

# CIENCIA & CONSERVACIÓN

Revista de Investigación y Extensión del Centro de Estudios Conservacionistas

Volúmen 1 / 2010

ÁREAS PROTEGIDAS UNIVERSITARIAS



USAC

# \*/CRÉDITOS/

## MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Oscar Manuel Cobar Pinto, Ph.D.	Decano
Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario Académico
Licda. Lillian Raquel Irving Antillón	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Lic. Luis Galvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Maria Estuardo Guerra Valle	Vocal IV
Br. Berta Alejandra Morales Mérida	Vocal V

## CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS -CECON-

Lic. Francisco Castañeda Moya	Director
-------------------------------	----------

## COORDINACIÓN GENERAL DE LA REVISTA

Departamento de Estudios y Planificación

## COORDINACIÓN DE EDICIÓN

Leonel Gustavo Hernández M. y  
María Eunice Enríquez C.

## DOCUMENTACIÓN Y ASISTENCIA EDITORIAL

Mabel Anelisse Vásquez

## REVISIÓN DE ESTILO

Laura Margarita Benitez  
Natalia Escobedo

## ASESORÍA EDITORIAL

Estuardo Choc

## DIAGRAMACIÓN, DISEÑO GRÁFICO Y DIRECCIÓN DE ARTE

Estuardo Choc

Esta es una publicación del Centro de  
Estudios Conservacionistas de la Facultad  
de Farmacia de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala.  
Guatemala, Guatemala 2010



# \*/EDITORIAL/



La creación de las áreas protegidas ha sido uno de los grandes logros para la conservación de la vida silvestre y los ecosistemas naturales durante el siglo XX. Nacidas bajo el concepto de parques nacionales han ido evolucionando su actuar ante el avance de la investigación y ante los retos que implican su manejo y conservación.

Legalmente las áreas protegidas en Guatemala surgen en el año de 1989 con la declaratoria de la Ley de Áreas Protegidas por el Congreso de la República de Guatemala, según Artículo 89 del Decreto 4-89 y sus Reformas, Decretos 18-89 y 110-96.

Dicho decreto que le dio el carácter legal a numerosas zonas de interés natural, incluyó a los biotopos universitarios cuyos antecedentes se remontan al año de 1976. Las áreas protegidas universitarias fueron un proyecto creado e impulsado por el Licenciado Mario Dary Rivera. La iniciativa del Lic. Dary permitió que a través de numerosas gestiones con la corporación municipal de Baja Verapaz, fueran cedidas en usufructo a la Universidad, las tierras donde se fundaría el primer biotopo universitario, el Biotopo del Quetzal, con fecha del 2 de julio de 1976. Sumado en este esfuerzo la Universidad conseguiría la declaratoria de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico con fecha del 16 de diciembre de 1977. El establecimiento de un convenio con el Instituto Guatemalteco de Turismo para el desarrollo de un programa de creación de biotopos en áreas turísticas, produjo a través del apoyo financiero de dicha institución la creación en el año de 1980, del Biotopo Cerro Cahú en Petén y del Biotopo Chocón Machacas en Río Dulce, Izabal.

La culminación del esfuerzo del Lic. Dary sería la creación del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) en 1981, entidad universitaria que administra actualmente los biotopos. La adecuada gestión y manejo de la Universidad de San Carlos en materia de áreas protegidas produce que tras la declaratoria del decreto 4-89 le sean otorgadas en administración tres grandes áreas protegidas en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Maya: Laguna del Tigre, El Zotz y Naaxtún Dos Lagunas.

Actualmente los biotopos al igual que numerosas áreas protegidas de Guatemala, enfrentan innumerables retos para su conservación. La expansión de la frontera agrícola, el uso intensivo y la extracción de los recursos han producido una notable reducción de las áreas. La fragmentación del paisaje así como la poca conectividad entre las áreas constituye uno de los más graves problemas para asegurar la dispersión y variabilidad genética de las especies.

La implementación de programas de investigación que contribuyan al conocimiento de los recursos bióticos, al igual que su constante monitoreo, constituyen una de las más importantes estrategias tendientes a mejorar el manejo de los biotopos.

Los resultados de las investigaciones realizadas dentro de las áreas protegidas universitarias durante los últimos dos años, simbolizan el fruto de los esfuerzos presentados en esta revista.

**Lic. Leonel Gustavo Hernández Morales**

*Coordinador de Edición*

# \* /ÍNDICE/

## ENSAYO

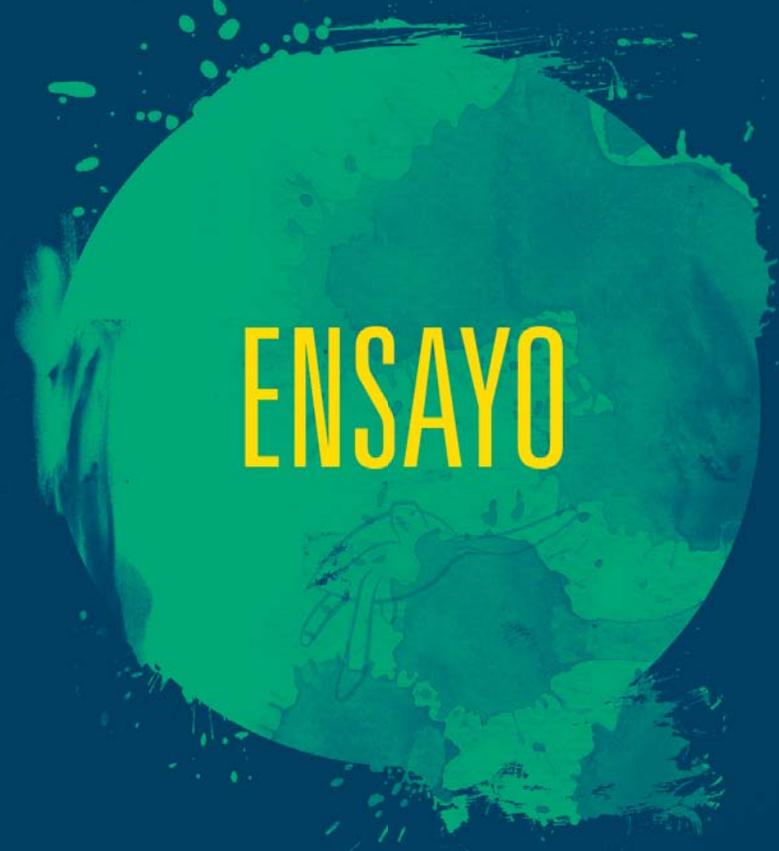
- 06 Un breve análisis sobre el manejo de los huevos y neonatos de la tortuga de parlama (*Lepidochelys olivacea*) en el tortugario de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, Santa Rosa, Guatemala.

## COMUNICACIÓN

- 12 Conservación y aprovechamiento de las abejas nativas sin aguijón en las áreas protegidas Universitarias
- 18 Dos nuevos registros para Guatemala de helechos descubiertos en antiguas colectas de la subcuenca de Río Chocón

## ARTÍCULOS

- 22 Diversidad de helechos (Monilophyta) en el Corredor del Bosque Nuboso, Baja Verapaz, Guatemala: distribución y manejo de las áreas protegidas
- 32 Los biotopos universitarios como sitios prioritarios para la conservación del hábitat del tapir centroamericano (*Tapirus bairdii* Gill.) en Guatemala
- 40 Abundancia y densidad de jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul, Petén, Guatemala
- 50 Distribución de las hepáticas talosas simples presentes en distintos sustratos y a diferentes altitudes en el sendero “Los Musgos” del Biotopo del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz.



ENSAYO

# UN BREVE ANÁLISIS SOBRE EL MANEJO DE LOS HUEVOS Y NEONATOS DE LA TORTUGA DE PARLAMA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*) EN EL TORTUGARIO DE LA RESERVA NATURAL DE USOS MÚLTIPLES DE MONTEERRICO, SANTA ROSA, GUATEMALA.

Basado en el manual de “Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas” del Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la UICN/CSE. ↗

## Victor Gudiel / Estudiante

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología  
eltorvicguc@yahoo.com

La conservación de las tortugas marinas es el objetivo principal de los tortugarios legalmente reconocidos. En Guatemala, hacen falta investigaciones que evalúen las técnicas de manejo de huevos y neonatos de tortugas marinas en los tortugarios. El porcentaje de eclosión es el único dato que brindan, con el cual miden el éxito de conservación. En el Tortugario de Monterrico el porcentaje medio de eclosión es 91.28%, el cual es un valor alto que indica una buena técnica de incubación y un alto éxito de conservación. Sin embargo, las técnicas de manejo post-eclosión presentan deficiencias al compararlas con lo sugerido por el manual de “Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas”, preparado por el Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la UICN/CSE.

**A**bstract: The conservation of the sea turtles is the main point of legal sea turtles hatcheries. Guatemala needs researches to evaluate the eggs and neonates conservation techniques in sea turtles hatcheries. The eclosion percentage is the only information from sea turtles hatcheries to measure the conservation success. In Monterrico Sea Turtle Hatchery the eclosion percentage is 91.28%; this is a high value that indicates a good incubation technique and a high conservation success. However, the post-eclosion techniques are deficient when comparing them with the suggested techniques by the manual of “Techniques of investigation and handling for the conservation of the marine turtles” prepared by the Specialist Group in Marine Turtles of the UICN/CSE.

## INTRODUCCIÓN

Conforme van pasando los años en las aulas de la universidad, escuchando las enseñanzas e ideas de los catedráticos, y reformados por las experiencias de cada día, vamos rompiendo esquemas mentales y adquiriendo una visión y concepción más amplia y concreta de lo que nos rodea, lo que nos sucede y lo que queremos. En el quinto año como estudiante de la carrera de Biología, he adquirido un gusto particular por la vida marina. De esta manera, como parte de las Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC– que exige la carrera, decidí involucrarme con instituciones que trabajan con la vida marina; tal es el caso del Tortugario de Monterrico.

En el tema de la conservación de las tortugas marinas, hay mucho por responder y mucho que discutir. En este documento, pongo en discusión el manejo de los huevos y neonatos de tortugas de parlama en el Tortugario de Monterrico, siendo este fundamental para la conservación de las tortugas marinas y siendo la conservación de las tortugas marinas uno de los objetivos primordiales de los tortugarios legalmente reconocidos. Para este fin, me baso en la experiencia que tuve en dicha institución durante diciembre de 2007,

julio y parte de agosto de 2008, así como en el “Informe nacional de las temporadas de anidación de tortugas marinas, temporada 1999-2008” publicado por CONAP, y en el manual de “Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas”, preparado por el Grupo Especialista en Tortugas Marinas de la UICN/CSE. Este manual es una recopilación (revisada por muchos expertos en el tema) de conocimientos y experiencias de especialistas de diferentes partes del mundo y puede ser una buena guía para la conservación de las tortugas marinas. Considero que una de las cualidades de este manual es que, siendo las tortugas marinas animales migratorios, trata de estandarizar una metodología para que los datos provenientes de diferentes partes del mundo puedan ser comparables. Por estas razones, la información que presento en la discusión está basada en este manual.

## LOS HECHOS

Durante la estadía en el Tortugario de Monterrico observé que la mayor parte de los huevos de parlama que ingresan al tortugario provienen de parlameros, quienes por las mañanas llegan a dejar los huevos de parlama que colectaron

por la noche o madrugada. Los parladeros son personas de la comunidad de Monterrico o de comunidades cercanas, que con el afán de obtener dinero, se dedican a coleccionar huevos de parlama cuando las hembras llegan a la playa a oviponer; esto ocurre comúnmente en la noche o madrugada. Asimismo, hay personas, que sin esperarlo, observan alguna tortuga que sale del mar y tienen la iniciativa de coleccionar los huevos y llevarlos al tortugario. Los huevos de parlama son entregados en la oficina del Centro de Estudios Conservacionistas – CECON – de Monterrico, el cual es el ente encargado del Tortugario de Monterrico y de toda la Reserva Natural



de Usos Múltiples. En la oficina se cuentan los huevos y se procede al trámite correspondiente con la persona que los lleva. De acuerdo a la ley, debe entregarse al tortugario el 20% de todos los huevos que la persona coleccionó. Gracias a fondos monetarios provenientes del extranjero (gestionados y administrados por el CECON), el tortugario puede comprarle a la persona el resto de los huevos de parlama. Inmediatamente después de recibidos y registrados, los huevos son llevados al centro de incubación, donde

se dividen en partes iguales para que los nidos tengan la misma cantidad de huevos. Los nidos se fabrican con una profundidad de 30cm y un diámetro de 20cm aproximadamente. Cada nido se identifica, y se registra el número de huevos depositados en cada uno; esto, por si algún nido queda con un número distinto de huevos. En los centros de incubación, los huevos de parlama eclosionan en aproximadamente 48 días.

