alta Verapaz, ESC = Escuintla, IZA = Izabal, JUT = Jutiapa, SMA = San Marcos, SRO = Santa Rosa.

Orden	Familia	Departamento
Coleoptera	Anthicidae	SMA
	Carabidae	ESC, JUT, SMA, SRO
	Chrysomelidae	AVE, JUT, SMA
	Curculionidae	IZA, JUT, SMA, SRO
	Dryopidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Dytiscidae	IZA, JUT, SMA, SRO
	Elmidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Georyssidae	AVE
	Gyrinidae	JUT, SMA
	Halplidae	SMA
	Heteroceridae	AVE, SMA
	Histeridae	AVE, JUT
	Hydraenidae	AVE, JUT, SMA, SRO
	Hydrophilidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Hydroscaphidae	JUT
	Hygrobiidae	JUT
	Lampyridae	SRO
	Melyridae	JUT, SRO
	Noteridae	JUT, SMA, SRO
	Psephenidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
Ptilodactylidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO	
Scirtidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO	
Staphylinidae	AVE, JUT, SMA, SRO	

Orden	Familia	Departamento
Diptera	Athericidae	JUT, SMA
	Blephariceridae	AVE, SMA
	Canacidae	AVE
	Ceratopogonidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Chaoboridae	JUT, SMA
	Chironomidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Culicidae	JUT, SMA
	Dixidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Dolichopodidae	JUT, SMA, SRO
	Empididae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Ephydriidae	IZA, JUT, SMA, SRO
	Muscidae	JUT, SMA, SRO
	Phoridae	JUT, SMA
	Psychodidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Sciomyzidae	SMA
	Simuliidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Stratiomyidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Syrphidae	SMA
	Tabanidae	JUT, SMA
	Tanyderidae	SMA
Thaumaleidae	SMA	
Tipulidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO	

Orden	Familia	Departamento
Ephemeroptera	Baetidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Caenidae	ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Ephemeridae	ESC
	Heptageniidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Isonychiidae	JUT, SMA
	Leptohyphidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
Hemiptera	Leptophlebiidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Belostomatidae	AVE, JUT, SMA, SRO
	Corixidae	JUT, SMA
	Gerridae	AVE, ESC, JUT, SMA, SRO
	Hebridae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Hydrometridae	JUT, SMA
	Mesoveliidae	JUT, SMA, SRO
	Naucoridae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Nepidae	ESC, JUT
	Notonectidae	AVE, JUT, SMA, SRO
	Ochteridae	IZA, SMA
	Pleidae	IZA, JUT
	Saldidae	IZA, JUT, SMA, SRO
Veliidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO	
Hymenoptera	Mymaridae	SMA
Lepidoptera	Arctiidae	SMA
	Cosmopterigidae	SMA
	Noctuidae	JUT, SMA, SRO
	Pyralidae	AVE, ESC, JUT, SMA, SRO
Megaloptera	Tortricidae	JUT, SMA
	Corydalidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
Neuroptera	Sisyridae	JUT, SMA



Orden	Familia	Departamento
Odonata	Calopterygidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Coenagrionidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Corduliidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Gomphidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Lestidae	AVE, JUT, SRO
	Libellulidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Megapodagrionidae	AVE, IZA, JUT, SRO
	Platystictidae	AVE, ESC, JUT
	Polythoridae	AVE, IZA
Protoneuridae	AVE, IZA, JUT, SRO	
Plecoptera	Chloroperlidae	SMA
	Perlidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
Trichoptera	Calamoceratidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Ecnomidae	AVE, JUT
	Glossosomatidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Helicopsychidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Hydrobiosidae	AVE, JUT, SMA, SRO
	Hydropsychidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Hydroptilidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Lepidostomatidae	SMA, SRO
	Leptoceridae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
	Limnephilidae	SMA
	Odontoceridae	AVE, IZA, JUT, SMA
	Philopotamidae	AVE, ESC, IZA, JUT, SMA, SRO
	Polycentropodidae	AVE, IZA, JUT, SMA, SRO
Psychomyiidae	SMA, SRO	
Xiphocentronidae	AVE, IZA, JUT, SMA	

### Literatura citada

Bouchard RW Jr. (2004). Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, Universidad de Minnesota.

Consejo Nacional de áreas protegidas CONAP. Sitio web: <http://www.conap.gob.gt>. Consultado en Abril 2011.

García SPE. (2008). Análisis de la distribución de macroinvertebrados Acuáticos a escala detallada en la ecorregión Lachuá, Coban, Alta Verapaz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Jolon MRM. (2005). Proyecto: Recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala. REF. GUA/05/010-44272. INBio, Costa Rica.

Ramírez A. (2007). Biodiversidad de insectos acuáticos y el funcionamiento de los ecosistemas. pp. 39 – 49. En: Novelo-Gutiérrez R. y Alonso-Eguía P. (Eds.). Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: estado actual de conocimiento y aplicación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Sociedad Mexicana de Entomología, Morelos.

Rosenberg DM y Resh VH. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman Hall, New York.

Rosenberg DM, Resh VH y King RS. (2008). Use of aquatic insects in biomonitoring. pp. 123-137. En: Merritt RW, Cummins KW y Berg MB (Eds.). An introduction to the aquatic insects of North America. 4 ed. Kendall hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

# UN EXPERIMENTO DE MONITORIZACIÓN DE LOS ENSAMBLES DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA, ANALIZADO POR EL MÉTODO STATIS

**Enio B. Cano**

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, zona 12.  
ecano2005@gmail.com

## Resumen

Por medio de colectas con trampas "pitfall" cebadas con heces de vaca y pescado podrido, hice un muestreo de la fauna de escarabajos copronecrófagos en dos áreas de bosque con extracción selectiva de madera, dos áreas de bosque control y un potrero en la comunidad Bethel, La Libertad, Petén, de noviembre de 1995 hasta agosto de 1996. Establecí una línea base de los ensambles de escarabajos, basado en el Análisis de Correspondencias sin Tendencias (DCA) de 5 eventos de colecta. Un total de 34 especies fueron colectadas entre los cinco sitios (tres hábitats). Aunque *Copris lugubris* y *Pseudocanthon perplexus* fueron representados por uno y dos especímenes respectivamente, otras cuatro especies coprófagas estaban claramente asociadas al potrero: *Onthophagus cyclographus*, *O. marginicollis*, *O. landolti* y *Canthon leechi*. Las otras especies colectadas se asocian a sitios con bosque, ya sea primario o con extracción forestal selectiva. El DCA no detectó diferencias entre los ensambles de escarabajos copronecrófagos colectados en áreas de bosque control y áreas de bosque con extracción forestal selectiva. El análisis de STATIS (Análisis Conjunto de Matrices de Datos Cuantitativos) mostró que los ensambles de escarabajos de potrero tienen una trayectoria muy diferente a la de los bosques. Entre bosques, las diferencias detectadas se relacionan a los tipos de cebo utilizados: los escarabajos coprófagos (trampas con heces) de bosque control y áreas con tala selectiva tienen una trayectoria similar, pero opuesta a la trayectoria de los escarabajos necrófagos (trampas con pescado podrido) de las áreas de bosque control y de tala selectiva. En general, los planos de las trayectorias muestran variación estacional (fenología). Al no encontrar diferencias claras entre los ensambles de bosque y los de áreas bajo extracción, propongo cuatro explicaciones: a) La intensidad del corte selectivo no afecta la diversidad de los ensambles de escarabajos; b) los ensambles de escarabajos no son sensibles a la intensidad del corte selectivo del sitio en Bethel; c) aunque son sensibles a la eliminación del bosque, los escarabajos copronecrófagos no son un grupo sensibles a cambios dentro de áreas con bosque; d) las áreas control están sesgadas debido a que no constituyen verdaderos "bosques primarios". Recomiendo el uso del método STATIS, el cual permite el seguimiento de la evolución y tendencias en el tiempo de los diferentes ensambles de escarabajos y otros grupos taxonómicos en los programas de monitoreo biológico, evitando el frecuente problema de pseudorepetición.

## Abstract

Using pitfall traps baited with cow feces and rotten fish, I sampled dung beetles assemblages from two sites under selective hardwoods logging, two forested control sites, and one pasture, at Bethel, La Libertad, Petén, from November 1995 to August 1996. I established a baseline of dung beetles assemblages, based on the Detrended Correspondence Analysis (DCA) over five collecting events. A total of 34 species were collected in the five sites (three treatments). Although *Copris lugubris* and *Pseudocanthon perplexus* were represented by one and two specimens respectively, another four coprophagous species were clearly associated to pasture: *Onthophagus cyclographus*, *O. marginicollis*, *O. landolti* and *Canthon leechi*. The rest of collected species were associated to sites of primary forests (controls) or under selective logging. DCA does not indicate differences between assemblages of copronecrophagous beetles collected in areas of controls and areas under selective logging. Using multivariate method of STATIS (Structuration des Tableaux A Trois Indices de la Statistique, from the original French) show that assemblages of scarabs collected at pastures have an opposite trajectory to that of the forested treatments. Between forests, differences are related to bait: coprophagous scarabs (traps with cow dung) of control forests and sites under selective logging have a similar tra-





Aquí presento un experimento de monitorización realizado en la Reserva de la Biósfera Maya, analizado por el método STATIS (Structuration des Tableaux A Trois Indices de la Statistique, del original en francés) a fin de estudiar los cambios y tendencias en el tiempo de los ensambles de escarabajos copronecrófagos en la RBM en bosques bajo extracción forestal selectiva comunitaria, áreas de potreros y bosques control.

## Materiales

### Sitio de estudio en Bethel, La Libertad, Petén.

La comunidad Bethel se localiza en el municipio de La Libertad, Petén, cerca de la frontera con México (Figura 1 y 3). La precipitación anual es de 1779.59 mm con 25°C de temperatura promedio. Los suelos son cambisoles (series Quinil y Chacalte según Simmons *et al.* (1959)), profundos, de color café rojizo oscuro, con alto contenido de arcilla y de moderada a baja fertilidad. La vegetación se clasifica como "selva alta subperenifolia" *sensu* Miranda (1978), incluyendo un tipo de vegetación estacionalmente inundable llamada "akalchés" o "bajos" (Lundell 1937). La vegetación está compuesta principalmente por *Alseis yucatanensis*, *Orbygnia cohune*, *Brosimum alicastrum*, *Sabal mexicana*, *Dialium guianense*, *Pouteria* sp., *Bursera simaruba*, *Coccoloba* sp., *Calophyllum brasiliense*, *Sebastiania longicuspis* y *Vitex gaumeri*. Las especies de árboles comerciales más importantes son: *Swietenia macrophylla*, *Pithecelobium arboreum*, *P. leuocalyx*, *Cedrela odorata*, *Vatairea lundelli*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Calophyllum brasiliense*, *Bombax ellipticum*, *Terminalia amazonia* y *Schizolobium pa-*

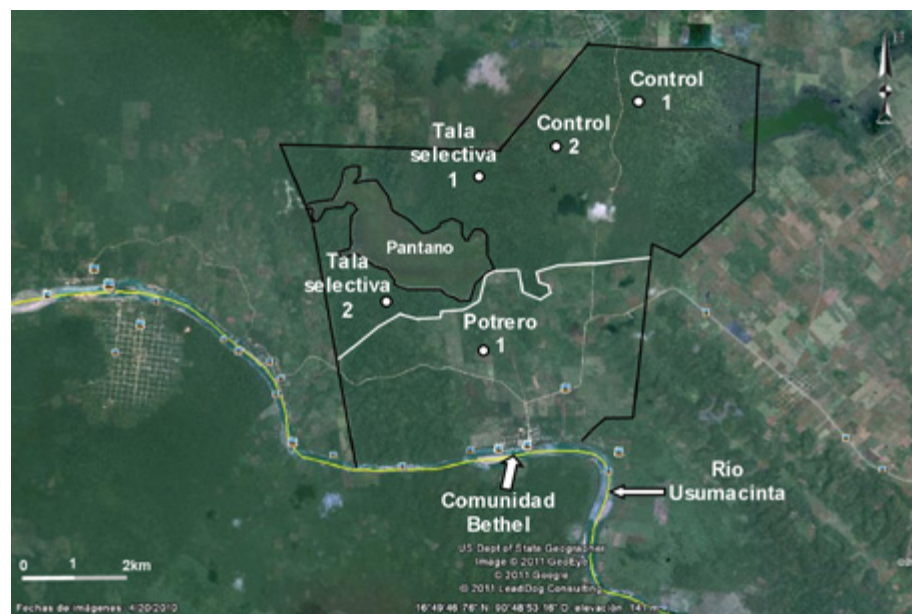
*rahybum*. El sitio fue documentado por Mendez (1997).

### Diseño experimental y muestreo

La tala selectiva de maderas preciosas del área de estudio fue ejecutada por la comunidad en 1994 en el sitio 1 (Figura 3) con 232 árboles cortados en 100 has; y en 1995 en el sitio 2 (Figura 3) con 127 árboles cortados en 120 ha (Méndez 1997). Los controles consistieron en dos áreas de bosque no cortadas, con algunas actividades humanas (e.g. extracción de productos no maderables). Un extenso potrero (área ha) mantiene aproximadamente 1000 cabezas de ganado. El muestreo se realizó en cinco sitios (Figura 3): dos bosques contiguos ("controles"), dos bosques de diferente edad bajo tala selectiva y un potrero o pastizal (Figura 3). Este es un diseño sin réplicas, implementado para cubrir los

requerimientos de los comunitarios.

En cada sitio de muestreo se colocaron 10 trampas pitfall separadas 20 metros con cebos alternados. El cebo consistió en 200 ml de heces frescas de vaca y 20g de pescado podrido por dos a tres días. Las trampas son del tipo "A" descritas en Halffter & Fávila (1993) que consisten en recipientes plásticos de 16 onzas de 11cm de diámetro en la tapadera y 10 cm de profundidad, con una abertura triangular en la tapadera (2.5x2.5x2.5cms). Las trampas se colocaron en la mañana (0800-1000) y se recogieron hasta la mañana del día siguiente (0800-1000). Todos los especímenes fueron preservados en propanol al 80% para identificación en el laboratorio y se encuentran depositados en la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala.



**Figura 3.** Diseño experimental en Bethel. Puntos blancos= sitios de muestreo. Fuente: Google Earth. Image from 20 IV 2010.

### Línea base, monitorización y análisis de datos

Se estableció una línea base de especies y asociación de hábitat, basado en el material colectado de julio a noviembre de 1995. Los datos fueron unificados y analizados por medio del Análisis de Correspondencias sin Tendencias (Detrended Correspondence Analysis, DCA), utilizando el programa PCOrd 4.25 (McCune & Mefford 1999). A fin de deducir las tendencias de las trayectorias en el tiempo de los tratamientos y para evitar el severo problema de segregación espacial (Hurlbert 1984) inherente al diseño experimental, analicé los datos de las recolectas de noviembre de 1995, julio de 1996 y agosto de 1996 con el módulo STATIS del programa PIMAD (Rodríguez 1998). El método STATIS (Análisis Conjunto de Matrices de Datos Cuantitativos) permite interpretar matrices de datos de tres índices: un índice para las unidades de muestreo (SU's), un segundo índice para las variables (e.g., las diferentes especies) medidas en las SU's y un tercer índice para los diferentes instantes en el tiempo en que hicieron las mediciones (Varela & Rodríguez 1995). El objetivo es analizar las similitudes y diferencias en el tiempo (trayectorias) a través de las configuraciones de unidades de muestreo y las relaciones entre las diferentes especies, en el plano cartesiano.

## Resultados

### Línea base de los ensambles de escarabajos copronecrófagos

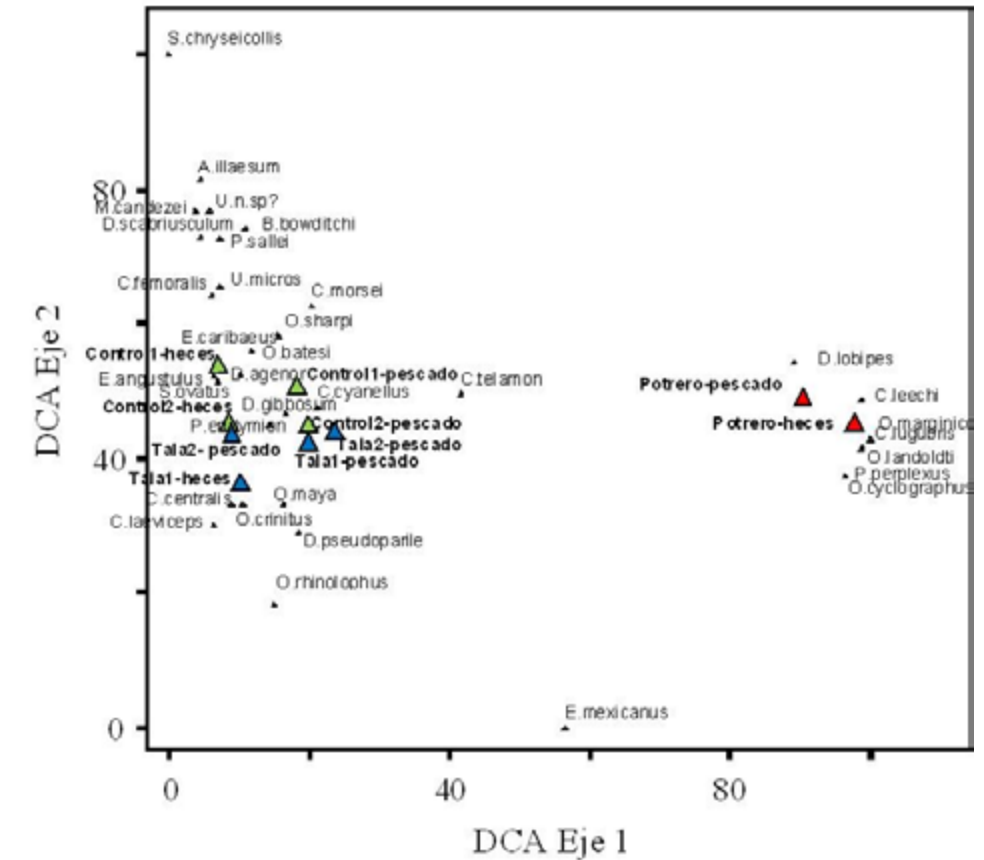
Para el sitio de Bethel se recolectan 34 especies de Scarabaeinae (Cuadro 1). El Análisis de Correspondencias sin Ten-

dencias de los datos de cinco meses de recolecta en Bethel (Figura 4) muestra una clara asociación entre los potreros, trampas con heces de vaca, y las siguientes especies: *Pseudocanthon perplexus*, *Onthophagus cyclographus*, *O. marginicollis*, *O. landolti*, *Canthon leechi* y *Copris lugubris*. La especie *Deltochilum lobipes* estuvo asociada a trampas con pescado podrido, en potreros. Se debe anotar que *Copris lugubris* y *P. perplexus* fueron representados sólo por uno y dos especímenes respectivamente (Cuadro 1). El resto de las especies encontradas en Bethel estuvieron relacionadas con los bosques control y los bosques bajo extracción selectiva de madera: *Onthophagus crinitus*, *O. maya*, *O. sharpi*, *Copris laeviceps*, *Deltochilum gibbosum*, *Canthon cyanellus*, *Eurysternus maya*, *E. angustulus*, *Canthidium centrale*, *Phanaeus endymion*, *Coprophanaeus telamon*, *Scatimus ovatus*, *Dichotomius agenor*, *Uroxys micros*, *O. batesi*, *C. femoralis*, *Bdelyopsis bowditchi*, *P. sallei*, *C. morsei*, *M. candezei*, *Ateuchus illaesum*, *Uroxys* sp., *D. scabriusculum*, *D. pseudoparile* y *O. rhinolophus*. Solamente un espécimen de *Sulcophanaeus chryseicollis* fue recolectado (Cuadro 1). *Eurysternus mexicanus* fue abundante en un sitio bajo tala selectiva aunque en otras áreas (incluyendo el potrero) se recolectaron unos pocos especímenes (Cuadro 1). La dramática reducción de la abundancia y diversidad de escarabajos copronecrófagos que se encontró en Bethel, también ha sido discutida para otros bosques tropicales en América Latina (e.g. Howden & Nealis 1975, Halffter 1992, Halffter & Fávila 1993). Por otro lado, es difícil notar diferencias marcadas entre los ensambles de escarabajos copronecrófagos de los dos tratamientos con bosque (controles y extracciones), como se muestra en la Figura 4.

Especies/Hábitat	CL1-Total	CL2-Total	EX1-Total	EX2-Total	POT-Total
<i>Ateuchus illaesum</i>	8	3	0	1	0
<i>Bdelyopsis bowditchi</i>	73	43	3	26	0
<i>Canthidium centrale</i>	0	1	0	0	0
<i>Canthon cyanellus</i>	140	228	179	154	4
<i>Canthon femoralis</i>	7	12	0	0	0
<i>Canthon morsei</i>	4	0	0	3	0
<i>Canthon leechi</i>	0	0	0	0	161
<i>Copris laeviceps</i>	97	173	161	81	0
<i>Copris lugubris</i>	0	0	0	0	1
<i>Coprophanaeus telamon</i>	30	34	35	14	5
<i>Deltochilum gibbosum</i>	11	9	16	6	0
<i>Deltochilum lobipes</i>	5	1	1	17	12
<i>Deltochilum pseudoparile</i>	0	46	104	60	0
<i>Deltochilum scabriusculum</i>	5	2	0	0	0
<i>Dichotomius agenor</i>	26	14	5	21	0
<i>Eurysternus angustulus</i>	22	18	19	11	0
<i>Eurysternus maya</i>	102	80	91	51	0
<i>Eurysternus mexicanus</i>	2	0	22	2	2
<i>Megathoposoma candezei</i>	5	4	0	0	0
<i>Onthophagus batesi</i>	2	2	1	2	0
<i>Onthophagus sharpi</i>	32	14	13	7	0
<i>Onthophagus crinitus</i>	37	35	60	33	0
<i>Onthophagus landolti</i>	0	1	0	0	13
<i>Onthophagus marginicollis</i>	0	0	0	0	3
<i>Onthophagus maya</i>	1	35	16	15	0
<i>Onthophagus rhinolophus</i>	0	0	1	0	0
<i>Onthophagus cyclographus</i>	0	4	0	2	23
<i>Phanaeus endymion</i>	11	31	15	10	0
<i>Phanaeus sallei</i>	26	18	3	1	0
<i>Pseudocanthon perplexus</i>	0	0	0	0	2
<i>Scatimus ovatus</i>	9	26	5	6	0
<i>Sulcophanaeus chryseicollis</i>	1	0	0	0	0
<i>Uroxys micros</i>	2	1	1	1	0
<i>Uroxys sp.</i>	3	0	0	1	0

**Cuadro 1.** Datos de abundancia relativa para tres momentos de recolecta de especímenes en la Comunidad Bethel, La Libertad, Petén. Datos sacrificados para fines de obtención de la línea base.

**Figura 4.** Análisis de Correspondencias sin Tendencias (DCA) de los ensambles de escarabajos de la comunidad Bethel. Los triángulos coloreados indican los puntos de muestreo y los triángulos negros pequeños las especies de escarabajos asociadas a esos sitios. Triángulos rojos = potrero; triángulos verdes = bosques control; triángulos azules = tala selectiva.



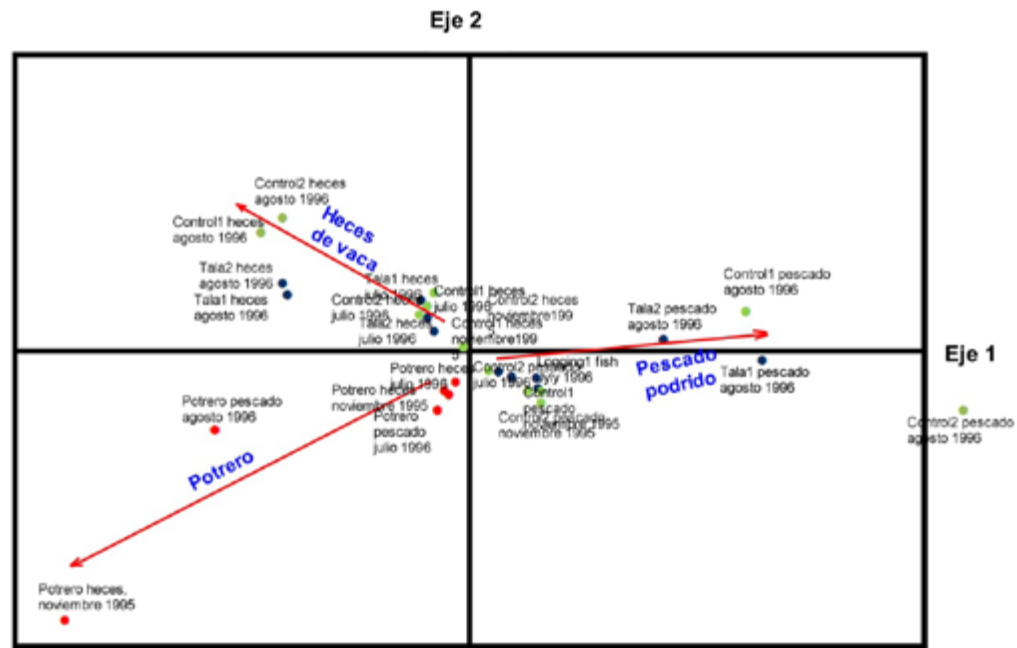
**Monitorización con STATIS: un experimento de trayectorias**

La figura 5 muestra el plano principal de trayectoria de los ensambles de escarabajos de los tres tratamientos (controles, tala selectiva y potrero). Los cambios a través del tiempo se pueden observar en los tres tratamientos (largas flechas rojas en la Figura 5); esos cambios probablemente indican estacionalidad.

Los potreros tienen una trayectoria opuesta (correlación negativa con la primera componente principal), como se nota en la Figura 5. Es notable que los ensambles recolectados con carroña vrs los recolectados con heces de vaca, presentan una trayectoria opuesta (lí-

neas rojas en la Figura 5), con respecto a la primera componente principal.

Sin embargo, la trayectoria de los escarabajos necrófagos (trampas con pescado podrido) fue casi la misma para los bosques control como para los bosques de tala selectiva. La misma tendencia se observa para la trayectoria de los escarabajos coprófagos en cuanto a estos dos últimos tratamientos (trampas con heces de vaca). Así, los resultados no muestran claras diferencias entre los ensambles de escarabajos de las áreas con bosque control y las áreas bajo extracción selectiva de madera.



**Figura 5.** Resultados del Análisis STATIS. Plano principal de las trayectorias de los ensambles de escarabajos de los sitios de muestreo en Bethel, entre noviembre de 1995 y agosto de 1996. Puntos verdes= Bosques control; puntos azules= bosques con tala selectiva; puntos rojos= potreros. Porcentaje de inercia = 78.157166. Datos originales disponibles si son requeridos.

## Discusión

Los resultados aportados por el método STATIS demuestran que existen cambios temporales en los ensambles de escarabajos, así como diferencias asociadas al tipo de cebo y a la destrucción del bosque (la disminución de la diversidad por conversión a potreros).

Pero más interesantes son los resultados en relación a la actividad antropogénica de tala selectiva que no muestra diferencias en relación al bosque no perturbado. Para esos resultados en el experimento de monitorización, analizados por el método STATIS (Figura 5), sugiero al menos cuatro explicaciones posibles: a) La intensidad del corte selectivo de Bethel, no afectó la diversidad de los ensambles de escarabajos copronecrófagos (no hay efecto antropogénico); b) los ensambles de escarabajos copronecrófagos no son sensibles a la intensidad del corte selectivo en Bethel (no son buenos indicadores); c) aunque

sensibles a la eliminación del bosque (i.e. transformación a pastizales o campos de cultivo), los escarabajos copronecrófagos no son sensibles a los cambios entre áreas con cobertura forestal (sensibilidad limitada), d) Las áreas control están sesgadas debido a que no constituyen verdaderos "bosques primarios" (problema de diseño experimental).

En todo caso, los resultados demuestran que se puede analizar la trayectoria de un experimento de monitorización, de una manera sencilla y visual. Hasta la fecha ningún estudio de monitorización (química o biológica) realizado en Guatemala ha utilizado este método. En la monitorización biológica, ya sea de corto o de largo plazo, casi siempre se utilizan datos de tres diferentes variables, una variable de los sitios de muestreo, una variable que representa las especies encontradas en esos sitios y una tercera variable que representa los diferentes momentos en los cuales

ocurrieron los muestreos. Bajo un buen diseño experimental se espera que los resultados se analicen con métodos paramétricos, como por ejemplo, el Análisis de Varianza de Medidas Repetidas. Sin embargo, cuando los experimentos presentan problemas de diseño, el uso de métodos estadísticos que asumen independencia de las unidades de muestreo, causa problemas de pseudo-repetición. El problema de la pseudo-repetición, definido por Hurlbert (1984) como "*the use of inferential statistics to test for treatment effects with data from experiments where either treatments are not replicated (though samples may be) or replicates are not statistically independent*", es relativamente frecuente en los estudios ecológicos en el campo (Hargrove & Pickering 1992). En este contexto, el uso de métodos que no asumen independencia como las Series de Tiempo y el método STATIS abren una ventana al problema de análisis de estudios de monitorización biológica. El

método STATIS es una generalización del Análisis de Componentes Principales (Abdi & Valentin 2007), cuyo objetivo es 1) comparar y analizar las relaciones entre los diferentes grupos de datos, 2) combinarlos en una estructura común llamada "compromiso" la cual se analiza por medio del Análisis de Componentes Principales a fin de revelar la estructura común entre las observaciones y finalmente 3) proyectar cada uno de los grupos de datos originales en el compromiso para analizar las discrepancias y atributos en común. En la Figura 5, se observa la clasificación de los sitios de muestreo proveída por el método STATIS -un resultado que también puede ser obtenido por el Análisis de Componentes Principales- pero además se observa la trayectoria en el tiempo de los ensambles de escarabajos en las unidades de muestreo. Así, la gráfica producto del STATIS (Figura 5) representa la dinámica de la diversidad de escarabajos de las áreas de potrero, bosque y de extracción forestal selectiva y no únicamente la descripción de un único evento en el tiempo. Así, recomiendo el uso del método STATIS para poder explicar la evolución y tendencias en tiempo de los ensambles de escarabajos copronecrófagos y otros grupos taxonómicos considerados en los programas de monitorización biológica en Guatemala.

## Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Areas Protegidas de Guatemala (CONAP) por el apoyo financiero y los permisos de investigación y colecta. Agradezco al Centro de Estudios Conservacionistas (CECON-USAC) y especialmente al Licenciado Claudio Méndez por el apoyo y la logística del proyecto. Agradezco los comentarios y sugerencias de Jack Schuster y un revisor anónimo, quienes ayudaron a mejorar sustancialmente este trabajo.

## Literatura citada

- Abdi H. & D. Valentin. 2007. The STATIS method. Pp. 2-17. En: N. Salkind (ed.) Encyclopedia of Measurement and Statistics. Thousand Oaks, California.
- CONAP. 1996. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya. Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP)-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 39pp.
- Escobar, A.L. 1995. Diversidad y densidad de plantas con potencial de uso sustentable en el Bosque Húmedo Tropical, Petén, Guatemala. Tesis Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 84pp.
- Gómez, I. & E. Méndez. 2005. Association of forest communities of Petén, Guatemala. Context, accomplishments and challenges. Center for International Forestry Research, Indonesia. 41pp.
- Halffter, G. & M.E. Fávila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27: 15-21.
- Halffter, G., M.E. Fávila & V. Halffter. 1992. Comparative studies on the structure of scarab guild in tropical rain forest. *Folia Entomológica Mexicana* 84: 131-156.
- Hargrove, W.H. & J. Pickering. 1992. Pseudoreplication: a sine qua non for regional ecology. *Landscape Ecology* 6(4): 251-258.
- Howden, H.F. & V.G. Nealis. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotrópica* 7: 77-83.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54(2): 187-211.
- Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70(6): 1715-1725.
- Lundell, C.L. 1937. The vegetation of Petén. Carnegie Institution of Washington 478(I-IX): 1-244.
- McCune, B. & M.J. Mefford. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.25. MjM Software, Glenden Beach, Oregon.



Méndez, C.A. 1997. Diseño de un programa de monitoreo biológico a largo plazo mostrado a través de un estudio de caso: El corte selectivo del bosque en la Cooperativa Bethel Bethel, La Libertad, Petén. Tesis Licenciatura en Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 89pp.

Miranda, F. 1978. Vegetación de la Península Yucateca. SARH- Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Cap. VI, 215-271.

Morales, J.R. 1993. Caracterización etnozoológica de la actividad de cacería en la comunidad de Uaxactún, Flores, El Petén. Tesis, Licenciatura en Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Nations, J.D., C.J. Rader & I.Q. Neubauer (eds). 1999. Thirteen ways of looking at a tropical forest Guatemala's Maya Biosphere Reserve. Conservation International, Washington. 108pp.

Nichols, E.S. & T.A. Gardner. 2011. Dung beetles as a candidate study taxon in applied biodiversity conservation research. Pp. 267-291. En: L.W. Simmons & T.J. Ridsdill-Smith (eds.). Ecology and evolution of dung beetles. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. 347pp.

Oliva, P. 2010. Deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Guatemala. Un aspecto ambiental que limita el desarrollo. Revista Científica, Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 18(1): 1-10.

Orantes, A.P. 1995. Comparación y caracterización preliminar de 3 etapas sucesionales de bosque secundario, en campos abandonados después de cultivar maíz, en la Reserva de la Biósfera Maya. Tesis, Licenciatura en Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 87pp.

Peck, S.B. & A. Forsyth. 1982. Composition, structure, and competitive behaviour in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera; Scarabaeinae). Canadian Journal of Zoology 60: 1624-1634.

Rodriguez, O. 1998. PIMAD 3.0. Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Sader, S.A., D.J. Hayes, J.A. Hepinstall, M. Coan & C. Soza. 2001. Forest change monitoring of a remote biosphere reserve. Int. J. Remote Sensing 22(10):1937-1950.

Simmons, C., J. Tarano & J. Pinto. 1959. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 pp + map.

Sparrow, H.R., T.D. Sisk, P.R. Ehrlich & D.D. Murphy. 1994. Techniques and Guidelines for Monitoring Neotropical Butterflies. Conservation Biology 8(3):800-809.

The Peregrine Fund. 1990. Maya project: use of raptors as environmental indices for design and management of protected areas and for building local capacity for conservation in Latin America. Progress report III. W.A. Burnham, D.F. Whitacre & J.P. Jenny, eds. The Peregrine Fund Inc. Boise, Idaho. 201pp.

The Peregrine Fund. 1992. Uso de aves rapaces y otra fauna como indicadores del medio ambiente, para el diseño y manejo de áreas protegidas y para fortalecer la capacidad local para la conservación en América Latina. Progress report V. D.F. Whitacre & R.K. Thorstrom, eds. The Peregrine Fund Inc. Boise, Idaho. 284pp.

Varela, J.G. & O. Rodriguez. 1995. Algoritmo e implementación del método STATIS. In: J. Trejos (ed.). Mem. IX Simposio Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias, Turrialba, Costa Rica, 15-17 feb. 1995. Pp. 49-56.

# ARTÍCULOS

# Distribución potencial de dos especies nativas de abejorros (*Bombus*) en Guatemala

<sup>1</sup> Vasquez Soto Mabel Anelisse, <sup>2</sup> Yurrita Obiols Carmen Lucía,

<sup>3</sup> Escobedo Kenefic Natalia

Unidad de Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad. Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-. Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

Avenida Reforma 0-63 zona 10 Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Teléfono (502) 2331-0904.

<sup>1</sup> vasquez.mabel@usac.edu.gt <sup>2</sup> carmenlucia@usac.edu.gt

<sup>3</sup> escobedo.natalia@usac.edu.gt

**Palabras clave:** *Bombus*, polinización, ocurrencia, distribución potencial, Guatemala.

## Resumen

Dentro del grupo de abejas se encuentran los llamados abejorros del género *Bombus*, quienes son considerados excelentes polinizadores de cultivos. Han sido ampliamente comercializados alrededor del mundo mediante la tecnificación de colmenas de estas abejas. En Guatemala, los pobladores, principalmente en el área del altiplano, los conocen con los nombres de “abejorro, onon, guanon y onon de la tierra”. Dentro de las investigaciones sobre diversidad y distribución de este género en Guatemala, se encuentra Abrahaminovich (2004), Marroquin (2000), Labougle (1990) y Labougle *et al.* (1985). Estos autores realizaron los primeros reportes, aunque no basados en colectas sistemáticas. Es por ello que esta investigación tuvo como objetivo determinar la distribución potencial de las especies más abundantes *B. wilmattae* y *B. ephippiatus*, basado en colectas sistemáticas de especímenes en diferentes localidades de nuestro país. Los especímenes fueron almacenados en la Colección de Abejas Nativas Silvestres de la Unidad de Biodiversidad del CECON. En base a los datos obtenidos, fueron elaborados los mapas de modelaje sobre ocurrencia y distribución potencial de estas especies para Guatemala. Esta información podrá implementarse en futuras propuestas de manejo para la conservación de estas especies de polinizadores de importancia económica.

## Introducción

Alrededor del mundo se reportan más de 20,000 especies de abejas agrupadas en la superfamilia Apoidea. Las abejas poseen características morfológicas que les permiten coleccionar néctar y polen, incluyendo la presencia de pelos plumosos recubriendo sus cuerpos. En Guatemala se reportan cinco familias taxonómicas de abejas: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae, siendo esta última reportada como la más abundante para nuestro país (Marroquin, 2000). Dentro de Apidae se encuentran especies eusociales, quienes poseen división de castas y almacenan alimento en gran cantidad dentro de sus colmenas.

Así mismo, dentro de la familia Apidae se encuentran los abejorros (*Bombus*). El género *Bombus* Latreille se distribuye alrededor del mundo, existen cerca de 250 especies, y es apreciado mundialmente por ser un excelente polinizador en cultivos de invernadero, dando mejores resultados que otras especies de abejas. Presentan una organización social primitiva, parecida a las abejas eusociales, observando una división de castas entre los individuos de una misma colonia. Construyen sus nidos bajo la tierra, o en agujeros al pie de matas de hierbas. Son abundantes en climas templados y fríos, y pueden encontrarse hasta los 5600msnm (Goulson, 2010). En Guatemala a las abejas del género *Bombus* se les conoce con el nombre común de “abejorro”, “guanon” “onon” y “onon de tierra”, generalmente son muy peludas, y con diferentes patrones de coloración (negro, amarillo y blanco).