El Tortugario de Monterrico posee dos centros de incubación que están delimitados con paredes de concreto de aproximadamente 1 m de alto, combinadas con una malla que termina de darles una altura de 2m aproximadamente. Ambos centros de incubación están cubiertos parcialmente por un sarán. Este es un tipo de tela oscura con agujeros diminutos; está diseñada para dar sombra y dejar pasar cierta cantidad de luz para que la arena donde están los huevos mantenga una temperatura y humedad adecuada. Durante la estadía en el tortugario, nunca observé que se llevara algún control o monitoreo diario de la temperatura y humedad de la arena.

A los nidos cuyos neonatos ya están por salir, se les coloca en la superficie una cerca de 50 cm de diámetro y 10 cm de alto aproximadamente; esto para que al momento de salir no se dispersen por todo el centro de incubación. Observé que en algunas ocasiones eran ayudados a salir del nido, en otras quedaban dentro de la cerca, y otras veces lograban salirse de la cerca, dispersándose por todo el centro de incubación.

El porcentaje medio de eclosión, calculado con los datos de las últimas 8 temporadas en el Tortugario de Monterrico, es 91.28% (CONAP, 2009). Sin embargo, muchos neonatos que salen cerca del medio día, los observé muertos bajo el sol. Es común observar que muchos de los que salen del nido por la noche amanezcan sin cabeza. Según los trabajadores del lugar, durante la noche entran gatos a comerse la cabeza de los que ya han salido del nido.



Los neonatos que emergen del nido son colocados en piletas con agua dulce o salada y son retenidos allí por uno o dos días. Durante la temporada de eclosión, la liberación se realiza todos los días frente al Tortugario de Monterrico a las 17:30. Las personas pueden pagar Q.10.00 para tener en sus manos a un neonato y liberarlo al mar.

### LA DISCUSIÓN

El hecho de que los huevos de parlama sean coleccionados por la noche y llevados al tortugario hasta en la mañana puede representar una situación crítica que provoque un bajo éxito de eclosión. Sin embargo, un porcentaje medio de eclosión de 91.28% se considera muy bueno.

Existe una temperatura pivotal a la cual el 50% de los neonatos son machos y el

otro 50% son hembras. Esta temperatura ha sido determinada experimentalmente y es diferente para cada especie de tortuga marina. En primer lugar, es indispensable conocer cuál es la proporción sexual de la tortuga de parlama en su medio natural. En segundo lugar, es indispensable realizar monitoreos continuos de la temperatura y humedad de la arena del centro de incubación, para poder aproximarse a la proporción sexual que se está obteniendo y así poder hacer cambios en la sombra para mejorar resultados. Un método más preciso para determinar la proporción sexual en neonatos es la disección y preparación del aparato urogenital por medio de técnicas histológicas; de esta manera, se puede observar claramente una diferencia entre ovarios y testículos. Esto se podría realizar con los neonatos que nacen muertos o los que mueren antes de la liberación.

Las partes del centro de incubación que quedan expuestas a la luz directa del sol pueden provocar que los neonatos mueran deshidratados o por altas temperaturas que no pueden tolerar. En el medio natural, muchas de las tortugas recién nacidas no tienen sombra que las proteja, pero inmediatamente después de salir del nido, se dirigen hacia el mar; no son retenidas como en un tortugario. Asimismo, las partes descubiertas dan lugar a que ingresen depredadores que se alimentan de los huevos o de los recién nacidos.

Al momento de que los neonatos ya están listos para salir del nido, es necesario que salgan solos: esto les permite terminar de fortalecer los músculos para que sean capaces de enfrentar el mar. Por ningún motivo se les debe ayudar a salir. Además, en el vientre poseen una reserva de alimento que les puede tar-



dar entre ocho a diez días, dependiendo el esfuerzo que hagan. Cada gramo de esa reserva alimenticia es necesario para que logren pasar las fuertes olas de la playa y llegar a un lugar donde encuentren alimento. Por lo tanto, es indispensable que sean liberados inmediatamente después de que han salido todos del nido, no importando la hora. Los neonatos presentan un comportamiento conocido como “frenesí primario”; este es un instinto que es inducido por el agua o por la luz y les hace mover las aletas exhaustivamente con el afán de llegar al mar y pasar la reventazón. Una vez inducido el “frenesí primario”, cada minuto que los neonatos sean retenidos provoca que la probabilidad de sobrevivencia disminuya drásticamente. Si en algún caso es necesario retenerlos, se deben colocar inmediatamente en un lugar completamente oscuro de tal manera que no se active tal instinto.

Cuando las tortugas son liberadas en el mismo lugar y a la misma hora, pueden

crearse cardúmenes de peces o grupos de depredadores que aprenden que en cierto lugar y a cierta hora tendrán su ración diaria de alimento. Los neonatos deben ser liberados inmediatamente después de salir del nido, a la hora que sea. El próximo lugar de liberación debe estar por lo menos 100m alejado del lugar donde se realizó la última liberación.

Sin duda alguna, en Guatemala hacen falta investigaciones científicas que apoyen los programas de conservación de las tortugas marinas y que evalúen si el método y el esfuerzo de conservación han valido la pena (CONAP, 2009). Aplicar un método preciso y confiable que prediga, qué proporción de neonatos liberados llegan a adultos y cuantos llegan a reproducirse, y estudiar las causas que influyen en esto, ha sido la respuesta en otros países. No podemos afirmar que el método empleado hasta ahora en el Tortugario de Monterrico sea el correcto. Mientras tanto, creo que vale la pena tomar en cuenta

la bibliografía disponible y apoyarse en la experiencia de la gente que ha hecho investigaciones en diferentes partes del mundo. Tomando en cuenta estas consideraciones, creo que es bueno darle una atención especial a la manera en que se ha llevado a cabo el manejo de los huevos de parlama y especialmente el de los neonatos en el Tortugario de Monterrico, y en los demás tortugarios de Guatemala. Todo sea por el afán de buscar la mejor forma de conservación utilizando las herramientas que se tienen a la mano.

### LITERATURA CITADA

**Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP.** (2009). *Informe nacional de las temporadas de anidación de tortugas marinas temporada 1999-2008*. 28 p. Disponible en: <http://conap.gob.gt:7778/conap/Members/admin/documentos/recursos-hidrobiologicos/documentoTORTUGAS.pdf>

**Eckert K, Bjorndal K, Abreu-Grobois F y Donnelly M.** (2000). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. Cuarta Publicación. 270 p.



# CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LAS ABEJAS NATIVAS SIN AGUIJÓN EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS UNIVERSITARIAS

**Eunice Enríquez / Investigadora**

Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala • Avenida Reforma 0-63 zona 10, ciudad de Guatemala, Guatemala. (502) 23310904, enriquez.eu@gmail.com.

Ilustración: Natalia Escobedo Kenefic

## RESUMEN

Meliponicultura se le llama a la crianza de abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponinae). Esta actividad ha sido practicada por pobladores de distintas regiones de Guatemala desde la época precolombina y puede ser aprovechada por comunidades de los alrededores de las áreas protegidas universitarias como una alternativa económica sustentable que contribuya a la conservación de las mismas. El objetivo del presente trabajo es hacer un análisis sobre cómo la meliponicultura puede apoyar la conservación de las áreas protegidas. Así mismo, se presentan algunas recomendaciones para lograrlo.

## ABSTRACT

The breeding of native stingless bees (Apidae: Meliponinae) is known as meliponiculture, and it has been practiced by people from different regions of Guatemala since the pre-Columbian era. The practice of meliponiculture can be a sustainable economic activity to the communities that surround the University's Protected Areas, and that also contributes to conservation. This article considers the possible ways in which meliponiculture can support the management of Protected Areas. Pertinent recommendations are also provided.

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con 7 áreas protegidas, que conforman el Sistema Universitario de Áreas Protegidas. Estas se encuentran bajo la administración del Centro de Estudios Conservacionistas: El Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera", Reserva Natural Monterico, Biotopo Chocón Machacas, Biotopo Laguna del Tigre, Biotopo Cerro Cahú, Biotopo Naachtún-Dos Lagunas y Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz. Todas las áreas protegidas del país, enfrentan las mismas amenazas: invasiones, extracción de recursos, incendios forestales, etc., lo que no es fácil contrarrestar debido al bajo presupuesto y falta de interés gubernamental para la protección de las mismas.

Como mecanismo para encontrar aliados en la conservación de las áreas protegidas universitarias, en ciertas comunidades periféricas de algunas de éstas se han implementado proyectos



Nido de *Melipna beecheii*

de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Esto permite que las comunidades tengan algunos ingresos económicos adicionales para suplir sus necesidades básicas y así ver un beneficio real de las áreas protegidas. Ejemplo de esto es: el aprovechamiento de hongos comestibles y la reproducción de orquídeas.

Las abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponini) son insectos que se encuentran en los trópicos y subtrópicos del mundo (en todos los continentes excepto en Europa). El género *Melipona* se encuentra únicamente en el Nuevo Mundo. Son insectos muy importantes ya que juegan un papel en la polinización de los bosques tropicales, propiciando una mejor producción de frutos y semillas y por ende el mantenimiento del buen estado del bosque. Estas abejas son eusociales (verdaderamente sociales) y almacenan su alimento (miel y polen) en un nido permanente, lo que ha propiciado su crianza.

Meliponicultura se le llama a la crianza de abejas nativas sin aguijón, para la obtención de distintos productos de las colmenas de las mismas, entre estos: miel, cera, polen y propóleo. En Mesoamérica, fue practicada por los Mayas desde la época precolombina, como se puede observar en inscripciones de los códices de dicha cultura milenaria. Ellos obtenían de las abejas nativas su única fuente de edulcorante y era utilizada para ritos religiosos y preparación de medicinas. La principal especie cultivada fue *Melipona beecheii*.

Actualmente en Guatemala se siguen cultivando las abejas nativas, de la misma forma como lo hicieron sus antepasados, utilizando un tronco ahuecado tapado en ambos extremos que es conocido como "corcho". Estos varían en tamaño según la especie de abeja cultivada (Enríquez et al, 2000).

Las abejas nativas sin aguijón son muy comunes en 6 de las 7 áreas protegidas universitarias, lo que las hace candidatas ideales para su aprovechamiento

**TABLA 1. Algunos usos que se le da a la miel de las abejas nativas en Guatemala**

Abeja	Uso que se le da
<i>Melipona beecheii</i> (colmena grande, Criolla)	Diarrea, hepatitis, gastritis, llagas, heridas, dietas post-parto, insomnio, manchas en la cara, problemas respiratorios, dolores menstruales, golpes, vitaminas.
<i>Tetragonisca angustula</i> (Doncella, Chumelo)	Catarata, pterigión, úlcera, golpes, malestar estomacal.
<i>Geotrigona acapulconis</i> (Talnete)	Fracturas, golpes, diferentes afecciones oculares y golpes internos.
<i>Trigona nigerrima</i> (Joloncan)	Tos.
<i>Plebeia</i> sp. (Serenita, Chelerita)	Inflamación, fatiga, cataratas, pterigión, tos, golpes en la cabeza.

sustentable en beneficio de la conservación de las áreas protegidas por varias razones: 1) son importantes polinizadores que mantienen la salud de los ecosistemas, propiciando la producción de frutos y semillas de las cuales se alimentan otros animales; 2) pueden brindar beneficios económicos a los asentamientos humanos de los alrededores de las áreas protegidas, principalmente porque producen miel, cera, polen y propóleo; 3) los productos de las colmenas de las abejas sin aguijón no solo pueden ser utilizados para alimentación, sino también, para la cura de enfermedades; 4) Un beneficio adicional de las abejas sin aguijón es que contribuyen a la seguridad alimentaria de las comunidades ya que también polinizan cultivos y producen miel y polen ricos en proteína y carbohidratos; 5) No requiere mucha inversión inicial, ya que el equipo necesario para su cuidado no es muy costoso; 6) La producción de miel de abejas nativas en los alrededores de

las áreas protegidas le da un valor agregado a los productos, debido a que son productos orgánicos e inoos y que pueden ser bien venidos en mercados de productos verdes; 7) La miel tiene propiedades medicinales, por lo que es un potencial para el desarrollo de productos con valor agregado (pomadas, extractos, energizantes, etc.); 8) Hay una gran diversidad de especies con características distintas, lo que propicia una elaboración de gran diversidad de productos 9) Es un producto natural por lo que no tiene tantas restricciones al ser utilizada como medicina; 10) La miel se vende más cara, contrarrestando la menor producción de miel; y 11) No tienen aguijón, lo que permite que cualquier miembro de la familia pueda ocuparse de su cuidado.