Las investigaciones sobre abejorros realizadas para nuestro país incluyen Abrahaminovich (2004), Marroquin (2000), Labougle *et al.* (1985) y Labougle (1990). Únicamente el trabajo de Marroquín (2000) cita ejemplares que se encuentran en las colecciones de Guatemala, sin embargo éstos no son representativos para realizar inferencias sobre la diversidad de este grupo. Debido a la escasez de información y el pobre conocimiento de la diversidad y distribución de este género se han obtenido reportes de introducción de colmenas de especies no nativas del género *Bombus* (*Com. Pers.* A. Her-



nández<sup>1</sup>). La introducción de especies no nativas ocasiona competencia por los recursos alimenticios y sitios de anidamiento, llevando con ello a un desplazamiento de especies nativas y, en el peor de los casos, a la extinción.

Ante esta problemática, se resalta la importancia de investigar sobre la diversidad de estas abejas en nuestro país. Es por ello que se realizaron colectas sistemáticas durante los años 2009 y 2010 en varias regiones de Guatemala. Se obtuvo datos de riqueza y abundancia basados en colectas sistemáticas de especímenes. Esto permitió generar mapas de distribución de las dos especies más abundantes de abejorros para Guatemala *Bombus wilmattae* y *Bombus ephippiatus*. Ayala (2011) reporta la existencia de problemas taxonómicos para su diferenciación, por lo que es necesario el levantamiento de información en la región mesoamericana para contribuir en el conocimiento de ambas especies.

### Materiales y Métodos

Los sitios de colecta se ubicaron en los departamentos de Chimaltenango, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Quetzaltenango, Jutiapa, Quiché, Retalhuleu, Sacatepequez, San Marcos, Santa Rosa, Sololá, Suchitepéquez, Totonicapán y Chiquimula. En cada sitio de colecta se realizó visitas periódicas para las colectas de especímenes en los años 2009 y 2010.

Fueron tomadas las coordenadas geográficas de cada localidad con un GPS, junto a los datos de fecha, localidad y

altitud. Se colectaron especímenes en localidades ubicadas en diferentes coberturas vegetales, donde se recorrió transectos de 100m aproximadamente. El esfuerzo de colecta para los sitio de muestreo fue de 5 redes mínimo durante 30-40 minutos. Los especímenes fueron colectados con redes entomológicas e introducidos dentro de una cámara letal conteniendo cianuro de potasio para sacrificarlos. Fueron almacenados en botes plásticos, dentro de los cuales se colocó etiquetas de papel bond con la información de datos de colecta. Los especímenes fueron montados, etiquetados y determinados taxonómicamente con la clave de Labougle (1990). Los especímenes se encuentran depositados en la Colección Entomológica de Abejas Nativas de la Unidad de Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, de la Universidad de San Carlos.

La información de colecta fue ingresada en la base de datos de la colección. Posteriormente, se analizaron los datos de abundancia de las especies reportadas y para la elaboración del presente estudio únicamente se utilizaron los datos de las especies más abundantes, *Bombus wilmattae* y *Bombus ephippiatus*.

Para la elaboración de los mapas de distribución potencial fue utilizada la información geográfica de las localidades de colecta de especímenes de *Bombus*, incluyendo tanto los especímenes colectados en este proyecto como otros disponibles en la colección de abejas. Los datos ambientales utilizados fueron seleccionados por ser los más comúnmente utilizados en la elaboración de modelos de distribución de especies. Fueron utilizadas 19 variables bioclimáticas continuas relacionadas todas

con la temperatura y la precipitación. Estas variables fueron obtenidas de la base de datos WordClim disponible en línea (<http://www.worldclim.org/current.htm>). Fue utilizada una resolución de 0.5°x 0.5° que equivale a una cuadrícula de aproximadamente 9 x 9km, la cual representa de forma adecuada las condiciones ambientales de las localidades de ocurrencia. Finalmente, para la elaboración de los mapas, se utilizó el programa de modelado Maxent, versión 2.3 elaborado por Phillips et al. (2006) (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>).

Por otro lado, las distribuciones de las especies de *Bombus* se sobrepusieron al mapa de biomas de Guatemala de Villar Anleu (1998) elaborado por CONAP (1999) para poder discutir sobre sus distribuciones. Los biomas definidos para Guatemala según Anleu (1998) son STH: Selva Tropical Lluviosa, SM: Selva de Montaña, BM: Bosque de Montaña, ME: Monte Espinoso, SStH: Selva Subtropical Húmeda y SaTH: Sabana Tropical Húmeda.

### Resultados

Las especies más abundantes de *Bombus* encontrados fueron *Bombus (Pyrobombus) wilmattae* y *Bombus (Pyrobombus) ephippiatus* colectadas en la mayoría de sitios en los departamentos visitados. Cabe resaltar que estas dos especies fueron abundantes en la parte occidental del país, donde el clima es templado y/o frío. Se reportaron especímenes colectados desde los 1030msnm hasta los 3260msnm.

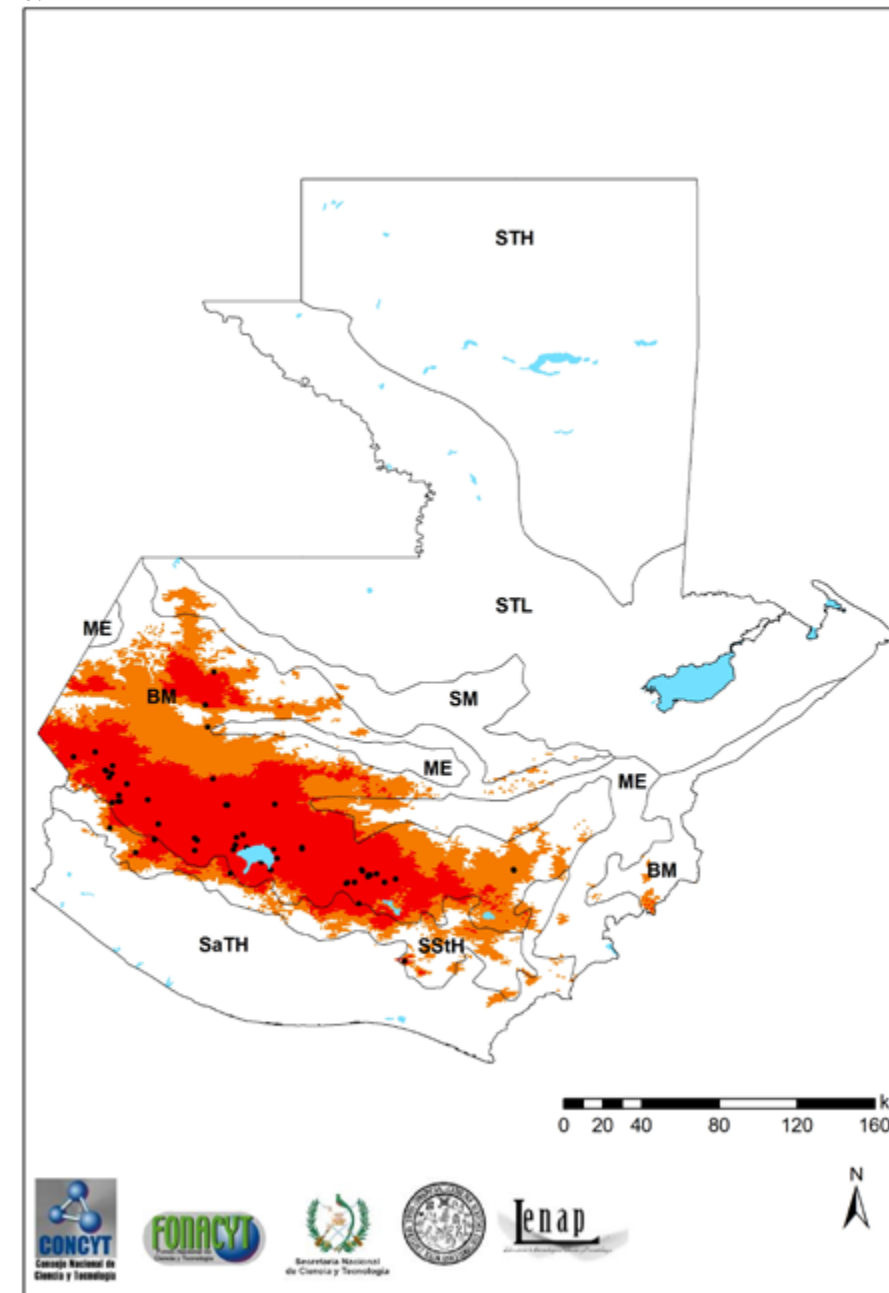
Se elaboraron los mapas de modelaje de distribución potencial y localidades de ocurrencia para cada especie de *Bombus*. En cada mapa, las localidades de ocurrencia se representan con puntos negros, la distribución potencial en rojo (alta probabilidad de ocurrencia), en naranja (probabilidad ampliada). El programa eliminó sitios duplicados, así mismo en el caso de localidades muy cercanas solo consideró una de ellas, ya que debido a la resolución de las capas bioclimáticas utilizadas, el programa las trata como registros duplicados.

#### 1. *Bombus (Pyrobombus) wilmattae*, Cockerell 1912

Esta especie se reporta para Guatemala en un rango de altitud que va desde 1030 hasta 3500 msnm. En base a los datos de temporalidad, no es una especie estacional, ya que se colectó durante todo el año.

El modelo generado para esta especie muestra una distribución potencial restringida a los biomas Bosque de Montaña (BM) y Selva Subtropical Húmeda (SStH) (Mapa 1). Esta distribución se concentra alrededor de los puntos de colecta (59) que se localizan en altitudes entre 1000 y 3400msnm dentro de los biomas antes mencionados. Puede observarse que, en concordancia con la localización de la mayoría de los puntos de colecta, el área más probable de distribución (área roja) se concentra principalmente en la zona sur del Bosque de Montaña (Mapa 1). Varios registros que alcanzan el bioma Selva Subtropical Húmeda amplían la distribución hacia ese bioma (Mapa 1).

Por otra parte, en el mismo mapa, se observa que, al menos tres localidades están fuera del área de distribución (área roja) delimitada al utilizar el límite de corte (13.680) sugerido por el programa.



Mapa 1  
Fuente: FODECYT 013-2009

<sup>1</sup> Docente de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011.

2. *Bombus (Pyrobombus) ephippiatus*,  
Say 1837

Para esta especie se reportó un rango altitudinal de colecta que va desde 1739 a 3500 msnm. Al igual que *B. wilmattae*, *B. ephippiatus* no es una especie estacional ya que fue colectada durante todo el año. Visitó 45 especies de plantas para obtener su alimento en diferentes localidades del país, dentro de las zonas de estudio. El modelo restringe la distribución potencial de esta especie a los biomas de Bosque de Montaña (BM) y Selva de Montaña (SM) (Mapa 2). Esto concuerda con la distribución de los 47 puntos de colecta utilizados, los cuales provienen de sitios localizados en altitudes entre 2000 y 3300 msnm dentro de los biomas mencionados. Para esta especie, aunque la mayoría de registros se encuentran distribuidos en la zona más al sur del Bosque de Montaña, existen numerosos puntos en la zona norte de dicho bioma, lo cual se refleja en el área más probable de distribución predicha (área roja, Mapa 2). En el Mapa 2 se observa que, al menos dos localidades están fuera del área de distribución (área roja) delimitada al utilizar el límite de corte (13.027) sugerido por el programa.

### Discusión

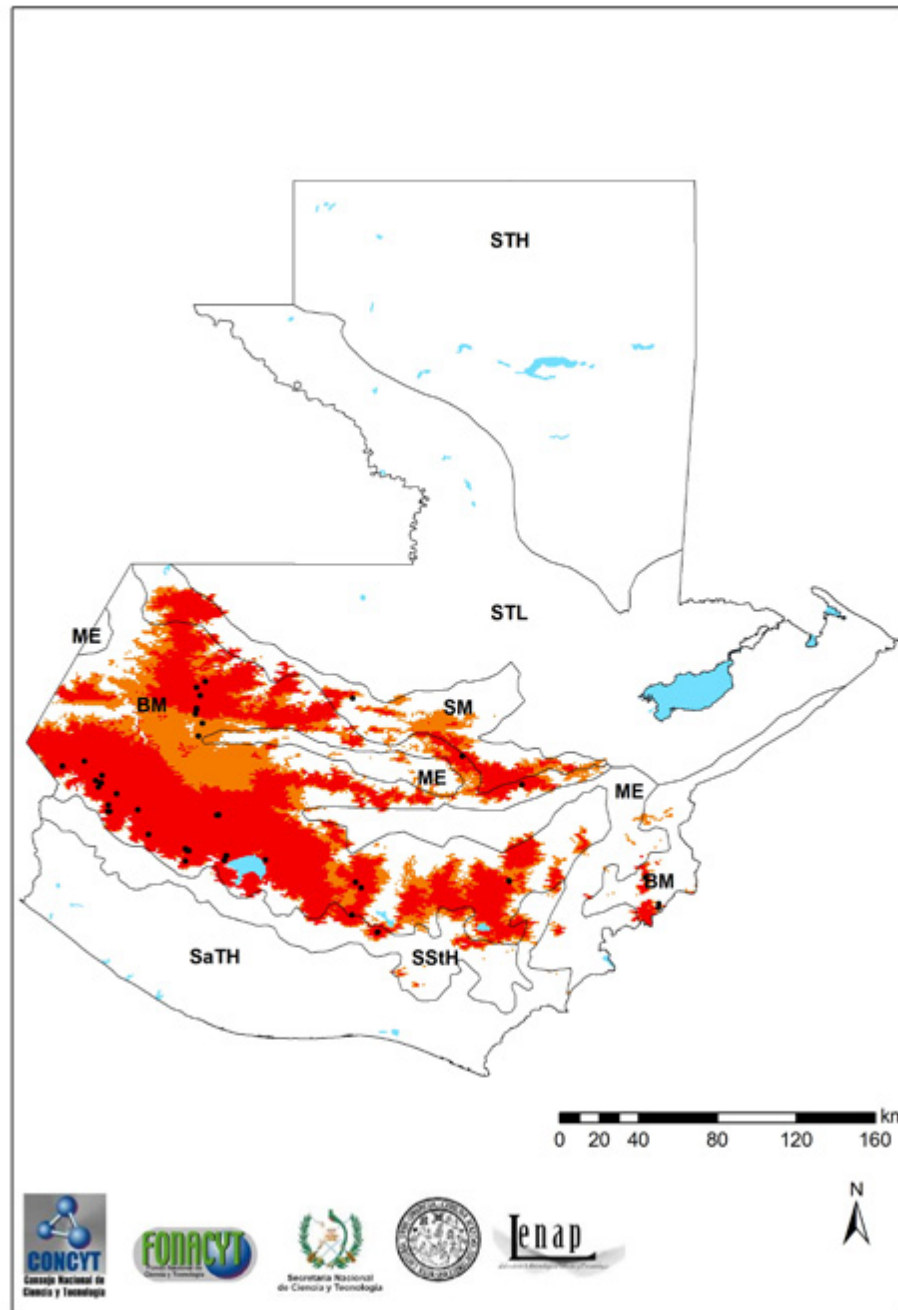
Los mapas generados a partir de los datos de colectas sistemáticas, muestran que la región central y occidente del país poseen la mayor probabilidad para encontrar a ambas especies de abejorros. Las localidades donde se reportaron colectas de *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* poseen climas templados y fríos. También es importante resaltar que esta región del país es la que mayormente se dedica a la agricultura, y

puede estar siendo beneficiada por la polinización de colmenas silvestres de estas especies de abejorros.

Así mismo, para nuestro país se observa que los datos de ocurrencia de ambas especies son más abundantes en los biomas Bosques de Montaña (BM) y Selva de montaña (SM), lo cual coincide con lo reportado por Ayala (2011) y por Labougle (1990). Sin embargo, en la región sur del país no se reportó presencia de *Bombus*.

Según los datos obtenidos en este estudio sugieren que *B. ephippiatus* posee menos localidades de ocurrencia que *B. wilmattae*, esto probablemente a la diferencia en rangos de distribución altitudinal para cada especie, según lo reportado en bibliografía (Labougle *et.al.*, 1985; Labougle 1990).

*B. ephippiatus* no se reportó para altitudes menores de 1739msnm aunque Labougle (1990) la reporta desde los 1200 a 3900msnm. De igual manera *B. wilmattae* no se encontró en altitudes menores a 1030 msnm, y según literatura se distribuye desde los 600 a 2200 msnm (Labougle 1990; Ayala 2011), aunque fue colectada a más de los 3000msnm. Estos datos preliminares podrían sugerir una reducción en el rango de distribución (altitud menor) de estas especies probablemente ocasionado por la pérdida de bosques, principalmente en áreas donde no se reporta presencia de *Bombus*, tal es el ejemplo de la costa sur de nuestro país. Así mismo, la deforestación y el aumento en la temperatura ambiental en varias regiones, podría influir en la probabilidad de encontrar *Bombus* a altitudes mayores de las anteriormente reportadas, como es el caso de *B. wilmattae*, aunque se necesita realizar un estudio más detallado.



Mapa 2  
Fuente: FODECYT 013-2009



*Bombus (Pyrobombus) wilmattae*, Cockerell / N. Escobedo



*Bombus (Pyrobombus) ephippiatus*, Say / N. Escobedo





Colecta de especímenes con redes extensibles. San Marcos la Laguna, Sololá

Según los Mapa 1 y 2, se observa que las distribuciones predichas para las especies *B. wilmattae* y *B. ephippiatus* abarcan zonas de tres biomas (SM, BM y SStH). Probablemente, los niveles superiores de precipitación del bioma Selva Tropical Lluviosa determinan que las especies no se distribuyan en esa zona. Por otra parte, para estas mismas especies los registros de colecta provienen de localidades de los biomas de Bosque de Montaña y Selva de Montaña (*B. ephippiatus*) y de localidades de los biomas Bosque de Montaña y Selva Subtropical Húmeda (*B. wilmattae*). En concordancia con ese hecho, las distribuciones predichas para las dos especies tienden a ocupar áreas localizadas más en Selva Subtropical Húmeda y la distribución de *B. wilmattae* se extiende más hacia la Selva de Montaña.

### Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología -FONACYT-, otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT- de Guatemala. Este trabajo no podría haberse realizado sin el apoyo logístico del Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología -LENAP- y la colaboración del personal de la Unidad de Biodiversidad, Departamento de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Conservacionistas-CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC-.

### Literatura citada

Abrahamovich A., Díaz Norma B., Morrone Juan J. 2004. Distributional patterns of the neotropical and andean species of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *Acta Zoológica Mexicana*. 1(20)

Ayala, Ricardo. 2011. Distribución y problemas taxonómicos de los abejorros *Bombus ephippiatus* Say, 1837 y *B. wilmattae* Cockerell, 1912 (Hymenoptera: Apidae). *Memorias VII Seminario Mesoamericano sobre abejas Nativas*. Cuetazalán, Puebla, México.

Goulson, Dave. 2010. *Bumblebees. Behaviour, Ecology and Conservation*. Second edition. Oxford University Press. New York, USA.

Labougle, J. M. 1990. *Bombus* of México and Central America (Hymenoptera, Apidae). *The University of Kansas Science Bulletin*. 54(3)

Labougle, J. M., Ito M., Okazawa T. 1985. The species of the genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) of Chiapas, México and Guatemala; with a morphometric and altitudinal analysis. *Folia Entomológica Mexicana*.

Marroquín Alan. 2000. *Sistemática e historia natural de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) de Guatemala*. Tesis, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala.

Phillips, S. J.; R. P. Anderson & R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.



# Diversidad de mamíferos menores en bosques montanos de Guatemala

**Nicté Ordóñez Garza<sup>1</sup> y John O. Matson<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Avenida Reforma 0-63 zona 10, Ciudad de Guatemala.

<sup>2</sup>Department of Biological Sciences, San Jose State University, San Jose, CA 95192-0100, Estados Unidos de América.

<sup>1</sup> nyctomys@yahoo.com <sup>2</sup> johnomatson@gmail.com

**Palabras clave:** mamíferos, endemismo, bosques montanos.

## Resumen

En términos biológicos, los bosques montanos de Guatemala son evolutivamente complejos, ya que estos presentan altos niveles de endemismo, y comparten fauna de origen Neártico y Neotropical, formando parte de las unidades de endemismo de Mesoamérica. A pesar de la importancia biológica de estos ecosistemas, en Guatemala no se conoce la estructura de las comunidades de mamíferos menores y los patrones de distribución geográficos de las especies de las regiones montanas. El presente estudio registra 31 especies de micro-mamíferos colectados en diferentes regiones montañosas de Guatemala, desde 1998 a 2010, en un rango de altura entre 1050 y 3664 msnm. Además se describen los límites altitudinales de estas especies y los patrones generales de su distribución en los bosques montanos del país. Así mismo se reporta la extensión del rango de distribución de *Sigmodon zanjonensis*, que estaba únicamente reportado para Quetzaltenango a 2743 msnm, y que se colectó a 3260 msnm en Huehuetenango.

## Abstract

In biological terms, the montane forests of Guatemala are evolutionarily complex, as these have high levels of endemism, and are sharing Neartic and Neotropical fauna; therefore they represent part of the endemic units of Mesoamerica. Despite the biological importance of these ecosystems, in Guatemala there is not knowledge about the community structure of small mammal and their geographical patterns in mountain regions. This study reports 31 small-mammal species collected from 1998 to 2010 at elevations in between 1050 and 3664 m. Besides it is described the altitudinal limits of these species and the general patterns of distribution in the montane forests of the country. In addition, we report the extension of the distribution range of *Sigmodon zanjonensis*, which was only reported at 2743 m in Quetzaltenango, and was collected in Huehuetenango at 3260 m.

## Introducción

En la región de las tierras altas de Mesoamérica, comprendidas entre el istmo de Tehuantepec en México y la depresión de Nicaragua, existen aproximadamente 1600 kilómetros de bosques montanos aislados geográficamente (Labastille y Pool, 1978), caracterizados por presentar bajas temperaturas y niveles altos de precipitación (Hamilton 1995). Esta región es una de las más complejas biológicamente, debido a su topografía y a la historia biogeográfica que involucra eventos de intercambio biológico y extensa diversificación *in situ* por los cambios climáticos y geológicos (Stehli y Webb, 1985; León-Paniagua et al., 2007).

Como otros ecosistemas, los bosques montanos tropicales están amenazados, principalmente por la transformación de hábitats, degradación de ecosistemas, tala de árboles, cacería no controlada e introducción de especies exóticas (Alonso et al., 2011). Debido a esto es muy importante registrar especies y hacer inventarios, de manera que se tenga información básica para poder comprender los procesos evolutivos y biológicos que ocurren en estos ecosistemas, y pueda utilizarse esta información para futuros planes de conservación en la región.

Con el objetivo de proporcionar información relacionada a los límites de distribución de especies de mamíferos menores de bosques montanos de Guatemala, este estudio proporciona un listado de especies de micro-mamíferos colectados entre 1998 y 2010, en un rango de alturas de 1050 a 3664 msnm, en 43 localidades de Guatemala y se discuten los rangos de distribución geográfica y altitudinal de las especies encontradas.

## Materiales y métodos

Para la colecta de mamíferos menores se utilizaron líneas de trapeo (trayectos) a lo largo de senderos de las diferentes localidades visitadas, ver tabla 1. Cada línea tenía alrededor de 100 estaciones de trapeo; cada estación consistía en una combinación de dos tipos de trampas Museum Special, Victor Rat Killer, Sherman regular, o Pitfall. En cada trampa, con excepción de la tipo Pitfall, se colocó cebo en proporción 6:1:2:2 de una mezcla de mantequilla de maní, tocino en trozos, pasas y hojuelas de avena. Durante el período de muestreo, las trampas se revisaron diariamente, y se reemplazaron los cebos. Los especímenes colectados fueron depositados en las colecciones de referencia del Museo de Historia Natural de San Carlos de Guatemala, United States National Museum of Natural History, y Natural Science Research Laboratory at the Museum of Texas Tech University. Expertos del National Museum of Natural History y de San Jose State University, confirmaron las identificaciones de las especies presentadas en este estudio. Se generó una lista de especies de micro-mamíferos encontrados en los bosques montanos cuya nomenclatura está basada en Wilson y Reeder (2005), con excepción de los Oryzomys en los que se aplicó Weksler et al. (2006).

## Resultados

### Listado de micro-mamíferos de bosques montanos de Guatemala colectados de 1998 a 2010

Didelphimorphia (Didelphidae)

*Marmosa mexicana* Merriam, 1897

Soricomorpha (Soricidae)

*Cryptotis goldmani* Merriam, 1895

*C. goodwini* Jackson, 1933

*C. lacertosus* (Woodman, 2010)

*C. mam* (Woodman, 2010)

*C. merriami* Choate, 1970

*Sorex saussurei* Merriam, 1892

*S. veraepacis* Alston, 1877

Rodentia (Heteromyidae)

*Heteromys desmarestianus* Gray, 1868

Rodentia (Cricetidae)

Arvocolinae

*Microtus guatemalensis* Merriam, 1898

Neotominae

*Habromys lophurus* (Osgood, 1904)

*Neotoma mexicana* (Bair, 1855)

*Peromyscus beatae* Thomas, 1903

*P. grandis* Goodwin, 1932

*P. guatemalensis* Merriam, 1898

*P. mayensis* Carleton & Huckaby, 1975

*P. mexicanus* (Saussure, 1860)

*P. oaxacensis* (Merriam, 1898)

*Reithrodontomys mexicanus* (Saussure, 1860)

*R. microdon* Merriam, 1901

*R. sumichrasti* (Saussure, 1861)

*R. tenuirostris* Merriam, 1901

*Scotinomys teguina* (Alston, 1877)

Tylomyinae

*Nyctomys sumichrasti* (Saussure, 1860)

Rodentia (Sigmodontinae)

*Handleyomys alfaroi* (Allen, 1891)

*H. rhabdops* (Merriam, 1901)

*H. saturatior* (Merriam, 1901)

*Olygoryzomys fulvecens* (Saussure, 1860)

*Oryzomys couesi* (Alston, 1877)

*Sigmodon hispidus* Say & Ord, 1825

*S. zanjonensis* Goodwin, 1932

## Discusión

Durante el muestreo se encontró un total de 16 géneros de mamíferos de 3 Ordenes, correspondientes a 4 Familias, Didelphidae, Soricidae, Heteromyidae y Cricetidae. Las afinidades de estos grupos son principalmente mesoamericanas. De afinidad Neártica, se encontraron los géneros *Sorex*, *Heteromys*, *Neotoma*, *Microtus*, *Sigmodon*, y *Peromyscus*. Los géneros de afinidades Neotropicales encontrados fueron *Marmosa*, *Olygoryzomys*, *Handleyomys* y *Oryzomys*. Los géneros propios de la región mesoamericana encontrados fueron *Cryptotis*, *Habromys*, *Nyctomys*, *Reithrodontomys*, y *Scotinomys*. Los grupos de afinidad Neártica, son los que han tenido mayor tiempo para dispersarse, especializarse y diferenciarse en Mesoamérica, como en el caso de *Peromyscus*. Mientras que los grupos propios de la región mesoamericana, como algunas especies del género *Cryptotis*, se han especializado desde el final del Pleistoceno debido a los cambios en el clima y al aislamiento que sufrieron (Woodman y Timm, 1999). Esto se debe a que la región ha sufrido cambios en la vegetación (Colinvaux, 1996), lo que implicó mantener el aislamiento de diversas comunidades en las partes altas de las montañas. Mientras que los grupos de afinidad Neotropical empezaron a dispersarse cuando se formó un archipiélago que unió Suramérica durante el Mioceno tardío, lo que en la actualidad corresponde a Panamá. El relieve regional cambió en esta región en el Plioceno tardío y se estableció el puente entre las regiones norte y sur al final del Plioceno (Coates y Obando, 1996), lo que favoreció al intercambio de fauna.

## Especies y patrones de distribución

De las 31 especies encontradas en los bosques montanos de Guatemala durante el muestreo, la única especie representante del Orden Didelphimorphia, *Marmosa mexicana* se encontró en Alta Verapaz, Chiquimula, Huehuetenango, y Sacatepéquez. La subespecie que se encontró durante los muestreos de este estudio fue *M. mexicana mexicana*, que está reportada para la región del núcleo de Centroamérica (Alonso-Mejía y Medellín, 1992), además existen otras tres subespecies se distribuyen desde México (Jones y Ticul-Alvarez, 1964), hasta Panamá (Wilson y Reeder, 2005). Los especímenes colectados en Zacapa y El Progreso durante este estudio, han servido para apoyar las hipótesis sobre el origen de este grupo. Al comparar secuencias de ADN del gen mitocondrial Citocromo *b* de especímenes de Sierra de Las Minas, Zacapa, y de las montañas de Yalijux en Alta Verapaz, con secuencias de las tierras bajas de Campeche en México, Petén y El Progreso, Gutiérrez et al. (2010), sugieren que hay suficiente divergencia para considerar a estas poblaciones como dos grupos diferentes.

Del Orden Soricomorpha, se encontraron 7 especies de la Familia Soricidae. Del género *Cryptotis*, se encontraron 5 especies, *C. goldmani*, *C. goodwini*, *C. lacertosus*, *C. mam*, y *C. merriami*. La especie *C. goldmani* fue colectada únicamente en el 2004 a 6.5 km al sur de Todos Santos, Cuchumatán, Huehuetenango, a 3020 msnm. *C. goodwini* fue colectada en Alta Verapaz, Chiquimula y Huehuetenango. Se colectó por primera vez en el 2002, y no se volvió a coleccionar sino hasta el 2010 en Chiquimula,

en la Reserva de Biósfera La Fraternidad. La altitud menor en la que se encontró esta especie fue a 1650 msnm en El Duraznal, Chiquimula, y la mayor elevación fue a 3180 msnm en la Aldea Todos Santos Cuchumatán, en Huehuetenango. *C. goldmani* y *C. goodwini*, pertenecen al grupo de especies de *C. mexicana*. Para caracterizar estas especies dentro de este grupo, Woodman y Stephens (2010) identificaron los especímenes colectados durante este estudio y los compararon con otros especímenes de museo.

*C. lacertosus*, se colectó únicamente en Huehuetenango en el 2005, durante la época lluviosa. Los especímenes de esta especie colectados durante el estudio, fueron comparados morfológicamente con otras especies del grupo de especies de *C. golmani*, y Woodman (2010) sugiere que las formas de *C. lacertosus* colectadas a 5 km de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, corresponden a una especie no descrita anteriormente. Por lo que Woodman (2010) describe esta especie, siendo la localidad tipo en el lugar en dónde fueron colectados los especímenes en el 2005. Otra de las especies que Woodman (2010) describe basado en datos morfológicos es *Cryptotis mam*. Los especímenes de *C. mam* que sirvieron para las comparaciones con otras especies del grupo *C. golmani*, fueron colectados al realizar este estudio durante los años 2006 y 2008. Esta especie fue colectada en un rango altitudinal de 2925 a 3350 msnm, en dos localidades muy cercanas a la localidad tipo, a 6.5 km de Todos Santos Cuchumatán, Aldea El Rancho, la primer localidad en la Aldea Puerta del Cielo, 10 km al norte de Todos Santos Cuchumatán, y la localidad más alejada de la localidad

tipo, a 22 km NNE de la Laguna Magdalena, Chiantla.

*C. merriami* fue colectada en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, Huehuetenango, y Zacapa. La altura más baja registrada en la colecta es de 1320 msnm en Baja Verapaz, a 9 km al sur de Pasmola, entre el kilómetro 166 y 167 en la carretera CA-14, en el bosque del Hotel Country Delights, ubicado muy cerca del Biotopo del Quetzal. La otra localidad está a 1290 msnm a 3 km al sur de la Aldea Tukurú, localidad tipo de *Peromyscus grandis*.

Las otras dos especies de la familia Soricidae colectadas, pertenecen al género *Sorex*. Durante los muestreos, *S. veraepacis* se encontró en Alta Verapaz, Huehuetenango, El Progreso, Quetzaltenango, y Zacapa. La altitud menor a la que se colectaron individuos de esta especie fue a 1475 msnm a 9.5 km al noroeste de Gualán, Zacapa. También se colectó esta especie a 3450 msnm en la Aldea Puerta del Cielo, a 5.6 km al Norte de Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango. La especie *S. veraepacis*, está distribuida desde el este de México hasta el oeste de Guatemala (Jackson 1928; Junge y Hoffman, 1981). La subespecie reportada para las tierras altas de Chiapas y oeste de Guatemala es *S. veraepacis chiapensis* y para el este es *S. veraepacis veraepacis* (Hall, 1981). Especímenes de *S. saussurei* fueron colectados en Huehuetenango, Quetzaltenango, y Zacapa. La altitud más baja de colecta para esta especie fue en la misma localidad a 1475 msnm en que se colectó *S. veraepacis*. La colecta a mayor altitud fue a 3160 msnm a 10 km nor-noreste de Cuilco, en la aldea El Retiro, Huehuetenango. Estas especies pertenecen a la

tribu Soricini que es de origen Holártico (Churchfield, 1990). Las condiciones climáticas del Terciario y Cuaternario posiblemente permitieron que el género se dispersara hasta Mesoamérica y tuvo radiación en los bosques que quedaron aislados durante esa época.

Del orden Rodentia, se colectaron 23 especies. De la familia Heteromyidae se colectó la especie *Heteromys desmarestianus* distribuida en Alta Verapaz, Huehuetenango, Chiquimula, y Sacatepéquez. Los especímenes de esta especie se colectaron desde los 1519 msnm en el Río Pepajau, San Juan Ixcay, Huehuetenango, hasta los 2475 msnm en las montañas de San Martín, en la Aldea Villa Alicia, Huehuetenango. El género *Heteromys* es exclusivo de las tierras húmedas tropicales de Mesoamérica y Sudamérica (Genoways y Brown, 1993). La distribución de Heteromyidae ha sido modificada por los efectos de los eventos geológicos y sus cambios en el clima y el nivel del mar. De las misma manera otros grupos de mamíferos fueron afectados cuando se formó el puente que unió Colombia con Centroamérica hace tres millones de años, y se produjo el intercambio Americano (Schmidly, Wilkins y Derr, 1993).

De la familia Cricetidae, subfamilia Arvicolinae, se colectaron especímenes de *Microtus guatemalensis*, el representante más sureño de la distribución, (Sánchez, Álvarez y Romero, 1996), únicamente se colectó en Huehuetenango, sin embargo, Ordóñez-Garza (1999) reporta esta especie para El Progreso, en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. La localidad tipo de esta especie es en Todos Santos Cuchumatán en Huehuetenango (Smith y Jones, 1967). Los indi-

viduos colectados en este estudio se encontraron desde 2925 msnm en Laguna Magdalena, hasta los 3450 msnm en la Aldea Puerta del Cielo, Huehuetenango. La subfamilia Arvicolinae aparece en el Pleistoceno temprano hace 1.8 a 2.0 millones de años (Galbreath y Cook, 2004), y se dispersó por el estrecho de Bering. Los sobrevivientes de la radiación en el nuevo mundo incluyen a *M. umbrus* y *M. guatemalensis* (Hoffman y Koepl, 1985). Recientemente se han realizado algunos estudios a nivel de ADN mitocondrial, y se han encontrado diferencias significativas entre *M. guatemalensis* y las otras especies de *Microtus* de Norteamérica (Conroy et al., 2001).

De la subfamilia Neotominae, *Habromys lophurus*, se encontró distribuida en Chiquimula, El Progreso, Huehuetenango, y Zacapa. Las altitudes a las que se colectaron los especímenes abarcaron desde los 1840 msnm en la Aldea El Duraznal, Chiquimula hasta los 3110 msnm en San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. *H. lophurus* está reportada para Chiapas México, y para Chalatenango en El Salvador (Musser, 1969), estando restringida a las tierras altas de Chiapas, Guatemala y el bosque alto común de Guatemala y el Salvador (Carleton, 1989), por lo que es considerada como endémica de la región Mesoamericana (Wilson y Reeder, 2005). Esta especie es arbórea, y es una de las especies de roedores menos conocidas de la región Neotropical. León-Paniagua et al. (2007) analizaron muestras de varios genes de las especies del género *Habromys* para resolver las relaciones filogenéticas, y encontró que las muestras de Oaxaca y Centroamérica, están cercanamente relacionadas con las del cinturón del eje Neo-volcánico de México, siendo

*H. lophurus* una entidad genética independiente. Rogers et al. (2007) indican que las especies del género *Habromys* del sur de México y de Guatemala están amenazadas de extinción por las altas tasas de deforestación reportadas para el 2005.

La especie *Neotoma mexicana*, se colectó en Huehuetenango y Quetzaltenango. Individuos de esta especie fueron poco abundantes durante las colectas. Desde el 2002 al 2010, sólo se colectaron 6 especímenes. La altura a la que se colectaron fluctuó entre los 2720 msnm en Zunil, Quetzaltenango, hasta los 3106 msnm en el Paraje Tojsholc, Aldea El Rancho, Huehuetenango. Esta especie está ubicada dentro del grupo de especies de *N. mexicana*, y la sistemática ha sido estudiada por Edwards y Bradley (2002 a, b), que sugieren que se necesitan análisis genéticos de las poblaciones al sur del Istmo de Tehuantepec, que corresponden a las poblaciones de *N. mexicana* de Guatemala, debido a que los datos de divergencia de secuencias entre grupos, sugieren que esta especie en Guatemala podría considerarse como *N. isthmica*.

Especímenes de *Nyctomys sumichrasti* de la subfamilia Tylaminae, fueron colectados en Alta Verapaz, Chiquimula, Sacatepéquez, y Zacapa. Esta especie está distribuida desde Jalisco, México hasta Panamá (Musser y Carleton, 2005). Las elevaciones en que se colectaron los especímenes oscilaron entre 1475 msnm en El Limo, Gualán, Zacapa y 2090 msnm en las montañas de Yalijux, Alta Verapaz. Musser y Carleton (2005) indican que no hay estudios sobre la variación no geográfica de las especies del género *Nyctomys* y que posiblemente



existen dos grupos de especies separadas por el istmo de Tehuantepec.

La especie *Olygoryzomys fulvescens*, de la subfamilia Sigmodontinae, fue colectada en Alta Verapaz y Zacapa desde los 1475 msnm hasta los 2090 msnm. La mayoría de las colectas se realizaron durante la época de lluvia. Esta especie está ampliamente distribuida, se reporta desde México hasta Brasil (Musser y Carleton, 2005). Además ha sido sujeta a estudios por la transmisión de virus a humanos, por ejemplo Fulhorst et al. (2004), reportan que *O. fulvescens* es portador de hantavirus. Además de afectar al humano, las poblaciones de estos roedores portadores del virus, causan una disminución en la diversidad de otras especies (Suzán et al., 2009) porque el virus favorece a que otros patógenos como el de la fiebre del Nilo, Leishmaniasis, y otras zoonosis, respondan favorablemente cuando hay efectos antropogénicos, como la cacería no controlada, que eliminan a los predadores naturales y favorecen a las poblaciones de roedores portadores de virus (Suzán et al., 2009).