Sin embargo, hay algunas recomendaciones para lograr el aprovechamiento sustentable de las abejas nativas sin aguijón y propiciar su conservación:

1) Se debe evitar la pérdida de la cobertura boscosa (incremento de la frontera agrícola, la creciente deforestación e incendios forestales) ya que con esta se pierde el hábitat de las abejas sin aguijón 2) Realizar estudios para conocer las especies de abejas que habitan en cada una de las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento, la cantidad de nidos presentes y la capacidad de carga de dicho recurso. Así mismo, investigación que valide los usos tradicionales de la miel como agente curativo de distintas enfermedades, estudios de mercado y mercadeo para desarrollar productos con valor agregado, evaluar las características de la miel para el control de calidad de la misma y evaluar la vida media de los productos, etc. 3) No extraer nidos del bosque sin no se conoce el manejo adecuado de las abejas, las técnicas de división de las colmenas, alimentación, tipos de cajas adecuadas, etc. 4) Utilizar las especies de abejas nativas de la región y no traer nidos de otras regiones, ya que las condiciones climáticas determinan la distribución de cada especie y por lo tanto influyen en su desarrollo; 5) Reforestar las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas con plantas melíferas nativas de la región para ayudar a las colmenas a una mejor producción y para proporcionarles sitios de anidamiento. Además esto se constituye en corredores biológicos que pueden ser utilizados por otras especies de animales. 6) Proporcionar una fuente de agua constante a las abejas, principalmente en la época seca 7) Capacitarse sobre el adecuado manejo de la miel después de la cosecha, para evitar la fermentación de la misma, ya que las mieles de abejas nativas tienen un mayor contenido de agua y esto propicia la reproducción de bacterias y le-

**TABLA 2. Abejas sin aguijón más comunes en Guatemala**

Nombre científico	Nombre común
<i>Melipona beecheii</i>	Colmena grande, criolla
<i>Melipona yucatanica</i>	Tinzuca
<i>Tetragonisca angustula</i>	Chúmelo, doncella
<i>Geotrigona acapulconis</i>	Talnete
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Magua canche, alazán, congo canche
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Magua negro, congo negro
<i>Plebeia</i> sp.	Serenita, Chelerita, Sarquita, Boca de sapo, Hoyito de gallina.
<i>Trigona nigerrima</i>	Joloncan, homo
<i>Partamona bilineata</i>	Sacar, Cushpun
<i>Cephalotrigona</i> sp	Congo mandinga
<i>Trigona fulviventris</i>	Culo de señora, Mandinga



**Abeja *Tetragonisca angustula* (doncellita). C. Maldonado**

**TABLA 3. Especies de abejas sin aguijón presentes en cada una de las regiones biogeográficas de Guatemala.**

Especie	Regiones biogeográficas				
	Pet	Esc	Chim	Quek	Trif
<i>Lestrimellita niitkib</i>	X				
<i>Trigonisca (Dolichotrigona) schulthessi</i>		X			
<i>Melipona yucatanica</i>			X		
<i>Plebeia latitarsis</i>	X				
<i>Trigona (Tetragona) dorsalis</i>					X
<i>Plebeia parkeri</i>		X			
<i>Trigona (Geotrigona) acapulconis</i>			X		X
<i>Melipona solana</i>	X	X		X	
<i>Oxytrigona mediorufa</i>		X	X		
<i>Paratrigona guatemalensis</i>		X	X		
<i>Plebeia melanica</i>	X				X
<i>Trigona (Frieseomellita) nigra</i>	X	X	X		
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>			X		X
<i>Plebeia moureana</i>		X			
<i>Plebeia pulcra</i>	X				
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	X	X	X		X
<i>Plebeia frontales</i>			X		X
<i>Partamona orizabaensis</i>		X			X
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigona silvestriana</i>	X		X		
<i>Trigona fuscipennis</i>	X		X		
<i>Melipona beecheii</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigona nigerrima</i>	X	X	X		X
<i>Scaptotrigona mexicana</i>		X	X		X
<i>Trigona corvina</i>	X		X		X
<i>Tetragonisca angustula</i>	X	X	X	X	X
<i>Partamona bilineata</i>	X		X		X
<i>Trigona fulviventris</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigonisca sp</i>			X		
<i>Plebeia sp.</i>			X		
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

vaduras; 8) organizarse en cooperativas u otro tipo de grupos organizados para propiciar el desarrollo de la meliponicultura de manera integral; 10) Aprovechar todos los productos de la colmena, no solamente la miel, ya que, según el conocimiento tradicional de algunas regiones de Guatemala, todos los productos pueden ser utilizados, ya sea como alimento o como terapéutico.

La meliponicultura tiene posibilidades de ser una alternativa económica en Guatemala si se trabaja de forma conciente, ética y responsable.

#### AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a todos los meliponicultores de Guatemala por compartir su experiencia. Así mismo al AGROCYT del proyecto PARPA del MAGA y a la DIGI de la USAC por el financiamiento para el estudio de la crianza de las abejas nativas sin aguijón y las características de sus productos.



**Tronco tradicional para el cultivo *Melipona beecheii*.**



**Nido de *Tetragonisca angustula*.**

#### LITERATURA CITADA

- **E Enríquez, C Monroy, A Solis.** 2000. Situación de la meliponicultura en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, Guatemala. Memorias del II Seminario Mexicano de abejas sin aguijón. Yucatán, México. 36-39 pp.
- **E Enríquez, C Yurrita, C Aldana, J Ochita, R Jáuregui, P Chau.** 2004. Desarrollo de la crianza de abejas nativas sin aguijón (meliponicultura). Revista Agricultura, año VII, No.68. Pp 27-30
- **E Enríquez, C Yurrita, C Aldana, J Ochita, R Jáuregui, P Chau.** 2005. Conocimiento tradicional acerca de la biología y manejo de las abejas nativas sin aguijón en Chiquimula. Revista Agricultura. Año VII, No. 69. Pp 27-30.
- **J Quezada-Euán, W May-Itzá, J Gonzáles-Acereto.** 2001. Meliponiculture in México: problems and perspectives for development. Bee World 82(4): 160-167.
- **MJ Sommeijer, W Van Veen, H Arce.** Stingless bee in Central-America. 1990. An alternative for the killer bee?. AT Source Vo. 18 No. 1. Pp 23-24.

# 2 NUEVOS REGISTROS PARA GUATEMALA DE HELECHOS DESCUBIERTOS EN ANTIGUAS COLECTAS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHOCON

**Jorge B. Jiménez Barrios<sup>1</sup> / investigador y Rosario Rodas Duarte<sup>2</sup> / Auxiliar de Investigación**

Herbario USCG • CECON • Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC, Ave. Reforma 0-63, Zona 10, ciudad de Guatemala, 01010, Guatemala, Centroamérica.  
e-mail: <sup>1</sup> jbjimenezbarrios@yahoo.com <sup>2</sup> chayita\_r@yahoo.com.

**Palabras clave:** *Trichomanes anadromum*, *Campyloneurum aphanophlebium*.

Se reporta la distribución de *Trichomanes anadromum* Rosenst. y *Campyloneurum aphanophlebium* (Kunze) T. Moore en la subcuenca de río Chocón, Guatemala. *T. anadromum* se conocía desde Honduras hasta Brasil y *C. aphanophlebium* se conocía desde Belice y Honduras hasta Brasil.

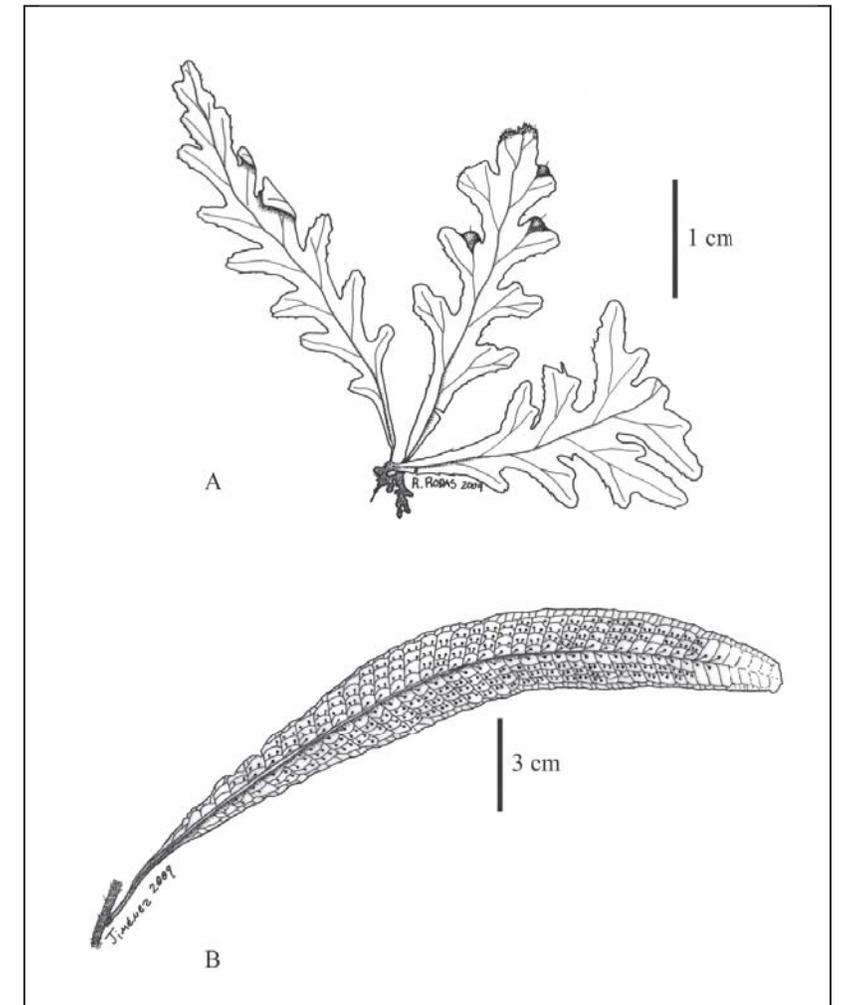
**A**bstract. *Trichomanes anadromum* Rosenst. and *Campyloneurum aphanophlebium* (Kunze) T. Moore are reported from río Chocón basin, Guatemala. *T. anadromum* was known from Honduras to Brazil and *C. aphanophlebium* was known from Belize and Honduras to Brazil.

En nuestra tarea de identificar los helechos de las colectas antiguas almacenadas durante varios años en el Herbario USCG, descubrimos dos plantas identificables solo con la Flora Mesoamericana (Moran & Riba, 1995). Estas especies no habían sido reportadas para Guatemala y no fueron consideradas por Stolze (1976; 1981) en su tratamiento de este grupo. Las colectas fueron realizadas entre 1985 y 1989 por Ava Nury Díaz, trabajadora de dicho herbario durante esa época, quien al ser contactada nos informó sobre la incertidumbre del sitio de colecta, refiriéndolas solamente a la subcuenca del río Chocón.

La subcuenca del río Chocón pertenece a la vertiente que desemboca en el mar Caribe. Se ubica en el municipio de Livingston, departamento de Izabal. Se encuentra aproximadamente a 15.81° de latitud norte y 89.00° de longitud oeste, el rango altitudinal abarca de 0 a 350 msnm (MAGA, 2001). A continuación presentamos una diagnosis y una ilustración para cada especie.

***Trichomanes anadromum***

Rosenst., *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.* 21: 344 (1925). Holotipo: Brasil, *Brade 5854* (HB).



**FIGURA 1.** Nuevos registros de helechos para Guatemala. **A.** *Trichomanes anadromum*. **B.** *Campyloneurum aphanophlebium*.

Epífita con rizoma cortamente rastrero, hojas de menos de 10 cm de largo, pinnatífidamente lobadas, con tricomas estrellados en los márgenes y las nervaduras. Soros solitarios en la axila o en el lado acroscópico de los segmentos laterales (Figura 1A). En Centroamérica, se ha colectado en Honduras, Costa Rica y Panamá, también se ha reportado en Bolivia y Brasil.

Material examinado: GUATEMALA, depto. Izabal, Livingston. Subcuenca del río Chocón. A.N. Díaz 519 (USCG 34856).

#### ***Campyloneurum aphanophlebium***

(Kunze) T. Moore, *Index Fil.* 223 (1861). *Polypodium aphanophlebium* Kunze, *Bot. Zeitung (Berlin)* 288 (1845). Holotipo: Venezuela, Moritz 17 (B).

Epífita con rizoma cortamente rastrero, hojas de aproximadamente 30 cm de largo, simples, en-

terras, con la base atenuada. Costa prominente en ambas superficies (Figura 1B). Indumento de tricomas muy cortos sobre la superficie abaxial, degradados en el material examinado. Soros redondeados sin indusio.

Material examinado: GUATEMALA, depto. Izabal, Livingston. Subcuenca del río Chocón. A.N. Díaz 225 (USCG 34855).

#### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Robbin C. Moran por su apoyo en la identificación taxonómica de los especímenes y al Herbario USCG por el préstamo de instalaciones y bibliografía.