La especie *Oryzomys couesi* fue colectada únicamente en Alta Verapaz, a 3 km sur de Tukurú. Iñiguez-Dávalos y Santana (1993), reportan a *O. couesi* para México, desde Sonora hasta Chiapas, y Merriam (1901), la reporta en la localidad tipo Cobán, Guatemala. Especímenes de *Handleyomys alfaroi* (antes *Oryzomys alfaroi*, Weksler et al., 2006) fueron colectados en Alta Verapaz y Chiquimula, en un rango de elevación de 1050 msnm en la Finca Concepción a 3 km sur de Tukurú, hasta 2200 msnm en el Macizo Montecristo, en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Chiquimula.

Esta especie está distribuida desde México hasta Ecuador en bosques montanos bajos (Musser y Carleton, 2005). La especie *H. rhabdops* (antes *Oryzomys alfaroi*, Weksler et al., 2006), se colectó en El Progreso y Zacapa, en la Sierra de las Minas, desde los 2200 msnm en Río Hondo, Zacapa hasta los 2560 msnm en los Albores, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Esta especie está reportada para Guatemala a 3000 msnm en la localidad tipo Caled, Quetzaltenango (Merriam, 1901). La otra especie de *Oryzomys* colectada durante el estudio fue *H. saturator* (antes *Oryzomys alfaroi*, Weksler et al., 2006), que está reportada en Chiapas, México (Merriam 1901), Guatemala y Honduras (Goodwin, 1942). Esta especie se encontró desde los 1580 msnm a 3.5 km norte de la Aldea Trinidad, Huehuetenango, hasta los 2116 msnm en las montañas de Yalijux, Alta Verapaz. Otros departamentos en los que se colectó esta especie fueron Chiquimula y Zacapa.

Durante este estudio, se colectaron cinco especies del género *Peromyscus*, la radiación de este género es pronunciada en México y el norte de Centroamérica (Dawson, 2005). Tres especies colectadas durante este estudio, *P. grandis*, *P. guatemalensis*, y *P. mexicanus*, pertenecen al grupo de especies de *P. mexicanus*. Ordóñez-Garza et al. (2010) hacen una revisión de las especies de este grupo en Guatemala, basada en análisis de ADN mitocondrial del gen Citocromo *b* y ponen a prueba hipótesis sobre el origen y las relaciones filogenéticas de estas especies. *P. grandis* se colectó en Alta Verapaz, El Progreso, y Zacapa, desde los 1050 msnm a 3.5 km sur de Tukurú en Alta Verapaz, hasta los 2700 msnm en el camino a las torres, Los Al-

bores, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Esta especie es endémica de las montañas del centro de Guatemala (Huckaby, 1980; Musser y Carleton, 2005). A la fecha no se sabe el estado de las poblaciones, y durante la colecta en la localidad tipo (Finca Concepción, 3 km al sur de Tukurú), se observó que el área está sujeta a transformaciones de hábitat, por siembras de maíz y café, lo que podría afectar el estado de las poblaciones en el futuro.

Una especie con mayor distribución en Guatemala e incluso en la parte sur de México es *P. guatemalensis*. Esta especie fue colectada en Huehuetenango y en Quetzaltenango. Se colectaron individuos desde los 1517 msnm en las cataratas del Río Pepajau en San Juan Ixcoy, hasta los 3760 msnm en las montañas de Chiabal, Piedra Picnic en Huehuetenango. Esta es una de las especies más abundantes que se capturó durante el estudio. Otra especie ampliamente distribuida en Guatemala, es *P. mexicanus*, que fue colectada en Chiquimula, El Progreso, Huehuetenango, y Sacatepéquez. El límite bajo de altura en el que se colectó fue a 1050 msnm a 3 km sur de Tukurú, en Alta Verapaz, y las colectas a mayor altura fueron a 2950 msnm a 9 km nor-noreste de Cuilco, Huehuetenango. Está registrado que *P. mexicanus* es la especie de mayor distribución geográfica y altitudinal entre el grupo de *P. mexicanus*, que se distribuye desde México hasta Nicaragua, desde las tierras bajas hasta los 3000 msnm (Carleton, 1989). *P. beatae*, especie del grupo de *P. boylii*, se colectó en Alta Verapaz, Chiquimula, Huehuetenango, Quetzaltenango y Sacatepéquez. El registro más bajo de la distribución fue a 1580 msnm a 3.5 km norte de la Aldea La Trinidad,

Huehuetenango, y el más alto en la Aldea El Rancho, Huehuetenango a 3180 msnm. Esta especie está registrada para las tierras altas desde el centro de México (León y Romo, 1993) hasta el oeste de Honduras (Carleton, 1989). *P. oaxacensis*, está reportada para el norte del núcleo de Centroamérica (Carleton, 1979). La distribución fragmentada del grupo de especies de *P. aztecus*, sugiere que sus especies divergieron moderadamente, como resultado del aislamiento y adaptación a una leve diferenciación en zonas de vida (Carleton, 1989). Individuos de *P. oaxacensis* se colectaron en Alta Verapaz y Huehuetenango. El límite bajo de altura en el que se colectaron fue a 2050 msnm a 10 km sur-sureste de San Juan Ixcoy, Huehuetenango, y la captura más alta fue a 2090 msnm en las montañas de Yalijux, Alta Verapaz. La especie *P. mayensis*, es endémica de Guatemala, y se colectó en Huehuetenango, únicamente a 5 km sur-oeste de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, a una altura de 3110 msnm. Al igual que muchas poblaciones de micro-mamíferos, no se conoce el estado actual, límites de la distribución, y mientras se colectó durante este estudio, se observó que el hábitat de praderas de altura está siendo transformado por la introducción de ovejas en el hábitat de esta especie, lo que amenaza a esta y a otras especies distribuidas en las regiones montañosas de Guatemala.

Durante el muestreo se encontraron cuatro especies del género *Reithrodontomys*. Este género es de origen reciente, apareciendo en la época Plió-Pleistocénica (Carleton, 1980; Sánchez, 1993). Hooper (1952) hizo una revisión del género, y sugirió que los subgéneros se fragmentaron debido a la interposi-

ción de un estrecho de mar en el istmo y la aparición de barreras de bosques tropicales. La primera especie, *R. mexicanus*, se encontró en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, Huehuetenango, y Zacapa. *R. mexicanus* se colectó desde 1050 msnm en la Finca Concepción, Alta Verapaz hasta los 3,664 msnm en las montañas de Chiabal, Piedra Picnic Huehuetenango. Mientras que *R. microdon* se colectó en Alta Verapaz, Huehuetenango, Quetzaltenango, y Zacapa. La localidad más alta de colecta fue en Aldea Puerta del Cielo, Huehuetenango a 1475 msnm, y la más baja fue a 9.5 km al noroeste de Gualán, Zacapa. *R. microdon* es una especie endémica de las tierras altas de Chiapas, México, en San Cristóbal de las Casas, y del oeste de Guatemala en Huehuetenango de donde es el espécimen tipo (Merriam, 1901), pero Anderson y Jones (1960), reportan esta especie para San Marcos. Otra especie de bosques montanos reportada hasta los 3060 msnm es *R. tenuirostris*, que se colectó en Alta Verapaz, El Progreso, Huehuetenango, y Quetzaltenango. La distribución de esta especie está restringida a las tierras altas de Chiapas-Guatemala, incluyendo en Guatemala a Sierra de los Cuchumatanes de donde es el espécimen tipo (Merriam, 1901), la cadena volcánica (Hooper, 1952) y en las tierras altas de Jalapa en Mataquescuintla (Hall, 1981). En este estudio se colectaron especímenes desde los 2680 msnm a 6 km noroeste de Santa Eulalia, Yalijux, Huehuetenango, hasta 3350 msnm a 5 km norte de Todos Santos Cuchumatán, en la aldea Puerta del Cielo.

*R. sumichrasti* está registrada para México en Guerrero, Jalisco y Querétaro (León y Romo, 1993) y en El Salvador, Honduras y Nicaragua (Hooper, 1952;

Hall, 1981). Durante este estudio se colectó desde los 1600 msnm a 1.7 km al noreste de Yalambojoch, Huehuetenango, hasta 3450 msnm en la Aldea Puerta del Cielo, Huehuetenango.

La especie *Scotinomys teguina* se encontró en Alta Verapaz, Chiquimula, El Progreso, y Zacapa, desde los 1250 msnm a 3 km sur de Tukurú, Finca Concepción, hasta los 2800 msnm en San Agustín Acasaguastlán, Los Albores, El Progreso. Esta especie es endémica de Mesoamérica, reportada en Honduras (Ordóñez-Garza, 1999), México, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica (Hooper, 1972), desde los 1300 msnm hasta los 3000 msnm. Sin embargo, mientras se realizó este estudio, nunca se encontró en alturas superiores a los 2800 msnm. Además, *Scotinomys* es el único género de Sigmodontinae restringido a Mesoamérica, predominando en bosques nubosos y en sabanas montanas húmedas (Buchanan y Howell, 1967).

De la subfamilia Sigmodontinae, se colectaron dos especies del género *Sigmodon*. Con una distribución desde Nebraska, Estados Unidos (Cameron y Spencer, 1981) hasta Venezuela (Voss, 1992), *S. hispidus* es la especie más ampliamente distribuida de roedor. Durante este estudio, esta especie se colectó en Alta Verapaz, Huehuetenango, Sacatepéquez, y El Progreso, desde los 1520 msnm en las montañas de la Crinolina, Huehuetenango, hasta los 2005 msnm en el Parque Ecológico de Florencia, Sacatepéquez. Un registro notorio de extensión del rango de distribución es el de *S. zanjonensis*, que se colectó en Huehuetenango, en la aldea Cul Chamel a 3260 msnm. El único registro de esta especie para el país era en la localidad

tipo en Zanjón, Quetzaltenango a 2743 msnm (Goodwin, 1932), y con esta colecta se registra una extensión del rango de distribución geográfico y altitudinal para la especie.

De las 43 localidades visitadas durante el período de muestreo, la mayoría se encuentran en áreas de conservación del país. Es de importancia el mantener estas áreas protegidas, porque a la fecha no hay información sobre el estado de las poblaciones de especies de micro-mamíferos del país, y por lo tanto no se pueden tomar decisiones acertadas en cuanto a su manejo y conservación. Además, se necesita generar información pertinente a los límites de distribución de las especies reportadas en este estudio, de manera que se puedan establecer planes a largo plazo para el mantenimiento de los procesos evolutivos de estas comunidades en las áreas protegidas del país.

### Agradecimientos

Este estudio no hubiera sido posible sin la ayuda y fondos proporcionados por el National Geographic Grant (a T. McCarthy), el Department of Biological Sciences, San Jose State University (a John O. Matson), el Virginia Community College system professional development grant, y el Northern Virginia Community College educational foundation (a Walter Bulmer y Ralph Eckerlin), la becas de J. K. Jones, Jr., Memorial Endowed Scholarship, Michelle Knapp Endowed Scholarship, Latin American Research Award of the American Society of Mammalogists, Wilks Award of the Southwestern Association of Naturalist, Association of Biologists of the Department of Biological Sciences at Texas

Tech University, y Fulbright fellowship (a Nicté Ordóñez Garza), y gracias al apoyo financiero de Robert J. Baker del Natural Science Research Laboratory, Museum of Texas Tech University. Especialmente agradecemos el acceso a colecciones, identificación y curación del material colectado a A. Gardner, M. D. Carleton, N. Woodman, S. Peurach, J. Maldonado (United States National Museum); N. Simmons, E. Westwig, T. Pacheco (American Museum of Natural History); B. Patterson, J. Phelps, P. Velazco (Field Museum of Natural History); R. J. Baker, H. Garner, K. McDonald (Natural Science Research Laboratory, Museum of Texas Tech University). De manera muy especial apreciamos la generosa ayuda de estudiantes y amigos que nos ayudaron en los diferentes años de colectas y el apoyo incondicional de S. Parsons, R. y M. Eckerlin, W. y J. Bulmer, y J. P. Carrera. Todos los permisos de investigación, colecta y exportación fueron proporcionados por Franklin Herrera y Edson Flores del Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala.

### Literatura citada

Alonso LE, Deichmann JL, McKenna SA, Naskrecki P y Richards SJ. (eds) (2011) *Still Counting: Biodiversity exploration for conservation, the first 20 years of the Rapid Assessment Program*. Conservation International. 317 pp.

Alonso-Mejía A y Medellín R (1992) *Marmosa mexicana*. *Mammalian species* 421:1-4.

Anderson S y Jones Jr. JK (1960) *Records of Harvest mice, Reithrodontomys, from Central America, with description of a new subspecies from Nicaragua*. 9(19):519-529. University of Kansas Publications, Museum of natural history.

Bonham C, Sacayón E, Barrios M, Pérez S, Vásquez-Almazán C, Cajas J, Ordoñez-Garza N, Cano E y Archila F (2009) *Biodiversity and Biogeographic significance of the Sierra Chinajá in AltaVerapaz, Guatemala: a first look*. *International Journal of Biodiversity Science and Management* 5(3):115-131.

Bradley RD, Durish ND, Rogers DS, Miller JR, Engstrom MD, y Kilpatrick CW (2007) *Toward a molecular phylogeny for Peromyscus: evidence from Mitochondrial Cytochrome-b sequences*. *Journal of Mammalogy* 88:1146-1159.

Buchanan DM y Howell TR (1967) *Zoogeography of Scotinomys in Middle America, with the description of a new sub-species from Nicaragua*. *Journal of Mammalogy* 48 (3):414-419.

Cameron, GN y Spencer RS (1981) *Sigmodon hispidus*. *Mammalian Species* 158:1-9.

Carleton MD (1979) *Taxonomic status and relationships of Peromyscus boylii from El Salvador*. *Journal of Mammalogy* 60 (2):280-296.

Carleton MD (1980) *Phylogenetic relationships in Neotomine-Peromycine rodents (Muroidea) and a reappraisal of the dichotomy within New World Cricetinae*. *Miscellaneous publications, Museum of Zoology University of Michigan*. 157:1-146.

Carleton MD (1989) *Systematics and Evolution*. Páginas: 7-141. En : Kirkland, G. L. y J. N. Layne (eds). *Peromyscus* (Rodentia). Texas Tech University press.

Churchfield S (1990) *The natural history of shrews*. Cornell University Press. Ithaca, New York. 178 pp.

Coates AG y Obando JA (1996) *The geologic evolution of the Central American Isthmus*. Páginas: 21-56. En: Jackson J, Budd AN y Coates AG. (eds). *Evolution and environment in Tropical America*. University of Chicago Press. 425 pp.

Colinvaux, PA (1996) *Quaternary environment history and forest diversity in the Neotropics*. Páginas: 359- 405. En: Jackson J, Budd AN y Coates AG. (eds). *Evolution and Environment in Tropical America*. University of Chicago Press. 425 pp.

Conroy VCJ, Hortelano Y, Cervantes FA y Cook JA (2004) *The phylogenetic position of southern relictual species of *Microtus* (Muridae: Rodentia) in North America*. *Mammalian Biology* 66:332-344.

Dawson WD (2005) *Peromyscine Biogeography, Mexican topography and Pleistocene climatology*. Páginas:145-156. En: *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa Sánchez-Cordero V y Medellín R* (eds.). UNAM, CONABIO. México, D. F.

Edwards CW y Bradley RD (2002a) *Molecular systematics and historical phylogeography of the *Neotoma mexicana* species group*. *Journal of Mammalogy* 83:20-30.

Edwards CW y Bradley RD (2002b) *Molecular systematics of the genus *Neotoma**. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 25:489-500.

Fulhorst CF, Cajimat MNB, Utrera A, Milazzo A y Duno GM (2004) *Maporal virus, a Hantavirus associated with fulvous pygmy rice rat (*Olygoryzomys fulvescens*) in Western Venezuela*. *Virus Research* 104(2):139-144.

Galbreath KE y Cook JA (2004) *Genetic consequences of Pleistocene glaciations for the tundra vole (*Microtus oeconomus*) in Beringia*. *Molecular Ecology* 13:135-148

Genoways H y Brown JH (1993) *Biology of the Heteromyidae*. Special publication No.10. The American Society of Mammalogist. 719 pp.

Goodwin GG (1932) *Two new mammals from Guatemala*. *American Museum Novitates* 528:1-2.

Goodwin GG (1942) *Mammals of Honduras*. Bulletin of American Museum of Natural History. New York. 79(2): 107-195.

Grajeda AL (2010) *Ensamble de pequeños mamíferos en hábitats naturales y modificados del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal Mario Dary y su área de amortiguamiento*. Informe final proyecto FODECYT 12-2006. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Gutiérrez EE, Jansa S y Voss R (2010) *Molecular systematics of Mouse Opossums (*Didelphidae: Marmosa*) assessing species limits using Mitochondrial DNA sequences, with comments on phylogenetic relationships and Biogeography*. *American Museum Novitates* 3692:1-22.

Hall ER (1981) *The mammals of North America*. 2<sup>nd</sup>. ed. John Wiley & Sons. New York. 600 pp.

Hamilton LS (1995). *Mountain Cloud Forest Conservation Research: A Synopsis*. *Mountain Research and Development*. 15 (3): 259-266.

Hoffman RA y JW Koepl (1985) *Zoogeography*. Páginas 84-115. En: Tamarin RH (ed.) *Biology of New World *Microtus**. Special publication No.8. The American Society of Mammalogist. 893 pp.

Hooper ET (1952) *A systematic review of the Harvest Mice (*Genus Reithrodontomys*) of Latin America*. Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan. 77:1-255 + ix plates.

Hooper ET (1972) *A synopsis of the rodent genus *Scotinomys**. Occasional papers of the museum of Zoology, University of Michigan. 665:1-32.

Huckaby DG (1980) *Species limits in the *Peromyscus mexicanus* group (Mammalia: Rodentia: Muroidea)*. *Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County* 326:1-24.

Iñiguez-Dávalos LI y Santana E (1993) *Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos de México*. Páginas: 65-86. En: Medellín RA y Ceballos G (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozología. A. C. México. 464 pp.

Jones JK Jr. y Ticul-Alvarez S (1964) *Additional records of Mammals from the Mexican state of San Luis Potosí*. *Journal of Mammalogy*. 45(2):302-303.

Jackson H (1928) *A taxonomic review of the American long-tailed shrews, Genera *Sorex* and *Microsorex**. *North American fauna*. 51:147-152.

Junge JA y Hoffman RS (1981) *An annotated key to the long-tailed shrews (*genus Sorex*) of the United States and Canada, with notes in middle American *Sorex**. Occasional Papers, Museum of Natural History. University of Kansas, Lawrence. 94:1-48.

Labastille A y Pool D (1978) *On the need for a system of cloud forest parks in middle America and the caribbean*. The foundation for environmental conservation, switzerland. *Environmental conservation*. 5(3): 183-191.

León L y Romo E (1993) *Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero*. Páginas: 45-67. En: Medellín RA y Ceballos G (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozología. A. C. México. 464 pp.

León-Paniagua L, Navarro-Sigüenza AG, Hernández-Baños BE, y Morales JC (2007) *Diversification of the arboreal mice of the genus *Habromys* (Rodentia: Cricetidae: Neotominae) in the Mesoamerican highlands*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 42:653-664.

Merriam H (1901) *Descriptions of twenty three new Harvest Mice (*Genus Reithrodontomys*)*. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences*. 3:547-558.

Musser G (1969) *Notes in *Peromyscus* (*Muridae*) of Mexico and Central America*. *Novavites No. 2357*. American Museum of Natural History. New York. 23 pp.



Musser GG y Carleton MD (2005) *Rodentia: Myomorpha: Cricetidae*. En: Wilson DE y Reeder MD (eds). *Mammals species of the world. A taxonomic and geographic reference*. 2<sup>nd</sup> ed. Smithsonian Institution Press. Washington. 1206 pp.

Ordóñez-Garza N (1999) *Diversidad de mamíferos menores en cuatro bosques nubosos del núcleo de Centroamérica*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 67 pp + Anexos.

Ordóñez-Garza N, Matson JO, Strauss RE, Bradley RD y Salazar-Bravo J (2010) *Patterns of phenotypic and genetic variation in three species of endemic Mesoamerican Peromyscus (Rodentia: Cricetidae)*. *Journal of Mammalogy* 91(4):848-859.

Rogers DS, Funk CC, Miller JR y Engstrom MD (2007) *Molecular phylogenetic relationships among Crested-tailed mice (Genus Habromys)*. *Journal of Mammalian Evolution* 14:37-55.

Sánchez O (1993) *Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género Reithrodontomys (Rodentia: Muridae) en México*. Páginas: 25-44. En: Medellín RA y Ceballos G (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales, vol. 1. Asociación mexicana de mastozoología. A. C. México. 464 pp.

Sánchez CH, Álvarez CJ y Romero M (1996) *Biological and ecological aspects of Microtus oaxacensis and M. mexicanus*. *Southwestern Naturalist*. 41(1):95-98.

Schmidly DJ, Wilkins KT y Derr N (1993) *Biogeography*. Páginas 319-356. En: Genoways HH y Brown JH *Biology of Heteromyidae*. Special Publication No.10 American Society of Mammalogists.

Smith JD y Jones Jr. JK (1967) *Additional records of the Guatemalan vole, Microtus guatemalensis Merriam*. *Southwestern naturalist* 12 (2):189-205.

Stehli FG, Webb SD (1985) *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Press, New York.

Suzán G, Marcé E, Clermakowski JT, Mills JN, Ceballos G, Ostfeld RS, Armién B, Pascale JM y Yates TL (2009) *Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased Hantavirus prevalence*. *Plos ONE* 5(4):e5461.

Voss RS (1992) *A revision of the South American species of Sigmodon (Mammalia: Muridae) with notes on their natural history and biogeography*. *American Museum Novitates* 3050:1-56.

Weksler M, Reis-Percequillo A y Voss RS (2006) *Ten new Genera of Oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae)*. *American Museum Novitates*. 3537:1-29.

Wilson DE y DM Reeder (eds) (2005) *Mammals species of the world. A taxonomic and geographic reference*. 2<sup>nd</sup> ed. Smithsonian Institution Press. Washington. 1206 pp.

Woodman N y Timm RM (1999) *Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrews of the Cryptotis goldmani group (Mammalia: Insectivora: Soricidae)*. *Fiel-diana zoology, new series* 91:1-35.

Woodman N (2010) *Two new species of shrews (Soricidae) from the western highlands of Guatemala*. *Journal of Mammalogy* 91(3):566-579.

Woodman N y Stephens RB (2009) *At the foot of the shrew: manus morphology distinguishes closely-related Cryptotis goodwini and Cryptotis griseoventris (Mammalia: Soricidae) in Central America*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99:118-134.

# Caracterización morfológica y análisis de la distribución de calahualas (POLYPODIACEAE: *Phlebodium* spp.) y otros helechos semejantes (*Polypodium* sp. y *Serpocaulon* spp.) de uso medicinal en Guatemala.

Jorge B. Jiménez Barrios<sup>1</sup> e Iliana M. Cano de Paz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbario BIGU, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC. Edificio T-10, 2do. nivel, Ciudad Universitaria, zona 12, Ciudad Guatemala, 01012, Guatemala.

jimenez.jorge@usac.edu.gt.

<sup>2</sup>EPS de Biología en Herbario USCG, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC.

Ave. La Reforma, 0-63, zona 10, Ciudad Guatemala, 01010, Guatemala.

ilisbiologa@hotmail.com

**Palabras clave:** plantas medicinales, taxonomía, helechos, Polypodiaceae, *Phlebodium*, *Polypodium*, *Serpocaulon*.

**Key words:** medicinal plants, taxonomy, ferns, Polypodiaceae, *Phlebodium*, *Polypodium*, *Serpocaulon*.

## Resumen

Las calahualas (*Phlebodium* spp.) son helechos comúnmente utilizados en Guatemala con fines medicinales. Estos helechos frecuentemente son confundidos con otras especies morfológicamente semejantes, que podrían presentar las mismas propiedades medicinales, aunque esto se ignora. Es por ello que se realizó una caracterización morfológica y un análisis de la distribución espacial de cinco helechos, dos verdaderos calahualas (*Phlebodium* spp.) y tres helechos semejantes (*Polypodium* sp. y *Serpocaulon* spp.). Entre los 11 caracteres morfológicos evaluados se reconocieron 10, que junto a los patrones de distribución espacial en Guatemala, sirven para identificar cada especie. Se presentan descripciones diagnósticas, esquemas y mapas para facilitar la identificación de las calahualas y su distinción de otros helechos semejantes.

## Abstract

Calahuala ferns (*Phlebodium* spp.) are commonly used in Guatemala for medicinal purposes. Other morphologically similar species have been misidentified as Calahualas, but medicinal properties of those are unknown. Morphologic characterization and spatial distribution analysis were taken on five fern species, two true calahualas (*Phlebodium* spp.) and three similar species (*Polypodium* sp. and *Serpocaulon* spp.). Ten morphologic characters, from eleven assessed, and spatial distribution trends in Guatemala that characterize each species were recognized. Diagnostic descriptions, plates and maps are presented to support identifying calahualas and separate them from other similar ferns.

## Introducción

Las especies del género *Phlebodium* son utilizadas frecuentemente en Guatemala por sus diversas propiedades medicinales y curativas (Cáceres, 1996). Estos helechos se denominan comúnmente “calahuala” (plural “calahualas”). En Guatemala el género se encuentra representado por dos especies: *Phlebodium pseudoaureum* y *Phlebodium decumanum*, pertenecientes a la familia Polypodiaceae (Moran y Riba, 1995).

Los helechos del género *Phlebodium* son generalmente epífitos, distribuidos en diferentes ecosistemas de Guatemala. Se caracterizan principalmente por presentar láminas foliares pinnatífidas, con los lóbulos unidos a lo largo del raquis por un ala generalmente ancha de tejido laminar verde (Stolze, 1981). También se caracterizan por la venación, la cual presenta areolas mayores con areolas menores incluidas, éstas últimas formadas por dos venillas confluentes que producen un soro (Moran y Riba, 1995).

Las calahualas, especialmente *Phlebodium pseudoaureum*, han recibido diferentes nombres científicos, lo que ha llevado a notable incertidumbre entre los investigadores y usuarios no especializados en taxonomía. Entre los nombres que se han utilizado se encuentra *Phlebodium aureum*, nombre

que en la actualidad se da al híbrido tetraploide de las dos especies distribuidas en Guatemala (Meza *et al.*, 2006), el cual no ha sido documentado en este país. Otro nombre para este helecho es *Phlebodium areolatum*, el cual ha sido utilizado por algunos autores argumentando que el espécimen a partir del cual se describió *Ph. pseudoaureum* se encontraba estéril y la localidad de origen es desconocida (Mickel y Beitel, 1988; Mickel y Smith, 2004).

La certeza taxonómica de las calahualas se complica aún más cuando diferentes investigadores y usuarios de estas plantas han confundido las especies del género *Phlebodium* con especies de otros géneros. Las confusiones más frecuentes ocurren con helechos del género *Serpocaulon* (anteriormente *Polypodium*, sección *loriceum*, Moran y Riba, 1995), que además de ser semejantes morfológicamente a las calahualas, presentan en su rizoma el principio activo de éstas, aunque en menor concentración (Gattuso *et al.*, 2008). Otra confusión ocurre con la especie *Polypodium pleurosorum*, como en el trabajo de Martínez y colaboradores (2001), la cual se distribuye ampliamente en Guatemala y se desconoce sobre la presencia de principios activos medicinales en su rizoma.

Es por esto que la correcta identificación de las calahualas resulta de gran importancia, para evitar la utilización de otros helechos semejantes, sobre todo cuando se trata de salud humana. Por estas razones, en este estudio se caracterizaron las especies de calahuala y otros helechos semejantes, con información obtenida a partir de colecciones de referencia en herbarios guatemaltecos. Se

consideraron caracteres morfológicos de cada una y se analizó su distribución en el país. Se reconocieron características útiles para su correcta identificación taxonómica, presentando descripciones diagnósticas, esquemas y mapas de distribución.

### Materiales y Métodos

Se examinaron especímenes de tres herbarios de la Ciudad de Guatemala (Anexo 1): Biología Guatemala (BIGU), Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG) y Universidad del Valle de Guatemala (UVAL). Se construyó una base de datos de los caracteres morfológicos (Tabla I). Los especímenes fueron previamente revisados para confirmar o corregir la identificación taxonómica. Las cinco especies de helechos para este estudio fueron seleccionadas por haber sido utilizadas en investigaciones y publicaciones previas, realizadas en la región de Centroamérica y el Caribe (Aldana, 2007; Álvarez, 2006; Cáceres, 2009; Guerra, 2005; Matías, 2008). Los caracteres morfológicos se seleccionaron con base en: su uso en claves de identificación taxonómica (Mickel y Smith, 2004; Moran y Riba, 1995; Stolze, 1981), que están generalmente disponibles solo para los taxónomos o en lenguaje muy especializado; ser de fácil observación en el campo, por ejemplo, división de la lámina, ancho de las pinnas y número de series de areolas y soros.

Se registró la ubicación geográfica y altitud de la localidad de origen de los especímenes. Los datos fueron tabulados y analizados utilizando los paquetes básicos del programa R (R Core Development Team, 2010). Se utilizaron pruebas de Kruskal-Wallis para eva-

luar la diferencia de cada característica morfológica entre las cinco especies, considerando como evidencia de diferencia significativa el valor de  $p < 0.05$ . Las características categóricas no fueron analizadas por ser disimilares entre especies, constantes en cada especie y algunas de ellas consideradas en las claves de identificación taxonómica. Las medidas reportadas en las descripciones responden al cálculo de la media aritmética más/menos una desviación estándar. Los mapas se generaron a partir de las coordenadas geográficas de las localidades de los especímenes utilizando el programa ArcMap 9.3 (Environmental Systems Research Institute, 2008).

### Resultados

Se examinaron 167 especímenes en los herbarios BIGU, USCG y UVAL (Anexo 1). Algunos especímenes estaban muy fragmentados o incompletos, por lo tanto se eliminaron de algunos análisis. El número de especímenes examinados para cada especie es el siguiente: *Phlebodium decumanum*, 13; *Ph. pseudoaureum*, 80; *Polypodium pleurosorum*, 30; *Serpocaulon fraxinifolium*, 23; *S. triseriale*, 21.

Se evaluaron 11 caracteres morfológicos y la altitud de origen en los especímenes de herbario. A excepción del largo de fronde, en las otras variables numéricas se encontró fuerte evidencia de diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en las dimensiones del carácter entre las especies (Tabla I). Un resumen de las medidas de los caracteres morfológicos evaluados en cada especie se presenta en el Anexo 2. En los especímenes fragmentados los caracteres que general-

mente no fueron registrados fueron el largo de fronde y los caracteres asociados al rizoma. También se encontró un patrón en la distribución espacial y altitudinal de los helechos de las especies evaluadas en Guatemala (Figura 2).

### Discusión

Con la información de los caracteres evaluados se construyeron breves descripciones diagnósticas, con el objetivo de facilitar la identificación de las especies de helechos, y discernir entre las calahualas verdaderas (*Phlebodium* sp.) y otros helechos morfológicamente semejantes. Se prefirió utilizar descripciones diagnósticas para mejorar la comprensión de los caracteres en lugar

del cuadro de resumen de caracteres (Anexo 2). En el estudio se consideran varias características empleadas de uso popular para la identificación de las calahualas, como el tipo de división de la lámina o el número de series de soros y areolas. Aunque estas descripciones son útiles para identificar calahualas, no debe confiarse solamente en uno de los 10 caracteres estadísticamente significativos para distinguir entre las especies.

Para identificar calahualas verdaderas, se remarcan características diagnósticas de estas: tipo de división de la lámina (pinnatífida), ancho de las pinnas (2.7–4.6 para *Ph. decumanum*), tipo de venación (areolas con areolas más pe-

queñas formadas por dos venillas) y escamas del rizoma (4.6–9.4 mm de largo, no clatradas). Otras características compartidas con las especies semejantes, pero que en combinación con las anteriores refuerzan la identificación son: número de pares de pinnas, número de series de areolas y número de series de soros.

El análisis de la distribución de las especies en Guatemala funciona como complemento para la identificación. *Ph. decumanum*. Al distribuirse en las tierras bajas, coexiste únicamente con *S. triseriale*, de la cual se puede distinguir fácilmente con base en siete caracteres: tipo de división de la lámina, ancho de la pinna, tipo de venación en las areolas,

**Tabla I:** Caracteres registrados en los especímenes de calahualas y helechos semejantes examinados en herbarios de Guatemala, considerando como evidencia de diferencia significativa el valor de  $p < 0.05$ .  $p$ =significancia asintótica calculada a prueba de Kruskal-Wallis para diferencias entre grupos. nd=no disponible. Fuente: datos experimentales sobre especímenes de herbario.

Caracteres	Tipo de variable	Unidad de medida o estado	$p$
Longitud fronde	Numérico	centímetros (cm)	0.163
Ancho fronde	Numérico	centímetros (cm)	0.017
Tipo de lámina	Categórico	1=pinnatífida, 2=pinnada	nd
No. de pinnas	Numérico	número pares de pinnas	<0.001
Longitud pinna	Numérico	centímetros (cm)	0.002
Ancho pinna	Numérico	centímetros (cm)	<0.001
Tipo de venas	Categórico	1=1 vena incluida, 2=2 venas confluentes incluidas	nd
No. de areolas	Numérico	número series de areolas entre la costa y el margen	<0.001
No. de soros	Numérico	número series de soros entre la costa y el margen	<0.001
Long. escama del rizoma	Numérico	milímetros (mm)	<0.001
Tipo de escama del rizoma	Categórico	1=no clatrada, 2=clatrada	nd
Altitud	Numérico	metros sobre el nivel del mar (msnm)	<0.001



número de series de areolas y series de soros, longitud y tipo de las escamas del rizoma. En las tierras montañosas del centro de Guatemala *Ph. pseudoaureum* comparte su amplia distribución con dos especies similarmente distribuidas: *P. pleurosorum* y *S. triseriale*. Históricamente éstas han sido las especies más comúnmente confundidas (Cáceres, 1996), lo cual se puede esperar al analizar su distribución. Para distinguir estas especies se debe confiar en la combinación de varios caracteres diagnósticos, entre los que se sugieren: tipo de división de la lámina, tipo de venación en las areolas, número de series de areolas y series de soros y la longitud y tipo de las escamas del rizoma.

A altitudes mayores de 1800 msnm se distribuye *Ph. pseudoaureum* junto a *P. pleurosorum* y *S. fraxinifolium*, pero la confusión con estas especies resulta menos probable que en otros entornos, ya que *Ph. pseudoaureum* es el más frecuentemente colectado (número de especímenes en herbarios) y el más común en las localidades (observación personal). Estas descripciones son útiles para identificar los helechos de Guatemala, todas las mediciones y cálculos realizados contribuyen a realizar un trabajo de actualización florística local. Al inicio de cada descripción se presentan los sinónimos taxonómicos utilizados en diferentes trabajos realizados en Mesoamérica para cada especie (Aldana, 2007; Álvarez, 2006; Cáceres, 2009; Guerra, 2005; Martínez, Velásquez y Andrade, 2001; Matías, 2008) y un comentario sobre su distribución en Guatemala.

***Phlebodium decumanum* (Willd.) J. Sm.**

Sinónimos:

*Polypodium decumanum* Willd.

Descripción: Escamas del rizoma no clatradas, anaranjadas, 4.6–9.4 mm de largo; hojas 25–50 × 15–42 cm, pinna-tífidas; 3–7 pares de pinnas, 8.5–21.9 × 2.7–4.6 cm, unidas a lo largo del raquis por un ala de tejido laminar verde; venación areolada, con 4–5 series de areolas entre la costa y el margen, cada areola con dos venillas incluidas confluentes que producen un soro; 4–5 series de soros entre la costa y el margen (Figura 1D–E).

Distribución: Poco frecuente, creciendo en las tierras bajas de Guatemala, sin llegar a los 500 msnm, más frecuentemente encontrado en la vertiente atlántica (Figura 2A).

***Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger**

Sinónimos:

*Polypodium pseudoaureum* Cav., *Polypodium aureum* auct., en parte L., *Phlebodium aureum* auct., en parte (L.) J. Sm., *Polypodium areolatum* Humb. et Bonpl. ex Willd., *Phlebodium areolatum* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) J. Sm.

Descripción: Escamas del rizoma no clatradas, anaranjadas, 4.6–9.4 mm de largo; hojas 24–74 × 19–36 cm, pinna-tífidas; 6–14 pares de pinnas, 10.3–18.8 × 0.5–3.5 cm, unidas a lo largo del raquis por una ala de tejido laminar verde; venación areolada, con 1–2 series

de areolas entre la costa y el margen, cada areola con dos venillas incluidas confluentes que producen un soro; una serie de soros entre la costa y el margen (Figura 1A–C).

Distribución: Muy frecuente, creciendo en las tierras montañosas de Guatemala, 850–2500 msnm (Figura 2A).