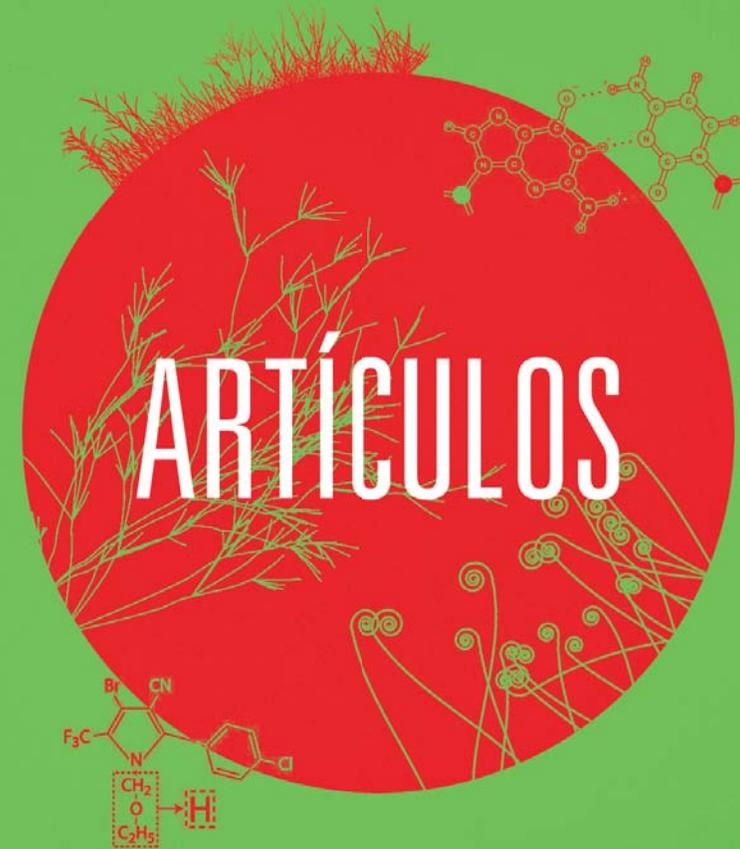
#### **LITERATURA CITADA**

**Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. MAGA.** (2001) Base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala: MAGA.

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

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

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



# Diversidad de Helechos (Monilophyta) en el Corredor del Bosque Nuboso, Baja Verapaz, Guatemala:

## Distribución y Manejo de las Áreas Protegidas

Los bosques nubosos son ecosistemas biológicamente diversos y altamente amenazados. La principal estrategia de conservación de las especies en Guatemala es la creación de áreas protegidas y algunos corredores biológicos, aunque no se evalúa la eficacia de esta forma de manejo. Se estudió la diversidad de helechos (Monilophyta) en el Corredor del Bosque Nuboso, utilizando 80 parcelas distribuidas en ocho áreas protegidas. En cada parcela se registraron las especies de helechos presentes y los valores de siete variables ambientales: altitud, pendiente, orientación de la pendiente, área basal, altura del dosel, porcentaje de cobertura y densidad de árboles. Se encontraron 128 especies de helechos pertenecientes a 42 géneros y 18 familias, lo que equivale al 93% de las especies esperadas (Jacknife 2), y al 19.3% de las especies conocidas en Guatemala. Se reportan tres nuevos registros de especies para el país, la presencia de un helecho endémico local y varias especies amenazadas de extinción. La distribución de algunas especies se relacionó con algunas variables (altitud, área basal y densidad de árboles) y con la disposición espacial de las áreas protegidas (bosque nuboso y bosque caducifolio). Estas relaciones se interpretan como el efecto del borde y la cobertura vegetal dentro de las áreas protegidas (bosques, guamiles, reforestaciones y pastizales).

**Abstract.** Cloud forests are threatened ecosystems with high biodiversity. The establishment of protected areas and corridors is the main strategy to species conservancy in Guatemala, but the efficacy of this kind of management has not been tested. Fern (Monilophyta) diversity was assessed at Corredor del Bosque Nuboso using 80 vegetation plots placed in eight protected areas. Fern diversity and seven environment variables were recorded at each plot: altitude, slope, slope aspect, basal area, canopy height, coverage percentage and tree abundance. 128 species were recorded, arranged in 42 genera and 18 families, equivalent to 93% of predicted species (Jackknife 2) and 19.3% of Guatemalan known species. Three new records of species for the country, one endemic fern and several threatened species were reported. The distribution of some species was related to some environment variables (altitude and forest architecture) and with spatial placement of the protected areas (cloud forest and caducifolious forest). These relationships are interpreted as edge and vegetal coverage effects inside the protected areas (forests, abandoned crop fields, reforestations and grasslands).

**Jorge B. Jiménez Barrios / Investigador**

Herbario USCG • CECON, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC,  
Ave. Reforma 0-63 zona 10, Ciudad de Guatemala, 01010, Guatemala, Centroamérica.  
jbjimenezbarrios@yahoo.com

**Palabras clave:** variables ambientales, nuevo registro, endemismo, especies amenazadas, cobertura vegetal.

### INTRODUCCIÓN

Los bosques nubosos son complejos de vegetación en zonas caracterizadas por la presencia persistente de niebla en movimiento, en donde la humedad atmosférica se suma a la precipitación lluviosa normal como "lluvia horizontal" (Hamilton, 2001). Son ecosistemas ricos en especies de plantas y animales, entre estos, el quetzal, ave símbolo de Guatemala. Estos bosques se encuentran amenazados por la expansión de la agricultura, la minería, la tala de árboles para obtener madera y la extracción de plantas y animales (Islebe & Veliz, 2001; CECON, 2002).

En Baja Verapaz se han creado varias áreas protegidas (AP) que se incluyen dentro del Corredor del Bosque Nuboso (CBN). Este pretende dar continuidad al bosque nuboso de Purulhá con el bosque nuboso de Sierra de las Minas, para permitir el flujo entre individuos de las poblaciones de esas localidades y, de esa manera, mantener la diversidad de especies (Jiménez, 2008).

Debido a la falta de información biológica disponible sobre el CBN, se estudió la distribución de las especies de helechos y su relación con siete variables ambientales (VA): altitud, pendiente, orientación de la pendiente, área basal, altura del dosel, porcentaje de cobertura y densidad de árboles. Los helechos (Monilophyta según Pryer *et al.*, 2004) son plantas con tejido vascular, que no producen flores ni semillas y que se reproducen por esporas producidas en esporangios localizados en el envés de las hojas. Los helechos fueron escogidos por las siguientes razones: son plantas características de los bosques nubosos; son bien conocidos en estudios florísticos regionales; son fáciles de identificar; y son sensibles a las variaciones en la humedad y luz solar, por lo que pueden ser buenas especies indicadoras de cambio ambiental (Caro & O'Doherty, 1999). Las VA fueron elegidas asumiendo que, en gradientes altitudinales o geográficos cortos, son variables a pequeña escala las que influyen la distribución de las especies (Williams-Linera *et al.*, 2005).

Se utilizaron 80 parcelas circulares distribuidas uniformemente en las áreas protegidas, para que la muestra fuera más representativa, con unidades muestrales independientes entre sí (Jongman *et al.*, 1995). Se incrementó la lista de especies de helechos conocidos para la región. En lo que respecta a Guatemala, se agregaron tres nuevos registros. También se encontraron relaciones entre la distribución de las especies y algunas variables ambientales, que permiten analizar el manejo de la vegetación y su relación con la diversidad de especies en las AP.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El CBN se localiza entre 15.087° y 15.273° de latitud norte y entre 90.078° y 90.331° de longitud oeste. Tiene una extensión aproximada de 292.91 km<sup>2</sup>, de los cuales el 12.4% se encuentra dentro de áreas protegidas (Jiménez, 2008). El área se divide en dos sectores: la Sierra de Chuacús al oeste y norte, y la Sierra de las Minas al sureste. La altitud mínima es de 450 msnm (parte baja

del río Panimá) y la máxima es de 2,340 msnm (cerro Quisís) (MAGA, 2001). En el CBN se encuentran parches grandes de bosque en la parte media y alta de las montañas. Estas zonas generalmente se mantienen cubiertas por nubes (Jiménez, 2008), producto de la humedad proveniente del Caribe (Wallace, 1997). Como ejemplo, en el Biotopo del Quetzal el clima es moderadamente fresco, muy húmedo, de tipo subtropical, con temperatura promedio de 18.1 °C, humedad relativa de 93.9% y precipitación anual promedio de 2,092 mm (CECON, 2002).

La colecta de datos en el campo se realizó durante el segundo semestre del año 2008, utilizando 80 parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> a 670 m de distancia entre sí, en número proporcional para cada AP (figura 1, tabla I). En cada parcela se midieron las siguientes variables: altitud (altímetro barométrico Konus ALT-20), pendiente (clinómetro de péndulo KonuStar 4075), orientación de la pendiente (brújula magnética KonuStar 4075), porcentaje de cobertura (densiómetro esférico Modelo-C de Robert E. Lemmon Forest Densimeters), área basal (cinta métrica), altura del dosel (método del hipsómetro de Christen modificado, Jiménez, 2008) y densidad de árboles. Se registraron las especies de helechos presentes dentro de cada parcela hasta 3 m de altura sobre el suelo. En los casos en que la identificación taxonómica en el campo no fue satisfactoria, se colectaron muestras para analizarlas en un herbario. En el Herbario USCG del CECON, USAC, se depositaron especímenes de respaldo para todas las especies reportadas.

El número de especies esperadas en el muestreo (tabla I, Jacknife 2 o de segundo orden) fue estimado utilizando el programa Estimates (Colwell, 2006). La influencia de las VA sobre la distribución de las especies de helechos fue examinada utilizando pruebas de correlación de Spearman, ordenación (escalamiento multidimensional no métrico) y modelos lineales generalizados (ningún resultado mostrado) utilizando el paquete vegan (Oksanen *et al.*, 2008) para el programa R (RDCT, 2008).

## RESULTADOS

Con base en el número de especies de helechos conocidos en Guatemala según la Flora Mesoamericana, se encontró el 19.3% de las especies, en un área correspondiente al 0.0027% del territorio nacional (área del CBN). Por su número de especies, las familias más importantes fueron Polypodiaceae (18 spp.), Grammitidaceae (Polypodiaceae-Grammitidae, 17 spp.), Pteridaceae (15 spp.), Hymenophyllaceae (14 spp.) y Dryopteridaceae (12 spp.).

Con ayuda del Dr. Robbin C. Moran, botánico experto en helechos de Mesoamérica y editor de la Flora Mesoamericana (Moran & Riba 1995), se confirmó la identidad de tres helechos que corresponden a nuevos registros para el país. En el caso de *Lellingeria phlegmaria* var. *phlegmaria* (J.Sm.) A.R. Sm. et R.C. Moran (J. Jiménez 920, USCG 34495), y de *Serpocaulon sessilifolium* (Desv.) A.R. Sm. (J. Jiménez 926, USCG 34445), el nuevo registro constituye el más septentrional desde Honduras y desde Costa Rica, respectivamente.

*Trichomanes lucens* Sw. (J. Jiménez 1011, USCG 34335) es una especie común hacia el sur de Costa Rica, pero poco conocida hacia el norte, y jamás había sido encontrada en Guatemala.

También se colectaron helechos poco conocidos en las colecciones de herbario por su baja abundancia en todas sus áreas de distribución, como *Micropolypodium basiattenuatum* (Jenman) A.R. Sm. y *Notholaena sulphurea* (Cav.) J. Sm. Fue posible explicar parcialmente (20–77% de la variación) la distribución de 15 especies por su relación con algunas de las VA (altitud, área basal, pendiente y porcentaje de cobertura). La altitud es la variable que presentó correlaciones más importantes con la riqueza de especies y con otras VA

## DISCUSIÓN

La riqueza de especies es comparable a la reportada en Costa Rica por Watkins *et al.* (2006), quienes encontraron 294 especies de helechos y otros grupos afines en un intervalo altitudinal de 2,960 m, también en un paisaje heterogéneo. En el CBN el intervalo altitudinal abarcó 1,300 m. Si se elimina de la comparación la parcela de menor altitud, en Peña del Ángel, el intervalo altitudinal abarca 900 m y 116 especies, lo que equivale a una riqueza de especies similar o mayor a la encontrada en Costa Rica.