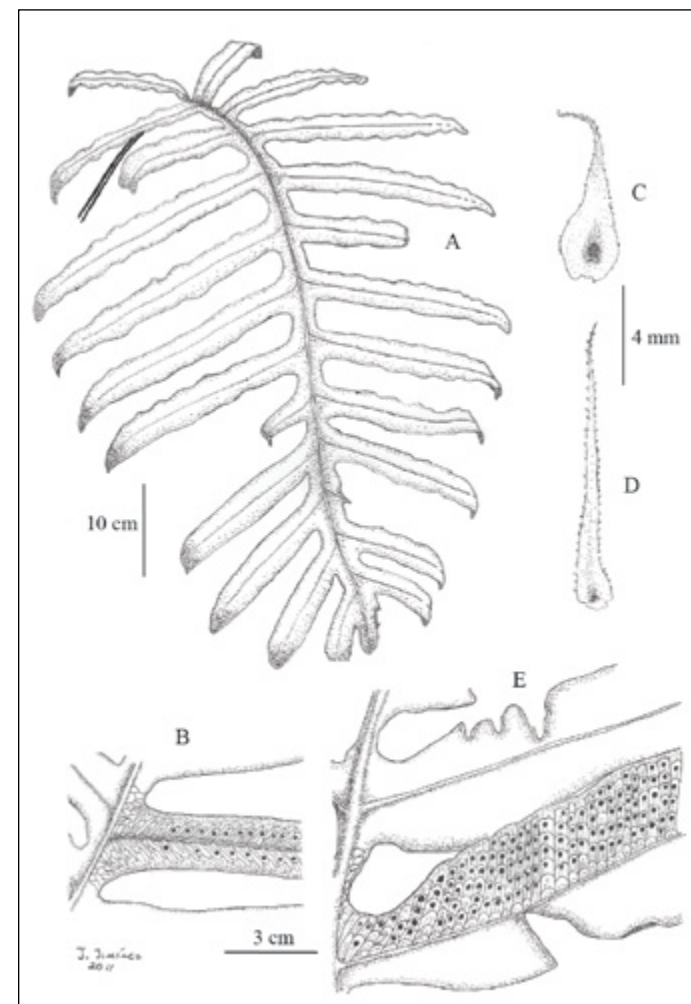
***Polypodium pleurosorum* Kuntze ex Mett.**

Sinónimos:

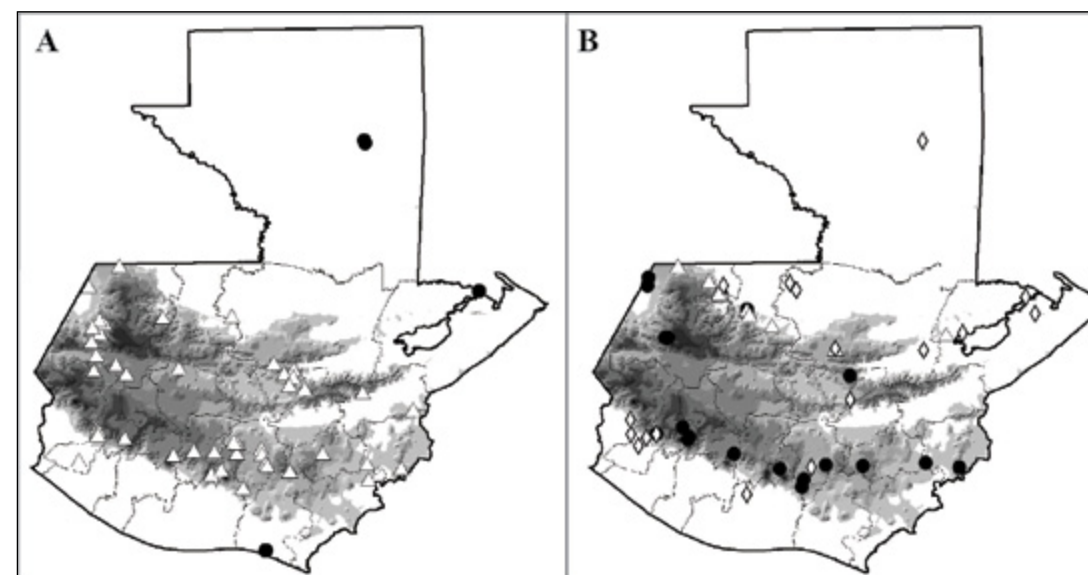
*Polypodium lowei* C. Chr. *Phlebodium inaequale* T. Moore.

Descripción: Escamas del rizoma no clatradas, anaranjadas a café claro, 4.3–8.8 mm de largo; hojas 23–65 × 22–51 cm, pinnadas; 4–15 pares de pinnas, 13.2–27.7 × 1.7–3.6 cm, separadas entre sí sobre el raquis; venación areolada, con 1–3 series de areolas entre la costa y el margen, cada areola con una venilla incluida que produce un soro en su ápice; una serie de soros entre la costa y el margen (Figura 3E–F).

Distribución: Frecuente, creciendo en las tierras montañosas de Guatemala, 1300–2800 msnm (Figura 2B).



**Figura 1.** Caracteres morfológicos examinados en las calahualas (*Phlebodium* sp.) de Guatemala. **A–C** *Phlebodium pseudoaureum*, A. Hábito (USCG 34567); B. Base de la pinna y venación (BIGU 30447); C. Escama del rizoma (BIGU 38938). **D–E** *P. decumanum*, D. Escama del rizoma (BIGU 49199); E. Base de la pinna y venación (BIGU 40446).



**Figura 2.** Distribución de las calahualas (*Phlebodium* sp.) y otros helechos semejantes en Guatemala.

**A.** • *Phlebodium decumanum*; Δ *Ph. pseudoaureum*.

**B.** • *Polypodium pleurosorum*; Serpocaulon fraxinifolium; ◇ *S. triseriale*. (Fuente: Especímenes de Herbario, ver Anexo 1)

***Serpocaulon fraxinifolium* (Jacq.) A.R. Sm.**

Sinónimos:

*Polypodium fraxinifolium* Jacq.

Descripción: Escamas del rizoma clatradas, color café oscuro, 1.6–2.6 mm de largo; hojas 18–57 × 19–39 cm, pinnadas; 3–9 pares de pinnas, 10.2–20.0 × 1.7–2.6 cm, separadas entre sí sobre el raquis; venación areolada, con 3–4 series de areolas entre la costa y el margen, cada areola con una venilla incluida que produce un soro en su ápice; 3–4 series de soros entre la costa y el margen (Figura 3C-D).

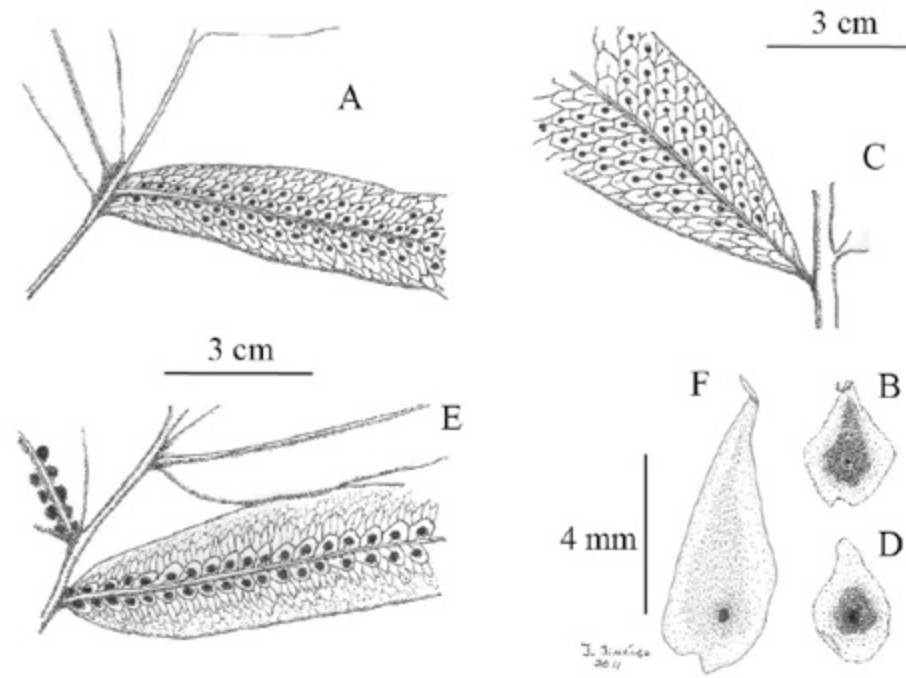
Distribución: Poco frecuente, creciendo entre 900–2300 msnm, en la porción norte de la región montañosa del centro de Guatemala (Figura 2B).

***Serpocaulon triseriale* (Sw.) A.R. Sm.**

Sinónimos: *Polypodium triseriale* Sw.

Descripción: Escamas del rizoma clatradas, color café oscuro, 2.6–4.7 mm de largo; hojas 25–67 × 17–43 cm, pinnadas; 3–9 pares de pinnas, 10.2–22.0 × 1.7–2.8 cm, separadas entre sí sobre el raquis; venación areolada, con 3–4 series de areolas entre la costa y el margen, cada areola con una venilla incluida que produce un soro en su ápice; 1–3 series de soros entre la costa y el margen (Figura 3A-B).

Distribución: Muy frecuente, creciendo a altitudes bajas y medias, 50–1700 msnm, en toda Guatemala (Figura 2B).



**Figura 3.** Caracteres morfológicos examinados en helechos semejantes a las calahualas en Guatemala. **A-B** *Serpocaulon triseriale*, A. Base de la pinna y venación (BIGU 28651); B. Escama del rizoma (BIGU 48028). **C-D** *S. fraxinifolium*, C. Base de la pinna y venación (BIGU 50089); D. Escama del rizoma (BIGU 30433). **E-F** *Polypodium pleurosorum*, E. Base de la pinna y venación (BIGU 28647); F. Escama del rizoma (BIGU 28648).

**Agradecimientos**

Se agradece a los herbarios USCG, UVAL y BIGU, por permitir revisar las colecciones de referencia y por las facilidades de espacio y equipo brindadas a los investigadores. También se agradece al revisor designado por sus valiosas contribuciones a este documento.

**Literatura citada**

Aldana, F.D. (2007). Detección y cuantificación de flavonoides en *Polypodium triseriale* Swartz, *Phlebodium decumanum* (Willd.) J. Sm. y *Phlebodium pseudoaureum* (Cav.) Lellinger: Tres Especies de Calahuala Nativas de Guatemala (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 43 pp.

Álvarez, E.M. (2006). Actividad Inmunomoduladora de rizomas y frondas de *Phlebodium pseudoaureum* y *Phlebodium decumanum*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 55 pp.

Cáceres, A. (1996). Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria. 402 pp.

Cáceres, A. (2009). Vademécum nacional de plantas medicinales. Guatemala: Editorial Universitaria. 313 pp.

Environmental Systems Research Institute. (2008). ESRI ArcMap 9.3. Environmental Systems Research Institute, Estados Unidos.

Gattuso, M.A., Cortadi, A.A. y Gattuso, S.J. (2008). Caracteres morfoanatómicos de especies de *Phlebodium*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 7(1), 1–17.

Guerra, A.E. (2005). Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físico-químicas de los extractos fluidos, blandos y secos así como de las tinturas del rizoma y de la fronda de calahuala (*Phlebodium pseudoaureum*) a nivel de laboratorio (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 131 pp.

Martínez, J.V., Velásquez, M. y Andrade, J.C. (2001). Estudio de caracterización *in situ* y manejo de poblaciones del complejo calahuala (*Polypodium* spp.). Dirección General de Investigación, USAC. Guatemala. 89 pp.

Matías, E.L. (2008). Caracterización fitoquímica y cuantificación por espectrofotometría UV de flavonoides totales en extractos de rizomas y frondas de *Polypodium triseriale*. (Tesis de licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 58 pp.

Meza, E., De la Sota, E. y Ferrucci, M. (2006). *Phlebodium aureum* (Polypodiaceae, Pteridophyta): Su presencia en Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 41 (1–2), 71–76.

Mickel, J.T. y Beitel, J. (1988). Pteridophyte Flora of Oaxaca, México. Memoirs of the New York Botanical Garden, 46, 1–568.

Mickel, J. y Smith, A.R. (2004). The pteridophytes of Mexico. Memoirs of the New York Botanical Garden, 88, 1–1054.

Moran, R. y Riba, R. (1995). Vol. 1 Psilotacea a Salviniaceae. En: G. Davidse, S. Knapp y M. Sousa. Flora Mesoamericana (pp. 1–470). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

R Core Development Team. (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria. <http://www.R-project.org>.

Stolze, R. (1981). Ferns and fern allies of Guatemala. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 6(2), 1–522.





*Polypodium pleurosorum* en bosque muy húmedo de Parque Nacional Volcán Pacaya, San Vicente Pacaya, Guatemala. Archivo de Jorge Jiménez



*Phlebodium pseudoaureum* en bosque muy húmedo de Parque Natural Calderas, Amatitlán, Guatemala. Archivo de Jorge Jiménez



*Phlebodium pseudoaureum* en bosque muy húmedo de Parque Nacional Volcán Pacaya, San Vicente Pacaya, Guatemala. Archivo de Jorge Jiménez

**Anexo 1:** Número de registro de especímenes de herbario incluidos en la caracterización morfológica y análisis de la distribución de Calahualas en Guatemala. Herbario Biología Guatemala (BIGU), Escuela de Biología, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG), Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC. Herbario Universidad del Valle (UVAL), Departamento de Biología, Colecciones de Referencia, Universidad del Valle de Guatemala.

Especie	Especímenes
<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J. Sm.	<b>BIGU.</b> 49199, 40446, 29134, 29061. <b>USCG.</b> 716, 33020, 706 (2), 705 (2), 703. <b>UVAL.</b> 8682.
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	<b>BIGU.</b> 21387, 37289, 37290, 37291, 37292, 37288, 37293, 39661, 32859, 30465, 28659, 30465, 28659, 28634, 28635, 28636, 28638, 28637, 28639, 28640, 28641, 28642, 28643, 3644, 1448, 1826, 21936, 3809, 21388, 21386, 25964, 26652, 38938, 31486, 31481, 31458, 28411, 30193, 30447, 31487, 31488, 31489, 31490, 47773, 32975, 32982, 32979, 32976, 32978. <b>USCG.</b> 11923, 691, 690, 684, 685, 8888, 687, 14699, 11875, 30493, 30471, 12997, 22481, 22484, 22511, 30982, 23025, 28003, 23489, 23466, 27345, 13301, 15777. <b>UVAL.</b> 16745, 1951 (2), 1328, 13110, 5421, 11701 (2).
<i>Polypodium pleurosorum</i> Kunze ex Mett.	<b>BIGU.</b> 56500, 28646, 32482, 3337, 26608, 28650, 28652, 28649, 28645, 28647, 38852, 32989, 32479. <b>USCG.</b> 22515, 27374, 22725, 28011, 28002, 31003, 27247, 27264, 22723, 22474, 22488, 22509, 22507, 22505. <b>UVAL.</b> 8678, 15504.
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> (Jacq.) A.R. Sm.	<b>BIGU.</b> 50089, 30433. <b>USCG.</b> 22494, 22503, 27278, 22705, 7262, 7355, 722, 7263, 2700, 720, 22475, 22480, 23341, 23342, 23343, 22717.
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R. Sm.	<b>BIGU.</b> 49161, 17379, 47578, 28651, 2942, 48031, 44750, 56310, 48028, 53071. <b>USCG.</b> 22519, 30069, 33904, 12086, 3004, 874, 870, 13531, 18632. <b>UVAL.</b> 2168, 2209.



**Anexo 2:** Caracteres (11) y altitud registrados en los especímenes de calahualas y helechos semejantes examinados en herbarios de Guatemala. A excepción de la longitud del fronde, los otros caracteres (10) sirven para distinguir alguna de las especies ( $p < 0.05$ ). Rangos calculados a partir de la media más/menos una desviación estándar para cada especie. Fuente: datos experimentales sobre especímenes de herbario.

Caracteres	Especies				
	<i>Ph. decumanum</i>	<i>Ph. pseudoaureum</i>	<i>P. pleurosorum</i>	<i>S. fraxinifolium</i>	<i>S. triseriale</i>
Longitud fronde (cm)	25–50	24–74	23–65	18–57	25–67
Ancho fronde (cm)	15–42	19–36	22–51	19–39	17–43
Tipo de lámina	pinnatífida	pinnatífida	pinnada	pinnada	pinnada
No. de pinnas (pares)	3–7	6–14	4–15	3–9	3–9
Longitud pinna (cm)	8.5–21.9	10.3–18.8	13.2–27.7	10.2–20.0	10.2–22.0
Ancho pinna (cm)	2.7–4.6	0.5–3.5	1.7–3.6	1.7–2.6	1.7–2.8
Tipo de venas	2 venillas	2 venillas	1 venilla	1 venilla	1 venilla
No. de areolas (series)	4–5	1–2	1–3	3–4	3–4
No. de soros	4–5	1	1	3–4	1–3
Long. escama del rizoma (mm)	4.6–9.4	4.6–9.4	4.3–8.8	1.6–2.6	2.6–4.7
Tipo de escama del rizoma	no clatrada	no clatrada	no clatrada	clatrada	Clatrada
Altitud (msnm)	0–500	850–2500	1300–2800	900–2300	50–1700

# Captura incidental y otras causas de mortalidad de megafauna pelágica en las pesquerías guatemaltecas del Pacífico

**Vanessa Dávila-Pérez**

Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Avenida La Reforma 0-63 zona 10, Guatemala.  
vanekat13@gmail.com

**Palabras clave:** Megafauna pelágica, captura incidental, pesca fantasma, Pacífico de Guatemala

## Resumen

Actualmente las actividades humanas en el mar provocan captura incidental y mortalidad de megafauna pelágica. De acuerdo a una revisión de datos de los años 2000 a 2007 se encontró que en el Pacífico de Guatemala, estos eventos suceden en un rango de 18 a 200 km a partir del límite de costa. De acuerdo a los datos se encontraron un total de 69 eventos de captura y mortalidad de megafauna pelágica. La mayor cantidad de registros corresponden a capturas en palangre, seguidos por atropellamientos y en menor proporción la pesca fantasma. Las especies afectadas son las tortugas parlama (*Lepidochelys olivacea*) Familia Cheloniidae, los peces vela (*Istiophorus platypterus*) de la Familia Istiophoridae, las aves marinas, gavilanes de mar o jaegers (*Stercorarius pomarinus* y *S. parasiticus*) Familia Stercoraridae; bobos (*Sula spp.*) Familia Sulidae, pardelas (*Puffinus creatopus*, *P. lherminieri*) Familia Procellariidae y mamíferos marinos de la Familia Delphinidae. Las principales causas de mortalidad de megafauna pelágica asociadas a actividades pesqueras son la captura en palangre, atropellamientos y la pesca fantasma, este es un problema que debe abordarse para ayudar a asegurar la supervivencia de estas especies.

## Abstract

Currently, human activities at sea causes bycatch and mortality of pelagic megafauna. Based on data from the years 2000 to 2007 it was identified that, in the Pacific Ocean in Guatemala, bycatch and mortality of pelagic megafauna caused by human activities at sea occur in a range of 18 to 200 km from the coast. According to the literature reviewed, we found a total of 69 events of pelagic megafauna capture and mortality. Most records correspond to longline fishing, followed by boat kill, and ghost fishing. The species affected and their Families are olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) Family Cheloniidae, sailfish (*Istiophorus platypterus*) Family Istiophoridae, jaegers (*Stercorarius parasiticus* and *S. pomarinus*) Family Stercoraridae, Boobies (*Sula spp.*) Family Sulidae, shearwaters (*Puffinus creatopus*, *P. lherminieri*) Family Procellariidae and marine mammals from the family Delphinidae. The main causes of mortality associated with pelagic megafauna are fishing longline catch, boat kill and ghost fishing, this is a problem to be addressed to help ensure the survival of these species.

## Introducción

Las actividades pesqueras dependen de la capacidad que los organismos marinos tengan para mantener, renovar e incrementar su biomasa. De manera ideal, la extracción y la mortalidad natural son compensadas por el reclutamiento y el crecimiento de los organismos (Lewison et al, 2004). Sin embargo, en la actualidad las técnicas utilizadas por las pesquerías y otras actividades productivas en el mar no son compatibles con la conservación de la fauna objetivo ni con la fauna asociada, ya que funcionan sin tomar en cuenta la complejidad y variabilidad del ecosistema marino. Esto ha provocado un deterioro innecesario de las poblaciones de megafauna pelágica quienes a nivel mundial se encuentran amenazadas (Hall, 1996; Lewison et al, 2004; Zeeberg, Corten y De Graaf, 2006). Los grandes peces, tortugas marinas, aves y cetáceos, se conocen comúnmente como megafauna pelágica (Zeeberg, Corten y De Graaf, 2006), son especies altamente móviles y migratorias, y sus poblaciones pueden distribuirse tanto en zonas económicas exclusivas como en el mar continental (IUCN, 2007). Entre las principales causas de mortalidad de estas especies está la captura incidental, la pesca fantasma, los atropellamientos y otras actividades humanas a lo largo de los mares del mundo (Hall, 1996; Lewison et al, 2004; WWF, 2009).