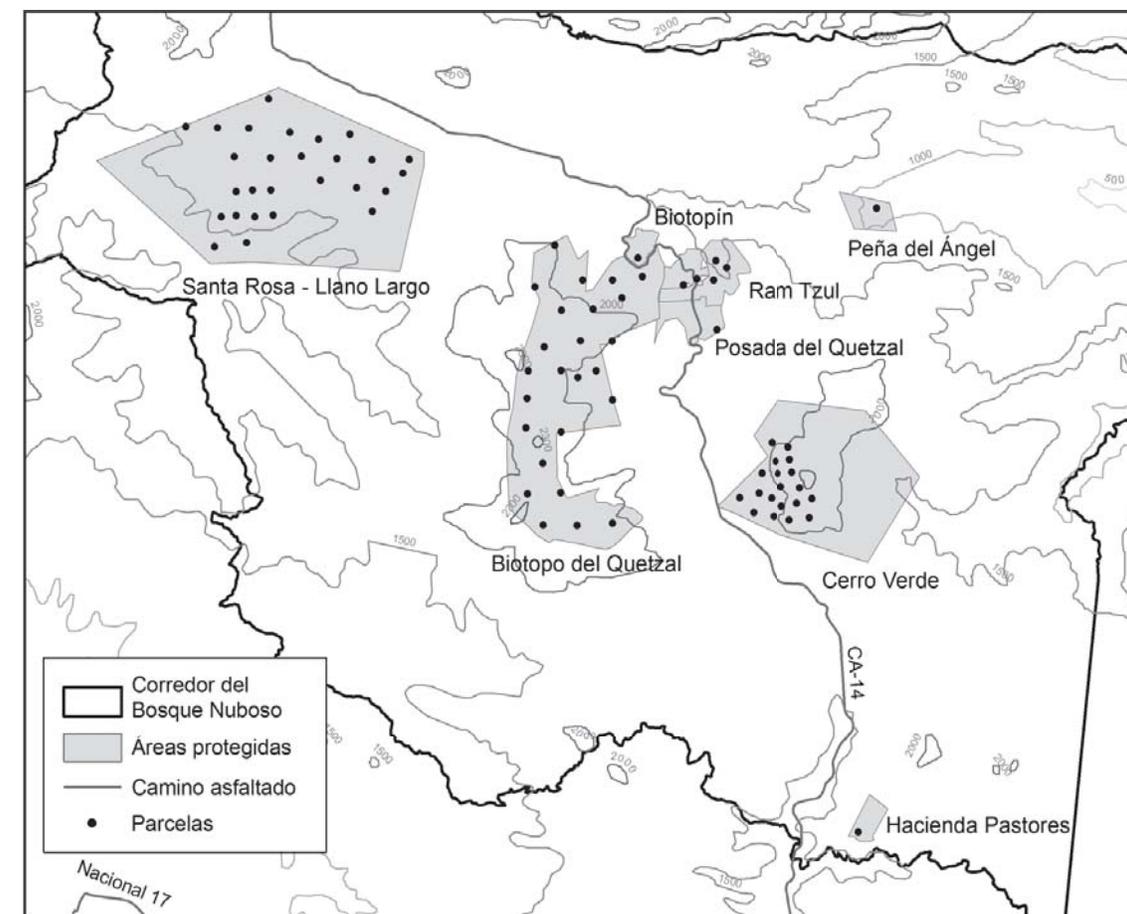


Figura 1. Mapa de la ubicación de las 80 parcelas de muestreo en el Corredor del Bosque Nuboso, Baja Verapaz, Guatemala (Fuente: Jiménez, 2008).

TABLA I

Riqueza observada (número de especies y porcentaje respecto al estimado), riqueza esperada (número estimado de especies) y número de parcelas ubicadas en cada área protegida del Corredor del Bosque Nuboso. Los datos nulos (-) son incalculables por el método, por contarse con una sola parcela. (Fuente: datos experimentales)

Área protegida	Riqueza observada		Riqueza esperada	Número de parcelas
	especies	%	Jacknife 2	
Biotopo del Quetzal	101	109	92	25
Posada del Quetzal	39	76	51	3
Ram Tzul	33	80	41	3
Cerro Verde	60	78	77	19
Santa Rosa - Llano Largo	27	75	36	27
Peña del Ángel	13	-	-	1
Biotopín	36	-	-	1
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>93</b>	<b>138</b>	<b>80</b>

La alta riqueza de especies en esta investigación se podría explicar por varios fenómenos, como la perturbación antropogénica intermedia (Whittaker *et al.*, 2001), u otros asociados a la elevación, como la productividad intermedia, la máxima humedad, y el efecto geométrico del dominio medio, el cual atribuye la alta riqueza al traslape de la distribución de varias especies (Colwell *et al.*, 2004; Cardelús *et al.*, 2006).

Se encontraron ocho especies de helechos arborescentes y subarborescentes, especies características de los bosques nubosos, y referidas como especies amenazadas de extinción (Veliz & Vargas, 2006). Estos helechos, junto a las especies endémicas y los nuevos registros para Guatemala, hacen de esta pequeña porción de territorio una importante zona de conservación de especies de helechos y posiblemente de otros grupos de organismos. Si se comparan con el Biotopo del Quetzal, considerado un ejemplo de bosque nuboso, las otras áreas protegidas presentan algunas especies exclusivas, y comparten solo la minoría de las especies. La alta diversidad se alcanza con la suma de las especies en las diferentes AP.

Es importante resaltar la heterogeneidad de los bosques en el CBN, no se trata de un bosque nuboso homogéneo. Esta heterogeneidad se reflejó en casi todas las variables consideradas en la investigación. El área se divide en dos zonas principales (figura 1): bosque caducifolio ubicado en Santa Rosa - Llano Largo hacia el noroeste y bosque nuboso hacia el centro y suroeste. Otras localidades aisladas exhibieron disimilitud respecto al bosque nuboso típico, como las de Peña del Ángel y Hacienda Pastores.

Se encontró correlación bien establecida entre la altitud, la riqueza de especies, el área basal y el porcentaje de cobertura. Para explicar este resultado, es necesario mencionar que el bosque caducifolio se encontraba en Santa Rosa - Llano Largo, entre 1,400 y 1,650 msnm, y que en relación con el bosque nuboso, presentaba árboles más dispersos, con troncos menos gruesos, menor porcentaje de cobertura (por las hojas que dejaban pasar la luz hasta el suelo del bosque) y menor cantidad de especies de helechos. El Biotopo del Quetzal podría ser el área con más especies de helechos en el CBN, al presentar mayor área y mayor rango altitudinal.

En el bosque nuboso verdadero se encontraron 103 especies de helechos. Un estudio en bosques nubosos de Chiapas también reportó la presencia de 103 especies de helechos (Williams-Linera *et al.*, 2005). La metodología demostró ser suficiente para registrar un alto porcentaje de las especies en este tipo de bosque. En el bosque nuboso, las especies más comunes fueron *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *Serpocaulon loriceum*, *Elaphoglossum peltatum*, *Alsophila salvinii* e *Hymenophyllum crassipetiolatum*. Estas especies se encontraron bajo diferentes valores de las VA, por lo que podrían ser designadas como las especies generalistas y características del bosque nuboso del CBN. Por el número de veces que aparecen en el estudio, las familias más importantes son: Grammitidaceae (Polypodiaceae-Grammitideae, 19%), Hymenophyllaceae (17%), Dryopteridaceae (16%) y Cyatheaceae (15%). Estas pueden ser las familias más representativas del bosque nuboso, lo cual concuerda con investigaciones realizadas en otros bosques nubosos de Meso-

américa (Williams-Linera *et al.*, 2005; Watkins *et al.*, 2006).

Las familias Grammitidaceae e Hymenophyllaceae presentan varios géneros y especies, además de ser comunes. Sin embargo, no logran formar parte de la vegetación dominante del bosque nuboso. Son plantas pequeñas, epífitas que pueblan densamente las ramas y troncos de los árboles, con lo que contribuyen a dar el aspecto propio del bosque nuboso. La familia Cyatheaceae, con tres de sus especies comúnmente distribuidas (*Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *C. valdecrenata* y *Alsophila salvinii*), sí logra formar parte de la vegetación dominante en el sotobosque y en las pequeñas perturbaciones dentro y fuera del bosque, donde forman densas colonias y guamiles.

En los guamiles con diferente grado de desarrollo, muy húmedos, colindando directamente con grandes parches de bosque nuboso, se encontraron los helechos más comunes de familias propias del bosque nuboso, como Cyatheaceae, Grammitidaceae, Thelypteridaceae y Gleicheniaceae. Especies de *Thelypteris* y *Sticherus* se encontraron solamente a orillas de los senderos, a orillas del bosque o en perturbaciones recientes dentro del bosque.

En el bosque nuboso, se observaron algunas parcelas atípicas. En un pinar alto, con un sotobosque herbáceo de cerca de tres metros de alto creciendo sobre una pendiente casi vertical, aparentemente seco, se encontraron algunas especies parecidas a las del bosque caducifolio, como *Adiantum feei*, *Pteridium caudatum*, *Blechnum glandulosum*, *Pityrogramma ebenea* y *Polypodium sub-*

**Melpomene anfractuosa** rodeada de otros helechos (*Hymenophyllum polyanthos*), especies comunes del bosque nuboso en el Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz.



Hoja de *Phlebodium pseudoaureum* (Calahuala) un helecho medicinal del Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz.



**Trichomanes lucens** un helecho que no había sido colectado antes en Guatemala. Un nuevo registro en el Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz.



*petiolatum*. Otra localidad atípica fue un terreno reforestado con pinos, que aunque era muy húmedo, estaba muy expuesto a la luz solar, y posiblemente era tratado mecánica o químicamente para favorecer el crecimiento exclusivo de los pinos. Aquí se encontraron solamente especies de helechos invasivos o que crecen a orillas de los caminos (Moran & Riba, 1995), las cuales son comunes y de amplia distribución, como *Pteridium caudatum*, *Pityrogramma ebenea*, *Phlebodium pseudoaureum* y *Thelypteris tuerckheimii*. En un rodal de cipreses altos, posiblemente un monocultivo creciendo desde hace varias décadas, donde no se encontró un sotobosque denso (posiblemente por la influencia alelopática de las coníferas), las especies de helechos encontradas fueron comunes y de amplia distribución, como *Adiantum feei*, *Nephrolepis pectinata* y *Pityrogramma ebenea*. Estas tres especies de helechos, comunes a las localidades atípicas,

no fueron encontradas en otros lugares del bosque nuboso.

Las reforestaciones con pinos o las plantaciones de estos pueden ser nocivas para la diversidad de helechos y posiblemente de otros taxones propios del bosque nuboso. Con las condiciones climáticas favorables de la zona, la mejor opción para la recuperación del bosque es la regeneración natural, que tomaría relativamente pocas décadas para albergar más especies de helechos y seguramente también de otros taxones propios del bosque nuboso.

En el bosque caducifolio se encontraron 27 especies de helechos. El bosque caducifolio presenta notablemente menos especies que el bosque nuboso, aproximadamente un tercio. Se encontraron solamente tres especies en común con el bosque nuboso: *Niphidium crassifolium*, *Phlebodium pseudoaureum*

y *Pteridium caudatum*. Estas especies son generalistas, y se encontraron en lugares perturbados del bosque nuboso. Las especies más comunes en el bosque caducifolio fueron *Pteridium caudatum*, *Asplenium aethiopicum* y *Phlebodium pseudoaureum*. Por el número de veces que aparecieron, las familias más importantes son Polypodiaceae (62%) y Pteridaceae (16%). Estas pueden ser las familias más representativas del bosque caducifolio, lo que concuerda con su afinidad fitogeográfica con los valles intermontanos semiáridos de Norteamérica (Gómez, 1982).

Las notables correlaciones de la altitud con el área basal y la riqueza de especies indican que mientras más se sube en las montañas del bosque nuboso, se encuentran bosques con árboles más gruesos y antiguos, y más especies de helechos. Esto es fácil de comprender, ya que las partes bajas y medias de las montañas son más propensas a las perturbaciones antropogénicas, como la tala de árboles, los incendios y la influencia de agroquímicos. Las parcelas a menores altitudes coinciden algunas veces con guamiles, los cuales presentan un área basal escasa y pocas especies de helechos.

La presencia de casi todas las especies se correlaciona con la altitud en mayor o menor grado. Esta variable, como se ha observado, se correlaciona con las que expresan las características estructurales del bosque, especialmente el área basal, la cual también puede estar afectada por el efecto de la matriz de

***Marattia excavata* un helecho grande y comestible del Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz.**



usos de la tierra (Arroyo-Rodríguez & Mandujano, 2008; Finegan & Bouroncle, 2008). Se propone entender estas relaciones como una asociación positiva de la riqueza de especies con los bosques maduros y secundarios antiguos bien conservados. También podría interpretarse que las áreas más grandes permiten evitar mejor el efecto del borde en las zonas más internas del área, y considerarse así una guía para el manejo de AP.

Se ha encontrado evidencia de que el área basal de especies de bosque maduro y la riqueza de especies vegetales están relacionadas positivamente con el tamaño del parche de bosque, mientras que el área basal de especies de bosque secundario está relacionada negativamente con este (Arroyo-Rodríguez & Mandujano, 2008). Es más probable que el efecto del borde y de la matriz de usos de la tierra afecte a los parches más pequeños, provocando el incremento en la tasa de mortalidad y daño en árboles grandes, y aumentando la tasa de sustitución de especies de bosque maduro por especies de bosque secundario (Finegan & Bouroncle, 2008). En estos escenarios, las especies de helechos podrían funcionar como indicadores en diferentes estrategias de manejo del paisaje, al estar asociadas a las características de la arquitectura del bosque o al efecto de borde en los parches de bosque.

En el CBN, la estrategia de conservación apoyada en el manejo de áreas protegidas podría rendir buenos resultados conservando las especies de helechos. Las áreas más grandes albergan especies raras propias de los bosques maduros. Por ello, al distribuirse las especies en más de un área protegida del

corredor, posiblemente se mantiene el flujo genético entre las poblaciones. Es importante plantear escenarios realistas que consideren la complejidad del paisaje fragmentado, las necesidades sociales, el cambio climático y las oportunidades de conservación, lo que permitirá implementar mejores estrategias de manejo.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro de Estudios Conservacionistas de la USAC, al proyecto JADE y al Grupo Gestor del Corredor Biológico del Bosque Nuboso, por facilitarme económica e institucionalmente la realización de esta investigación; a Robbin C. Moran, por su apoyo en la identificación taxonómica de los especímenes; al Herbario USCG, por el préstamo de instalaciones y bibliografía para desarrollar la parte taxonómica de este trabajo; a Rosario Rodas y al revisor anónimo de esta revista, por la revisión de este documento y las sugerencias aportadas para hacerlo más entendible.

Fotos de este artículo, por Jorge Jiménez, Herbario USCG, CECON, USAC.



***Serpocaulon sessilifolium* un helecho que no había sido colectado antes en Guatemala. Un nuevo registro en el Corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz.**



## LITERATURA CITADA

- **Arroyo-Rodríguez V. & Mandujano S.** (2008) Efectos de la fragmentación sobre la composición y la estructura de un bosque tropical lluvioso mexicano. pp.179–196 pp. (En Harvey C. A. & Sáenz J. C. eds. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Costa Rica: INBio, 2008. 620 pp.)
- **Cardelús C., Colwell R. & Watkins J.** (2006) Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology* 94: 144–156 pp.
- **Caro M. T. & O’Doherty G. O.** (1999) On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:27–29 pp.
- **Centro de Estudios Conservacionistas, CECON.** (2002) Plan Maestro 2000-2004, Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”. Guatemala: Universidad de San Carlos (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 48 pp.
- **Colwell R. K.** (2006) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- **Colwell R., Rahbek C. & Gotelli N.** (2004) The mid-domain effect and species richness patterns: What have we learned so far? *The American Naturalist* 163(3): 1–23 pp.
- **Finegan B. & Bouroncle C.** (2008) Patrones de fragmentación de los bosques de tierras bajas, su impacto en las comunidades y especies vegetales y propuestas para su mitigación. pp.139–178 pp. (En Harvey C. A. & Sáenz J. C. eds. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Costa Rica: INBio, 2008. 620 pp.)
- **Gómez L.D.** (1982) The origin of the pteridophyte flora of Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 548–556 pp.
- **Hamilton L. S.** (2001) Una campaña por los bosques nublados: ecosistemas únicos y valiosos en peligro. 41–50 pp. (En Kapelle M. & Brown A. D. eds. Bosques Nublados del Neotrópico. Costa Rica: INBio, 2001. 704 pp.)
- **Islebe G. & Véliz M.** (2001) Guatemala. 231–241 pp. (En Kapelle M. & Brown A. D. eds. Bosques Nublados del Neotrópico. Costa Rica: INBio, 2001. 704 pp.)
- **Jiménez J.** (2008) Informe final de Ejercicio Profesional Supervisado. Guatemala: Universidad de San Carlos (Ejercicio Profesional Supervisado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 62 pp.
- **Kindt R. & Coe R.** (2005) Tree diversity analysis: A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. Nairobi: World Agroforestry Centre. 203 pp.
- **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. MAGA.** (2001) Base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Guatemala: MAGA.
- **Moran R. C. & Riba R.** (1995) Vol 1. Psilotaceae a Salviniaceae. 470 pp. (En Davidse G., Sousa M. & Knapp S. eds. Flora Mesoamericana. México: Universidad Autónoma de México, 1995).
- **Oksanen J., Kindt R., Legendre P., O’Hara B., Simpson G. L., Solymos P et al.** (2008) vegan: Community Ecology Package. Versión 1.15-1. Disponible en: <http://vegan.r-forge.r-project.org>.
- **Pryer K. M., Schuettpelz E., Wolf P. G., Schneider H., Smith A. R. & Cranfill R.** (2004) Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany* 91:1582–1598 pp.
- **R Development Core Team, RDCT.** (2008) R: A language and environment for statistical computing. Versión 2.8.1. Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: <http://www.r-project.org>.
- **Stolze R.** (1976) Ferns and fern allies of Guatemala. Part I. Ophioglossaceae through Cyatheaceae. *Fieldiana Botany* 39:1–130 pp.
- **Stolze R.** (1981) Ferns and fern allies of Guatemala. Part II. Polypodiaceae. *Fieldiana Botany* 6:1–522 pp.
- **Stolze R.** (1983) Ferns and fern allies of Guatemala. Part III. Marsileaceae, Salviniaceae and the fern allies. *Fieldiana Botany* 12:1–91 pp.
- **Veliz M. & Vargas J.** (2006) Helechos arborescentes de Guatemala. Guatemala: USAC. 94pp.
- **Wallace D. R.** (1997) Central American landscapes. 72–96 pp. (En Coates A. G. ed. Central America, a natural and cultural history. EE.UU.: Yale University Press, 1997. 294 pp.)
- **Watkins J. E., Cardelús C., Colwell R. K. & Moran R. C.** (2006) Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* 93(1):73–83 pp.
- **Whittaker R. J., Willis K. J. & Field R.** (2001) Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28(4):453–470 pp.
- **Williams-Linera G., Palacios-Ríos M. & Henández-Gómez R.** (2005) Fern richness, tree species surrogacy and fragment complementarity in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 14:119–133 pp.

# LOS BIOTOPOS UNIVERSITARIOS COMO SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT DEL TAPIR CENTROAMERICANO (*TAPIRUS BAIRDII GILL.*) EN GUATEMALA

**Manolo García<sup>1</sup> / Investigador, Raquel Leonardo<sup>2</sup>, Ivonne Gómez<sup>3</sup>,  
Liza García<sup>4</sup> y Fernando Castillo<sup>5</sup>.**

Centro de Datos para la Conservación • Centro de Estudios Conservacionistas • Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Universidad de San Carlos de Guatemala • Avenida Reforma 0-63 zona 10, Guatemala Ciudad.

<sup>1</sup>manelgato@gmail.com <sup>2</sup>raque.leonardo@gmail.com <sup>3</sup>brivonne.gomez@gmail.com

<sup>4</sup>lizaricinus@yahoo.com <sup>5</sup>fjcastillo@gmail.com

**Palabras clave:** tapir, biotopos, hábitat, áreas protegidas.

El tapir (*Tapirus bairdii* Gill.) es el mamífero nativo terrestre de mayor talla en la región centroamericana. Debido a la poca información existente en Guatemala sobre esta especie, se realizó el presente estudio para conocer el estado de conservación actual del tapir en los biotopos universitarios y otras áreas protegidas. Para determinar la presencia de la especie, se realizaron entrevistas a investigadores y se llevaron a cabo talleres con instituciones administradoras de áreas protegidas de Alta Verapaz, Izabal y Petén. La especie está presente en 3 de los 6 biotopos y en 18 de las 30 áreas protegidas dentro de su rango de distribución. Se realizó una clasificación de las áreas protegidas con base en la presencia de la especie, hábitat potencial, extensión y estado de declaración. Del total de áreas, únicamente la Reserva de Biosfera Maya posee la extensión suficiente para conservar una población silvestre viable en el largo plazo. Los biotopos universitarios forman parte de las áreas prioritarias para la conservación del tapir en Guatemala, manteniendo un papel importante en la conservación de la especie; sin embargo, al igual que las otras áreas protegidas, requieren ser fortalecidas en su manejo, para mantener los procesos ecológicos que permitan la supervivencia de la misma.

Abstract: The Baird's tapir (*Tapirus bairdii* Gill.) is the largest native terrestrial mammal of the Central American region. Due to the lack of information of the species in Guatemala, this project was conducted to reveal the current state of conservation of the species in selected protected areas in the country. To determine the current distribution of the species, interviews to researchers were performed and also workshops with institutions that manage protected areas in the departments of Alta Verapaz, Izabal and Petén were carried out. The species occurs in 3 of the 6 *biotopos* and 18 of the other 30 protected areas within its range of distribution. A classification for the protected areas was developed using the species presence, potential habitat, extension and legal status. Nevertheless, only the Mayan Biosphere Reserve has enough extension to conserve a viable wild population in a long term. The *biotopos* are areas with conservation priority for Baird's tapir in Guatemala since they still play an important role in the conservation of the species. However, as other protected areas, it is necessary to strengthen their management, to maintain the ecological processes that allow the survival of the tapir.

## INTRODUCCIÓN

El tapir centroamericano, también conocido como danto, es el mamífero terrestre de mayor talla en el neotrópico y actualmente es el único representante nativo del orden Perissodactyla<sup>1</sup> en la región (Emmons, 1990; Reid, 1997). Estas características le confieren gran importancia a la especie dentro de los ecosistemas de Guatemala.

<sup>1</sup> Orden al que pertenecen también el caballo y el rinoceronte

En algunos lugares, el tapir ha sido considerado como una especie indicadora del estado y salud de diferentes ecosistemas que habita, debido al poco grado de perturbación humana que es capaz de soportar (Zapata & Dyer, 2003). Además, podría ser considerado como una especie "sombrija" o "paraguas" debido a los requerimientos de extensión territorial y condiciones naturales que determinan su presencia, por lo que al conservar su hábitat, también se puede contribuir a la protección de otras espe-

cies de flora y fauna que habitan en esas áreas (Roberge y Angelstam, 2004).

El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP–, creado en el año 1989, está integrado en la actualidad por 241 áreas protegidas con distintas categorías de manejo (CONAP, 2009). Con la creación del SIGAP, se establece a su vez el Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP), conformado por seis biotopos y una reserva natural de usos múltiples. El SUAP cuenta con

una extensión territorial aproximada de 121 558 ha, que representan alrededor del 1,5% del territorio nacional y aproximadamente el 4.5% del SIGAP. El tapir puede ser considerado un indicador de la efectividad de las áreas protegidas en su función de preservar muestras representativas y viables de los ecosistemas del país.

El objetivo de este estudio fue conocer el estado de conservación de la especie en el SIGAP, específicamente en los biotopos universitarios. Esta información puede promover la generación de estrategias que garanticen la supervivencia de la especie en el territorio nacional a través del tiempo.

El estado de conservación fue determinado por medio de una clasificación de las áreas protegidas, basada en la pre-

sencia actual de la especie, extensión del hábitat potencial y grado de presión del hábitat. Con la identificación de las áreas prioritarias para la conservación del tapir, se podrán dirigir los esfuerzos de investigación y acciones de conservación hacia las áreas de mayor importancia para la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio incluyó los Biotopos Protegidos (BP): Cerro Cahuí, San Miguel La Palotada-El Zotz, Naachtún-Dos Lagunas, Laguna del Tigre-Río Escondido y Chocón Machacas, así como otras 29 áreas protegidas de los departamentos de Alta Verapaz, Izabal y Petén, además de la Reserva de Biosfera (RB) Sierra de las Minas, que son los sitios reportados

por Brooks *et al.* (1997) como potenciales para la distribución del tapir en Guatemala. A pesar de estar ubicado dentro del rango de distribución del tapir, el Biotopo para la Conservación del Quetzal Mario Dary Rivera no formó parte del estudio, ya que la especie está localmente extinta.

### Metodología

Se realizó una clasificación de los biotopos y otras áreas protegidas con base en: 1) presencia de la especie, 2) estado de declaración, 3) extensión mínima para mantener una población viable de tapires en el mediano plazo, 4) conectividad de hábitat fuera de las áreas protegidas y 5) disponibilidad de hábitat dentro del área protegida (tabla 1).