En general las artes de pesca no son selectivas y ocasionalmente acaban capturando a organismos que no eran objetivo de pesca. La captura incidental es la captura involuntaria de especies asociadas a las pesquerías objetivo (CALAS, 2006). La pesca fantasma ocurre cuando restos de distintos tipos de artes de pesca se abandonan a la deriva y los organismos se enredan en ellos de forma incontrolada (Matsuoka, Nakashima, y Nagsawa, 2005). Los trasmallos y aparejos de pesca a la deriva continúan siendo atractivos para los organismos marinos carnívoros, que encuentran en el pescado atrapado en la red una fuente fácil de comida pero una amenaza latente de morir de inanición, estrangulamiento o ahogamiento. Por otro lado, las embarcaciones que operan principalmente con palangres, redes de arrastre y trasmallos han sido ampliamente reconocidas a nivel mundial como una seria amenaza para diferentes especies de megafauna pelágica, al provocar una alta mortalidad (Hall, 1996). Esto a su vez se ha convertido en un factor importante que compromete el manejo de muchas pesquerías en su productividad futura y su sostenibilidad, porque las especies de megafauna pelágica son especies clave para el mantenimiento de los océanos (Hall, 1996, Lewison et al, 2004). En vista de la necesidad de abordar esta problemática, en la actualidad ha crecido el interés por estudiar estos fenómenos y buscar soluciones para evitar y disminuir la captura incidental (Lewison et al, 2004). A pesar del reconocimiento del problema de la captura incidental y algunas evaluaciones de sus efectos a nivel mundial, en algunos países como Guatemala esta problemática no se conoce a fondo. Es por ello que en el presente trabajo se analiza los datos de las investigaciones realizadas a nivel nacional en el océano Pacífico, en un escenario donde convergen la incertidumbre, las limitaciones de datos y la crisis de conservación.

## Materiales y métodos

Se analizaron los registros de capturas incidentales, pesca fantasma y otras muertes de megafauna pelágica asociados a las actividades de pesca en el Pacífico de Guatemala durante el período del año 2000 al año 2007. Los datos utilizados para el análisis son registros que fueron obtenidos a partir de 62 entrevistas estructuradas para registro de captura incidental dirigidas a pescadores artesanales realizadas en el estudio de Sigüenza, Velásquez y Dávila (2009) y datos de observaciones realizadas en 10 incursiones al mar durante abril 2008 a diciembre 2009 por Dávila (2011).

## Resultados

Se analizaron un total de 69 registros de eventos de captura incidental y otras causas de mortalidad de megafauna pelágica. Los registros indican un rango de eventos de captura incidental y otras causas de muerte entre los 18 a 200 km a partir del límite de costa. La mayor cantidad de registros pertenecen al puerto de San José, Escuintla seguido por Champerico en Retalhuleu, Paredón en Escuintla y por último Las Lisas en Santa Rosa (Cuadro 1).

La mayor cantidad de registros (91%) son de capturas incidentales en palangre o línea de anzuelos, una menor proporción (5.8%) se reporta para atropellamientos, y para la pesca fantasma y causa de muerte desconocida se repor-

tan menores porcentajes (1.7 y 1.5 % respectivamente). Según los registros se capturan individuos de 6 familias de grandes vertebrados marinos en el área. Del total de especies capturadas los reptiles representaron el 40% y correspondieron a las tortugas parlama (*Lepidochelys olivacea*) Familia Cheloniidae, los peces vela (*Istiophorus platypterus*) de la Familia Istiophoridae representaron el 34% del total de capturas. Las aves representaron el 14% y entre las especies capturadas se reporta a los gavilanes de mar (*Stercorarius pomarinus* y *S. parasiticus*) Familia Stercoraridae; los bobos *Sula* spp. Familia Sulidae; y las pardelas *Puffinus creatopus*, *P. lherminieri* Familia Procellariidae. Así como mamíferos marinos de la Familia Delphinidae, con el 12% de capturas (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Registros de captura incidental y mortalidad por puerto, correspondientes al período 2000-2009 en el Pacífico de Guatemala.

Puerto y Departamento	aves marinas	delfines	tortugas marinas	peces picudos	Total capturas
Las Lisas, Santa Rosa	1	--	5	--	6
San José, Escuintla	8	6	13	12	39
Champerico, Retalhuleu	1	2	9	3	15
Paredón, Escuintla	--	--	--	9	9
<b>Total capturas por grupo</b>	10	8	27	24	<b>69</b>

(Fuente: Sigüenza, Velásquez y Dávila, 2009; Dávila, 2011)



Del total de las capturas registradas para las tortugas parlama (*L. olivaceae*) (40%) el 74% de las capturas sucedieron en palangre de superficie, el 15% correspondió a individuos atropellados, el 7.4% correspondió a captura en pesca fantasma y el 4 % a causas de muerte desconocida. Para los demás grupos como los peces picudos (familia Istiophoridae), las aves marinas (familias Stercoraridae, Procellaridae, Sulidae) y los delfines (familia Delphinidae), se reportaron únicamente capturas en palangre de superficie. Con respecto a la distribución de las capturas según los datos de distancia a partir de la línea costera que reportan Sigüenza, Velásquez y Dávila (2009) la mayor parte de capturas incidentales (92.30%) se ubicaron entre los primeros 185.2 km. Llevándose a cabo la mayor parte de capturas en los primeros 92.6 km del límite costero y el resto de capturas se llevaron a cabo a más de 185.2 km y corresponden capturas de gaviñones de mar *S. parasiticus*.

### Discusión

Los resultados indican que la industria pesquera y las actividades humanas en el mar desarrolladas en un rango de 18 a 200 km a partir del límite de costa provocan captura incidental y mortalidad de megafauna pelágica. Aunque el número de interacciones relacionadas en este análisis pudiera ser visto como bajo, son los únicos datos reales con que se cuenta. Según Sigüenza, Velásquez y Dávila (2009) la línea de pesca de palangre mide entre 5 a 10 km de longitud de línea madre. Esta línea madre posee un promedio de 450 anzuelos que son colocados diariamente hasta 6 días por embarcación. Además señalan que hay alrededor de 3756 embarcaciones que operan con palangre en aguas nacionales del Pacífico según revisiones de datos pesqueros. Tomando en cuenta un promedio de 350 anzuelos cebados por embarcación, probablemente existan 1690200 anzuelos activos en el área. Si se considera el número aproximado

de embarcaciones artesanales (4941) y semi-industriales (35) que operan en el área según MAGA (2008), las posibilidades esperadas de captura incidental se incrementan sustancialmente.

Existe captura incidental y otras causas de mortalidad de vertebrados marinos de gran talla que pertenecen a 6 familias, entre ellos reptiles, aves, peces y mamíferos. Las principales causas son la captura en palangre, la pesca fantasma y atropellamientos. La captura incidental en palangre es la más frecuente tanto para las tortugas marinas como para los peces, aves y mamíferos. Esta captura sucede en la mayoría de los casos cuando accidentalmente los individuos se enganchan a los anzuelos cebados de los palangres de superficie, provocándoles la muerte por ahogamiento o desgarramiento. Según la información analizada los eventos de pesca fantasma y atropellamientos es más común que sucedan a las tortugas marinas. De acuerdo a los datos de Dávila (2001) un

bajo porcentaje de tortugas (22%) fueron encontradas vivas y posteriormente liberadas durante eventos de captura incidental y pesca fantasma (Figura 1).

Según los datos, los atropellamientos de tortugas marinas en la mayoría de los casos ocurrieron cuando las embarcaciones pasaron encima de ellas y fueron destrozadas por las propelas de

los motores. En general estos atropellamientos son fortuitos y sin intenciones aparentes, sin embargo es común que ocurran (Figura 2).

Los peces picudos de la familia Istiophoridae (pez vela, pez aguja y marlin) también son capturados incidentalmente. El pez vela es una especie que se ha reservado para la pesca deportiva,

no obstante, es permitida su captura en palangre, pero en bajo porcentaje del total de captura, con una permisón de un 25% del total de la pesca (CALAS, 2006). Es probable que estos peces sean frecuentemente capturados porque son parte de la fauna asociada a las pesquerías dirigidas. Ya que por ser depredadores que persiguen a otros peces también son capturados ocasio-

**Cuadro 2.** Proporción de capturas por grupo taxonómico.

Grupo taxonómico	Familia	Especie	Registros	% de capturas
Reptiles	Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	27	40
Peces	Istiophoridae	<i>Istiophorus platypterus</i>	24	34
	Procellaridae	<i>Puffinus creatopus</i> <i>Puffinus lherminieri</i>	2	
Aves	Stercoraridae	<i>Stercorarius pomarinus</i>	5	14
		<i>Stercorarius parasiticus</i>		
	Sulidae	<i>Sula spp.</i>	3	
Mamíferos	Delphinidae	Desconocida	8	12
	Total		69	100

(Fuente: Sigüenza, Velásquez y Dávila, 2009; Dávila, 2011)



**Figura 1. A.** Captura de tortuga parlama (*L. olivaceae* CHELONIIDAE) en pesca fantasma, liberada el 12/06/2008.

**B-D.** Captura de tortuga parlama en palangre fue liberada el 19/12/2008

nalmente. Debido a que no existe para estos peces pesquerías dirigidas se consideran fauna de acompañamiento, las principales especies capturadas suelen ser el pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela (*Istiophorus platypterus*) y el marlin (*Makaira nigricans*) (IARNA, 2006).

Las especies de aves marinas que suelen capturarse en líneas de pesca o palangre, se asocian a las pesquerías porque son atraídas por las faenas de pesca durante las cuales se ceban los anzuelos o se recoge la pesca. Así como durante los descartes pesqueros, momentos en los que son susceptibles a enredarse en redes o engancharse en anzuelos cebados (Moreno y Arata, 2006). De acuerdo a los datos de Sigüenza, Velásquez y Dávila (2009) actualmente se sabe que las especies de aves marinas más capturadas en pesquerías que operan en el área son *Stercorarius pomarinus* y *S. parasiticus* (Stercorariidae) que son conocidas localmente como gavilanes de mar. Según los datos una menor proporción de las capturas registradas corresponde a individuos de las Familias Sulidae y Procellariidae. Los bobos (*Sula* spp.) (Sulidae) también son uno de los grupos más susceptibles a captura incidental en el área después de los gavilanes de mar. Se cree que pueden estar siendo capturas las cinco especies pertenecientes al género *Sula* reportadas para el Pacífico de Guatemala (Sigüenza, Velásquez y Dávila, 2008). De la Familia Procellariidae, la pardela de patas rosadas (*Puffinus creatopus*) es una especie considerada como vulnerable de acuerdo a la Lista Roja Mundial (UICN, 2007) y para el área se reporta su captura en palangre, al igual que la pardela de Audubon (*Puffinus lherminieri*).



**Figura 2.** Tortuga parlama (*Lepidochelys olivacea*) atropellada, se registró el 22/05/2008.

Sobre los cetáceos de la familia Delphinidae los registros de captura incidental son mucho menores, y se conoce poco cuáles especies pueden estar siendo más afectadas. Se sabe de la utilización de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) como carnada para pesca de tiburón mediante comunicaciones personales con pescadores artesanales (Dávila, 2011) y además, eventos de pesca fantasma fueron reportados para el área por Quintana-Rizzo (2008). Por tanto, se hace de vital importancia investigar más a fondo las interacciones de los cetáceos con las actividades pesqueras y lo perjudicial que podría resultar para las poblaciones de delfines.

De acuerdo a los registros de Sigüenza, Velásquez y Dávila (2009), el gavilán de mar *S. parasiticus* es la especie más capturada, sus capturas han sucedido a más de 185.2 km, lo que indica que existe una coincidencia espacial y temporal de las actividades pesqueras y el rango de distribución de la especie. Esto se debe a que la actividad de captura de

peces atrae a las aves marinas debido a poseen un sistema de rastreo especializado a larga distancia basado en su olfato y su buena visión que les permiten detectar los barcos de pesca desde grandes distancias (Moreno y Arata, 2006).

Los datos nos indican que la pesca con palangre es la que provoca mayores capturas y mortalidad principalmente para las tortugas y aves marinas. La diferencia en la ocurrencia de capturas incidentales de los diferentes grupos de megafauna pelágica no solo puede estar dada por los tipos de métodos de pesca y objetivos de pesca, sino también por condiciones oceanográficas, que determinan variaciones importantes en los ciclos biológicos y la capturabilidad de las especies (Lewison et al, 2004). Por lo que debe tomarse en cuenta el funcionamiento del ecosistema marino y sus variaciones naturales para la planificación y manejo de las actividades extractivas y la conservación de los animales marinos. Estos datos corroboran que las

actividades humanas en el mar pueden representar un peligro latente para las poblaciones de megafauna pelágica a lo largo del Pacífico de Guatemala, esta problemática como señala Hall (1996) amenaza a las poblaciones de grandes vertebrados marinos a nivel mundial.

En aguas nacionales del Pacífico se utilizan distintos métodos de pesca entre ellos el palangre, red de arrastre y red de trasmallo. Según Gerosa y Aureggi (2005) estos son los métodos de pesca más comunes que interactúan con las tortugas marinas, y seguramente otros grupos de megafauna pelágica, aunque no es posible dar una estimación del número exacto de individuos que son atrapados incidentalmente cada año, ni de las consecuencias que representa quitar estos individuos de la población.

Si las estimaciones relativas de mortalidad en estos métodos de pesca comunes se añaden a las cifras sobre atropellamientos y pesca fantasma, para los cuales aún no se tienen datos contundentes disponibles, es evidente que la interacción de la megafauna pelágica con la industria pesquera es uno de los problemas más urgentes que deben ser resueltos para asegurar la supervivencia de estas especies en aguas nacionales del Pacífico.

Aunque por ahora no es posible evitar la mortalidad derivada del uso de las artes de pesca, es posible aumentar la probabilidad de que algunas especies sobrevivan el lapso de tiempo que transcurre entre su captura y su liberación, esto principalmente en el caso de las tortugas marinas. Al parecer proporcionar a los pescadores metodologías sencillas que reduzcan la muerte direc-

ta e indirecta de megafauna pelágica hace conscientes a los pescadores del papel que juegan y de esta manera, serán capaces de contribuir a la reducción de la muerte innecesaria de estas especies (Gerosa y Aureggi, 2005).

Además, se recomienda integrar el conocimiento científico de estas especies en los contenidos educativos a nivel nacional, que asegurará su promoción y valorización, a través de materiales didácticos y capacitación para ayudar en la aplicación nacional de medidas de mitigación de captura incidental de megafauna pelágica.

Se recomiendan la revisión de los métodos de pesca utilizados en la zona pelágica del Pacífico de Guatemala. Así como el trasiego de embarcaciones y otras actividades que provocan mortalidad de animales marinos. Por lo que se debe continuar la investigación que permita conocer a fondo la problemática, y que provea de insumos para mejorar el ordenamiento de las actividades pesqueras en función de la protección de los vertebrados marinos. Sin perder de vista el tener una exitosa actividad pesquera a través de métodos más eficaces y amigables con el medio marino. En cuanto a la pesca fantasma se debe prohibir y disminuir mediante campañas mediáticas el descarte de restos de las artes de pesca a la deriva que funcionan como trampas continuas para la fauna marina.

### Agradecimientos

A los pescadores Héctor Castillo y Rony Moreno de Champerico, Oscar y Marcos Marroquín de Las Lisas, por compartir sus experiencias como pescadores y

que conscientemente ayudaron a la liberación de las tortugas enganchadas y enredadas, a los pescadores artesanales de Las Lisas, San José, Champerico y Paredón que brindaron la información histórica sobre sus experiencias acerca de interacciones con megafauna pelágica en el mar y al Proyecto Diagnóstico de Captura Incidental de Aves Marinas en el Pacífico de Guatemala financiado por Pacific Seabird Group -PSG-.

## Literatura citada

Centro de Acción Legal, Ambiental y Social de Guatemala (CALAS). (2006). Ley General de Pesca y Acuicultura, versión Español – Q'eqchi', Decreto No. 80-2002 del Congreso de la República y Reglamento de la Ley General. 34 pp.

Dávila, V. (2011). Diversidad y abundancia de la megafauna pelágica (cetáceos, tortugas marinas, peces pico y rayas) del Pacífico de Guatemala. Informe de tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 135 pp.

Gerosa, G. y Aureggi, M. (2005). Guía para Pescadores sobre el Manejo de las Tortugas Marinas, Manual del Profesor. CHELON-Programa de Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas. PNUMA-PAM CAR/ZEP. 41 pp.

Hall, M. (1996). On bycatches. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: Pag. 319-352.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Universidad Rafael Landívar (URL). Guatemala. 250 pp.

Lewison, R., Crowder, L., Read A., y Freeman, S. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology and Evolution* Vol.19 No.11 November 2004. 7 pp.

Matsuoka, T., Nakashima, T., y Nagsawa, N. (2005). Review of Ghost-Fishing; Scientific Approaches to Evaluation and Solution. Recuperado el 2011, de <http://www.wpcouncil.org/documents/apecseminar/panel%201%20science%20and%20policy/presentation%20by%20dr.%20tatsuro%20matsuoka.pdf>

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-, Unidad para el Manejo de la Pesca y Acuicultura –UNIPESCA-. (2008). Informe de la Pesca y la Acuicultura en Guatemala 2004-2007. Guatemala. 145 pp.

Moreno, C. y Arata, J. (2006). Efectos de las Pesquerías Industriales de Palangre sobre las Aves Marinas y el Camino a su Mitigación en Chile. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. CONAMA. Pag. 462-467.

Quintana-Rizzo, E. (2008). Human-related problems affecting wild dolphin populations in the Pacific Coast of Guatemala. SC/61/SM28 IWC Scientific Committee, June 2009. Madeira, Portugal. 1 pp.

Sigüenza, R, Velásquez, P. y Dávila, V. (2008). Informe Final de Investigación Proyecto FODECYT 106-2006 Aves Pelágicas de la Costa Pacífica de la República de Guatemala, C.A. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-. –SENA-CYT-. –FODECYT-. Guatemala, C.A. 112 pp.

Sigüenza, R, Velásquez, P. y Dávila, V. (2009). Diagnóstico de Captura Incidental de Aves Marinas en el Pacífico de Guatemala, Centro América. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Escuela de Biología, Pacific Seabirds Group –PSG- Conservation Small-Grants Program. 61 pp.

Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2007). Status de Conservación Internacional Bajo la Convención de Especies Migratorias. Convención sobre las especies Migratorias. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. 81 pp.

World Wildlife Foundation (WWF). (2009). Boletín de prensa: El 40% de la pesca mundial se desperdicia o es mal gestionada: WWF. Disponible en [www.wwf.org.mx](http://www.wwf.org.mx)

Zeeberg, J., Corten, A. y De Graaf, E. (2006). Bycatch and release of pelagic megafauna in industrial trawler fisheries off Northwest Africa. Netherlands Institute for Fisheries Research, Haringkade 1, Umuiden, *PAYS-BAS* vol. 78, No. 2-3. Pag. 186-195.



# CIENCIA & CONSERVACIÓN



Centro de Estudios Conservacionistas-CECON-  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-  
Avenida de la Reforma 0-63, zona 10 CP 01010  
Guatemala, Guatemala. C.A.

Tels: (502) 2331-0904, 2361-5450, 2334-7662

Fax: (502) 2334-7664

e-mail: [cecon@usac.edu.gt](mailto:cecon@usac.edu.gt)

Guatemala, 2012