**TABLA 1. Clave para evaluar el estado de conservación del tapir en Guatemala**

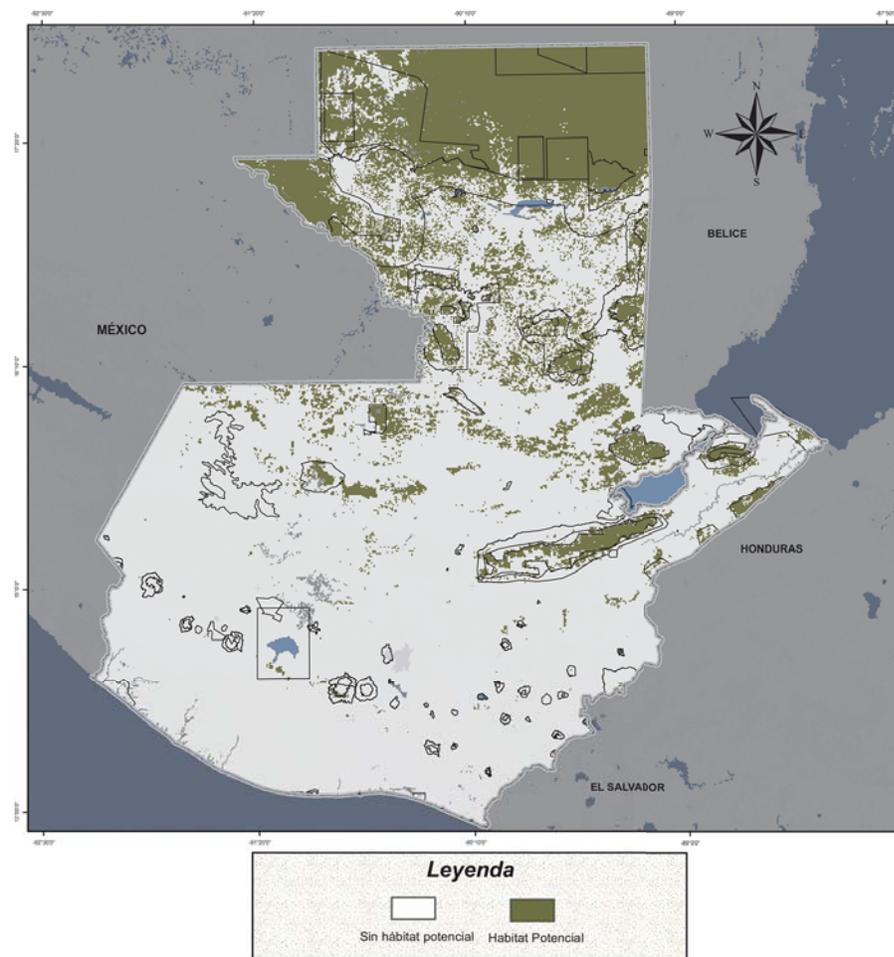
Presencia	Protección	Extensión del área protegida declarada mayor a 826 km <sup>2</sup>	Conectividad	Presión	Código del estado de conservación
Presente	Sí	Sí	Alta	Baja	A1
Presente	Sí	Sí	Alta	Alta	A2
Presente	Sí	Sí	Baja	Alta / Baja	A3
Presente	Sí	No	Alta	Baja	A4
Presente	Sí	No	Alta	Alta	A5
Presente	Sí	No	Baja	Alta / Baja	A6
Presente	En proceso	Sí / No	Alta	Alta / Baja	A7
Presente	En proceso	Sí / No	Baja	Alta / Baja	A8
Poco probable	Sí	Sí / No	Alta / Baja	Alta / Baja	B1
Poco probable	En proceso	Sí / No	Alta / Baja	Alta / Baja	B2
Incierto	Sí / En proceso	Sí / No	Alta / Baja	Alta / Baja	C1

Para determinar la presencia de la especie, se realizaron tres talleres con técnicos y personal de campo de instituciones encargadas del manejo de áreas protegidas en el área de estudio (uno en Guatemala, otro en Izabal y el último en Petén). Con base en la experiencia de los participantes, se determinó la probabilidad de presencia de la especie. Los valores cualitativos asignados para esta variable fueron: presente, poco probable e incierto.

La variable de protección se refiere a si el área posee una categoría de protección asignada por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas o aún se encuentra en proceso de declaratoria. Los valores para esta variable fueron: protegido y en proceso.

Con base en lo reportado por Lizcano *et al.* (2002) para el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), se requiere una extensión mínima de 826 km<sup>2</sup> para mantener una población viable de tapires en el mediano plazo. Los valores asignados fueron: extensión del área protegida mayor o menor a 826 km<sup>2</sup>.

En este estudio, el hábitat potencial fue considerado como las zonas que presentan los tipos de uso de la tierra asociados con la presencia del tapir según registros previos. El hábitat potencial fue determinado por medio de una correlación espacial entre 20 sitios con registros de presencia de tapir entre los años 2000 y 2007, y el mapa de Uso y Cobertura del Suelo a escala 1:50 000 (MAGA, 2006). A partir de los registros, se determinaron los tipos de uso del suelo y la extensión mínima de las áreas con hábitat potencial para el tapir. Extrapolando estos datos para el área de



**GRÁFICO 1. Mapa de hábitat potencial para el tapir en Guatemala**

estudio, se identificaron las áreas con hábitat potencial para la especie (gráfico 1).

Para establecer la conectividad de hábitat, se determinó la cantidad de hábitat potencial en un radio de diez kilómetros alrededor de cada área. Cuando la cantidad de hábitat potencial superó el 80%, se clasificó como alta, y por debajo de este porcentaje, como baja, siendo los valores para esta variable: conectividad alta y conectividad baja.

De forma similar, para la disponibilidad de hábitat se determinó la cantidad de hábitat potencial disponible dentro de cada área protegida. Se utilizaron los valores "disponibilidad alta" y "disponibilidad baja", nuevamente mayor o menor al 80% del total de cada área, respectivamente.

## RESULTADOS

La clasificación de los Biotopos Protegidos y de otras áreas protegidas, con base en la tabla 1, se encuentra descrita debajo en la tabla 2 y en la siguiente página en el gráfico 2.

De las zonas núcleo ubicadas dentro del rango de distribución del tapir, únicamente cuatro poseen la extensión mínima para mantener poblaciones viables de tapir en el mediano plazo: Parque Nacional (PN) Mirador-Río Azul y Reserva de Biosfera (RB) Sierra del Lacandón, ambas con alta conectividad y disponibilidad de hábitat, así como PN Laguna

del Tigre y RB Sierra de las Minas, en las cuales existe una conectividad baja con otras áreas con hábitat potencial.

El resto de áreas protegidas, incluyendo a los biotopos, no presentan por sí mismas la extensión mínima para albergar poblaciones de tapir en el mediano plazo. Los BP Naachtún-Dos Lagunas y San Miguel La Palotada-El Zotz, junto con otras seis áreas, presentan una extensión menor a los 826 km<sup>2</sup>; sin embargo poseen alta conectividad y disponibilidad de hábitat. Otras 9 áreas poseen, además de una

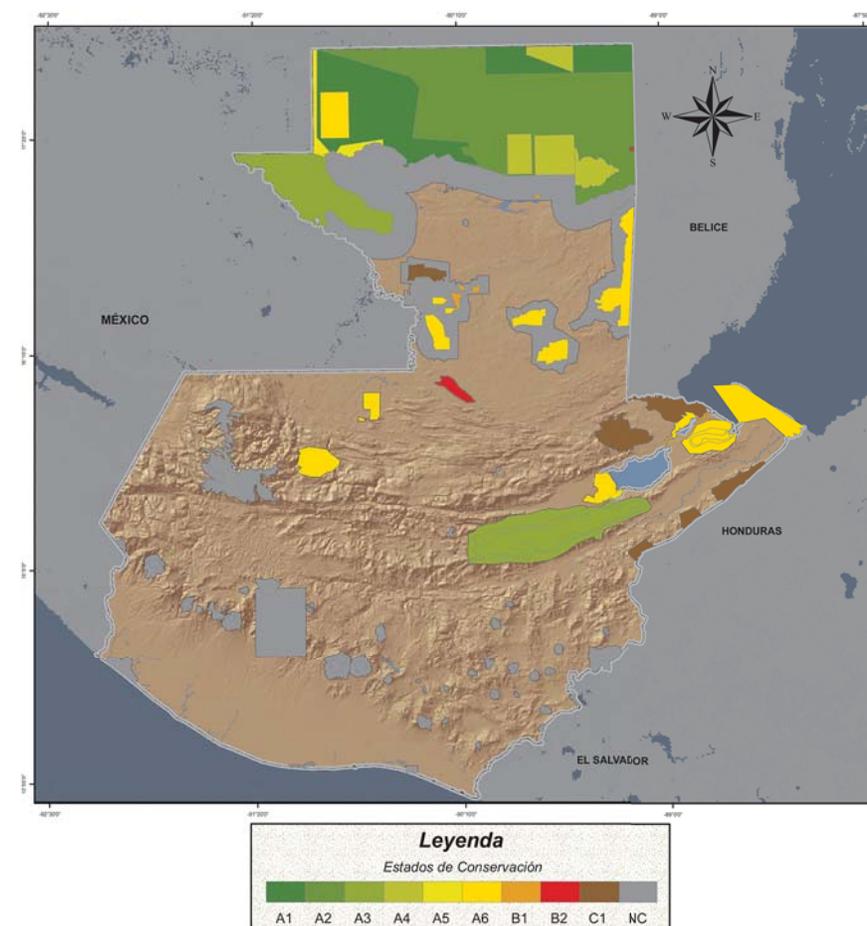
extensión menor a los 826 km<sup>2</sup>, una conectividad baja y poca disponibilidad de hábitat.

La presencia de la especie es muy poco probable en los BP Chocón Machacas y Cerro Cahuí, presentando baja conectividad y disponibilidad de hábitat el primero, y el segundo una alta conectividad y disponibilidad de hábitat. El BP Laguna del Tigre-Río Escondido también presenta una baja conectividad y disponibilidad de hábitat, ocasionadas por el deterioro ocurrido en los últimos años, siendo incierta la presencia de la especie en el área.

**TABLA 2.** Clasificación de áreas protegidas del SIGAP de acuerdo al estado de conservación del tapir

Área protegida	Presencia	Protección	Área > 826 km <sup>2</sup>	Conectividad	Presión	Código
BP Cerro Cahuí	Poco probable	Sí	No	Alta	Baja	B1
BP Chocón Machacas	Poco probable	Sí	No	Baja	Alta	B1
BP Laguna del Tigre-Río Escondido	Sí	Sí	No	Baja	Baja	A6
BP Naachtún-Dos Lagunas	Sí	Sí	No	Alta	Baja	A4
BP San Miguel La Palotada-El Zotz	Sí	Sí	No	Alta	Alta	A5
RPM Cerro San Gil	Sí	Sí	No	Baja	Baja	A6
PN Laguna Lachuá	Sí	Sí	No	Baja	Baja	A4
PN Mirador-Río Azul	Sí	Sí	Sí	Alta	Baja	A1
RB Montañas Mayas-Chiquibul	Sí	Sí	No	Baja	Baja	A6
RVS Punta de Manabique	Sí	Sí	No	Baja	Alta	A6
PN Río Dulce	Poco probable	Sí	No	Baja	Alta	B1
APE Sierra Chinajá	Poco probable	No	-----	Baja	Baja	B2
RB Sierra de las Minas	Sí	Sí	Sí	Baja	Baja	A3
PN Sierra del Lacandón	Sí	Sí	Sí	Baja	Baja	A3
APE Sierra Santa Cruz	Sí	No	-----	Baja	Baja	A8
PN Tikal	Sí	Sí	No	Alta	Baja	A4
PN Yaxhá-Nakúm-Naranjo	Sí	Sí	No	Alta	Baja	A4

**Abreviaturas:** MC: Monumento Cultural; RVS: Refugio de Vida Silvestre; BP: Biotopo Protegido; RPM: Reserva Protectora de Manantiales; APE: Área de Protección Especial; PN: Parque Nacional; RB: Reserva de Biosfera



**GRÁFICO 2.** Biotopos protegidos y otras áreas protegidas dentro del hábitat del tapir, según su estado de conservación.

De las zonas núcleo ubicadas dentro del rango de distribución del tapir, únicamente cuatro poseen la extensión mínima para mantener poblaciones viables de tapir en el mediano plazo: Parque Nacional (PN) Mirador-Río Azul y Reserva de Biosfera (RB) Sierra del Lacandón, ambas con alta conectividad y disponibilidad de hábitat, así como PN Laguna del Tigre y RB Sierra de las Minas, en las cuales existe una conectividad baja con otras áreas con hábitat potencial.

El resto de áreas protegidas, incluyendo a los biotopos, no presentan por sí mis-

mas la extensión mínima para albergar poblaciones de tapir en el mediano plazo. Los BP Naachtún-Dos Lagunas y San Miguel La Palotada-El Zotz, junto con otras seis áreas, presentan una extensión menor a los 826 km<sup>2</sup>; sin embargo poseen alta conectividad y disponibilidad de hábitat. Otras 9 áreas poseen, además de una extensión menor a los 826 km<sup>2</sup>, una conectividad baja y poca disponibilidad de hábitat.

La presencia de la especie es muy poco probable en los BP Chocón Machacas y Cerro Cahuí, presentando baja conec-

tividad y disponibilidad de hábitat el primero, y el segundo una alta conectividad y disponibilidad de hábitat. El BP Laguna del Tigre-Río Escondido también presenta una baja conectividad y disponibilidad de hábitat, ocasionadas por el deterioro ocurrido en los últimos años, siendo incierta la presencia de la especie en el área.

## DISCUSIÓN

En las áreas con extensión mayor a los 826 km<sup>2</sup>, a pesar de que poseen el potencial para mantener poblaciones viables de tapir en el mediano plazo, su viabilidad depende de la integridad y conectividad que se mantenga entre ellas y otras áreas. El área más vulnerable es el PN Laguna del Tigre, debido a una visible ingobernabilidad. Le siguen el PN Sierra de Lacandón y la RB Sierra de las Minas.

En el caso de algunas áreas con extensión menor a 826 km<sup>2</sup>, existen zonas que forman un continuo de hábitat potencial, por su proximidad geográfica, conformando dos bloques de áreas núcleo que pueden ser de gran importancia para la conservación de la especie. El BP Naachtún-Dos Lagunas forma un bloque con el PN Mirador-Río Azul, así mismo el BP San Miguel La Palotada-El Zotz con el PN Tikal y el PN Yaxhá-Nakúm-Naranjo. En estas áreas, debe mantenerse el hábitat existente y la conectividad entre ellas para asegurar la existencia de poblaciones viables en el mediano plazo. Además, son áreas prioritarias para realizar acciones de investigación relacionadas con la biología y ecología de las poblaciones de tapir.

Las áreas legalmente protegidas donde la presencia del tapir es poco probable, como los BP Cerro Cahú y Chocón Machacas, son importantes para la conservación, pues al albergar hábitat potencial del tapir, tienen las condiciones para la existencia de otras especies afines a este tipo de hábitat.

En el caso del BP para la Conservación del Quetzal Mario Dary, es probable que el tapir haya habitado en esta área anteriormente, ya que este presenta un hábitat muy similar al de la RB Sierra de las Minas. La pérdida de conectividad con otras áreas de bosque nuboso y la degradación del hábitat en áreas circundantes pudieron contribuir a la extinción local de esta especie en el área.

En general, los biotopos universitarios han jugado un papel importante en la conservación del hábitat del tapir; sin embargo, el cambio en el uso del suelo y la disponibilidad de territorio para la especie dentro de los mismos pone en riesgo a sus poblaciones, a tal grado que en tres de los seis biotopos que presentan hábitat potencial es muy poco probable la presencia de la

especie en la actualidad. Lo anterior es una llamada de atención, ya que algunas áreas como el BP Laguna del Tigre-Río Escondido y el BP Chocón Machacas son de gran importancia debido a sus humedales, y de acuerdo a información aportada por guardarrrecursos, en ambas áreas existían poblaciones de tapir en el momento de su declaración.

El deterioro del hábitat y las amenazas para la especie dentro de las áreas protegidas son generalizados para todo su rango de distribución, lo cual pone en grave riesgo el futuro de la especie a nivel local en el corto plazo, y a nivel regional en el mediano y largo plazo.

El estado de conservación del hábitat del tapir en los biotopos indica la prioridad que deben tener estas áreas en acciones de conservación y manejo para garantizar, en el caso de los BP del norte de El Petén, la permanencia de las poblaciones de tapir. En relación con el resto de BP, se debe frenar las causas que los deterioran y que ponen en riesgo a los sistemas naturales del país y al bienestar de los guatemaltecos, pues estos sistemas proveen importantes servicios ambientales.

### AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó gracias al financiamiento de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) por medio del Fondo para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (FODECYT), proyecto FD 120-06 "Estado actual de conservación del tapir (*Tapirus bairdii*) en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas". Asimismo, este estudio fue posible gracias a la colaboración de la Unidad de Biotopos del CECON, al Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Aprova-Sank, Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO), Instituto Nacional de Bosques (INAB) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Fundación Mario Dary (FUNDARY) y Wildlife Conservation Society (WCS).



**Bosque inundable en el Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz.**



**Impresión en yeso de huella de tapir en Biotopo Naachtun-Dos Lagunas.**

### LITERATURA CITADA

- **Brooks, D., Bodmer, R., y Matola, S.** (1997). Tapirs, Status survey and conservation action plan. En CBSG (IUCN/SSC) (Eds.). Taller de conservación de la danta centroamericana (*Tapirus bairdii*) - Evaluación de la viabilidad de la población y del hábitat: libro breve. 754 pp.
- **CONAP.** 2009. Listado de Áreas Protegidas. Doc. Internet. Consultado 8/9/2009. <http://conap.gov.gt:7778/conap/areas-protegidas/sigap/listado-areas-protegidas/>
- **Lizcano, D., Pizarro, V., Cavelier, J., y Carmona, J.** (2002). Geographic distribution and population size of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in Colombia. *Journal of Biogeography* 28. 1-9.
- **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-**. (2006). Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala Año 2003.
- **Reid, F.** (1997). A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. EEUU: Oxford University Press. 334 pp.
- **Roberge, J-M. y Angelstam, P.** (2004). Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18(1), 76-85.
- **Zapata, G., y Dyer, J.** (2003). Diseño de una red de áreas protegidas en la Amazonía nororiental ecuatoriana: uso combinado de los sistemas de información geográfica y los análisis de viabilidad poblacionales. *Lyonia*, 5(2), 169-178.

# **ABUNDANCIA Y DENSIDAD DE JAGUARES EN EL BIOTOPO PROTEGIDO DOS LAGUNAS, PARQUE NACIONAL MIRADOR RÍO AZUL, PETÉN, GUATEMALA. ↗**



**José Moreira Ramírez<sup>1</sup> / Investigador, Rony García<sup>1</sup>, Roan Balas McNab<sup>1</sup>, Gabriela Ponce-Santizo<sup>1</sup>, Melvin Mérida<sup>1</sup>, Víctor Méndez<sup>1</sup> Marcial Córdova<sup>1</sup>, Samuel Tun<sup>2</sup>, Tito Caal<sup>2</sup> y Julio Corado<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. Avenida 15 de marzo, casa No. 3, Flores, Petén, Guatemala. E-mail: jmoreira@wcs.org, rgarcia@wcs.org, rmcnab@wcs.org, gponce@wcs.org, mmérida@wcs.org, mcordova@wcs.org.

<sup>2</sup>Organización Manejo y Conservación. Concesión Comunitaria de Uaxactún.

## **RESUMEN**

El jaguar es el felino más grande de América. Además, es de gran importancia para los ecosistemas debido a su papel como depredador. El ámbito del jaguar ha disminuido en un 50% respecto a su distribución histórica y las poblaciones enfrentan amenazas debido, principalmente, a la pérdida de hábitat. Por medio del uso de trampas cámara identificamos 6 individuos: 3 machos y 3 hembras, con un esfuerzo de 525 trampas/noche. Basados en la abundancia estimada por el programa CAPTURE ( $8 \pm 2,22$ ) y dividida entre el área efectiva de muestreo estimada con base al MMDM/2, obtuvimos una densidad de  $11,1 \pm 5,1$  jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>, y una densidad mínima de  $6,05 \pm 2,1$  jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>, basados en el MMDM. La densidad reportada en este estudio demuestra la importancia de esta área protegida para la conservación de la población de jaguares y sus presas a largo plazo, sobre todo porque es la piedra angular de la Selva Maya.

**PALABRAS CLAVE:** jaguar, abundancia, densidad, trampas cámara.

## **ABSTRACT**

The jaguar is the largest felid in America and an important predator for the ecosystems. The range of distribution of the jaguar decreased to less than 50% of its historical distribution. Currently, habitat loss is the main threat for jaguar population. We conducted a camera trap survey identifying 6 individuals: 3 males and 3 females, with a trapping effort of 525 night traps. Based on estimated abundance with CAPTURE ( $8 \pm 2,2$ ) divided by effective sampling area based on MMDM/2, we obtained a density estimation of  $11,1 \pm 5,1$  jaguars per 100 km<sup>2</sup> and a minimum estimation of  $6,05 \pm 2,1$  jaguars per 100 km<sup>2</sup>, based on MMDM. The density reported in this study indicates the importance of this protected area for the long term conservation of jaguars and their preys.

**KEY WORDS:** jaguar, abundance, density, camera trap.

## INTRODUCCIÓN

El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande que habita el continente americano y el único representativo del género *Panthera* en el Nuevo Mundo (Nowell y Jackson 1996). Habita simpátricamente con los pumas (*Puma concolor*) en gran parte de su área de distribución en Norte, Centro y Sudamérica. Actualmente, está clasificado por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza como casi amenazado (Caso *et al.* 2008). Enfrenta serias amenazas debido a la destrucción del hábitat, la persecución directa cuando interactúan con animales domésticos, y la pérdida de presas (Sanderson *et al.* 2002). En Guatemala la Reserva de la Biosfera Maya, junto con áreas protegidas de México y Belice, forman la Selva Maya, el bosque continuo subtropical mejor conservado al norte del Amazonas. La Selva Maya ha sido identificada por el Programa para la Conservación del Jaguar como una Unidad de Conservación del Jaguar Tipo 1 (Marieb 2006). En este estudio utilizamos trampas cáma-

ra para la identificación de jaguares, combinado con modelos de captura-recaptura, para estimar por vez primera la abundancia y densidad de jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas y el Parque Nacional Mirador Río Azul. Además, esta información será de utilidad para contribuir al modelo de calidad de hábitat que WCS-Programa para Guatemala está realizando para la población de jaguares en la Selva Maya.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

En el vértice noreste de la Reserva de Biosfera Maya, en la frontera con México y Belice, se localiza el Parque Nacional Mirador Río Azul (PNMRA). El Biotopo Protegido Dos Lagunas es administrado por el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se ubica en el centro del PNMRA (CONAP y ONCA 2002) (Fig. 1).

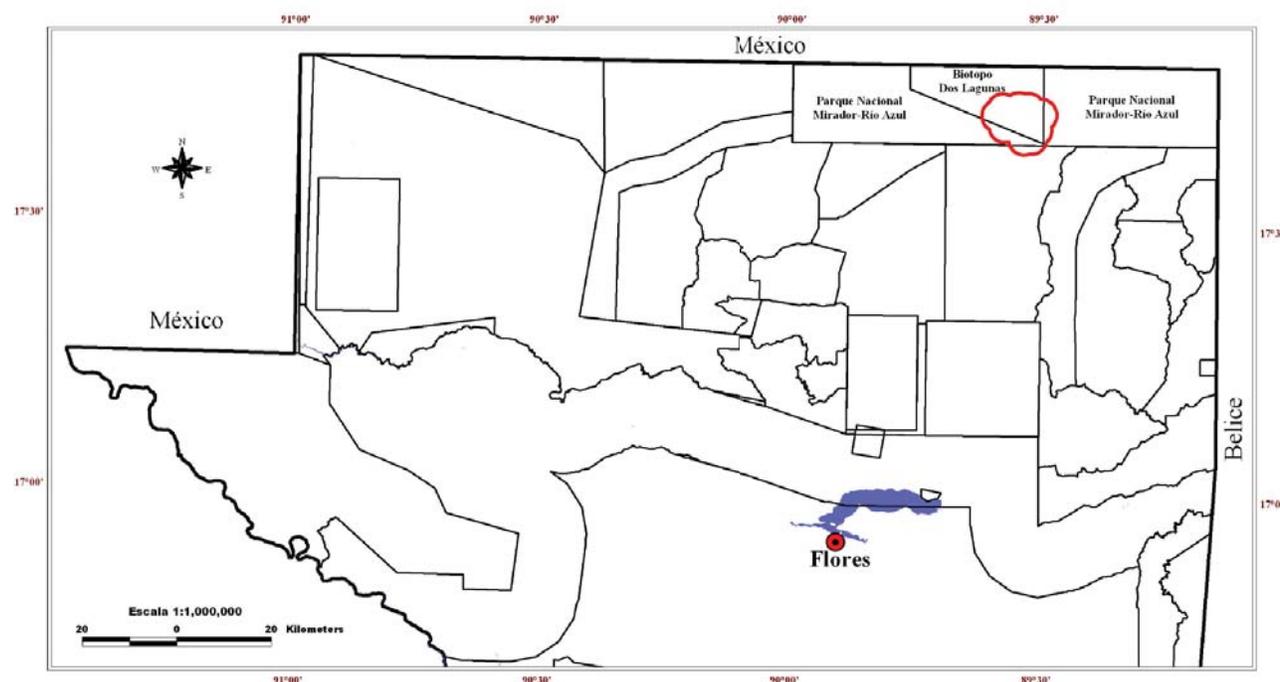


FIGURA 1. Mapa con la ubicación del área efectiva de muestreo en color rojo estimada con base en el MMDM/2, en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul.

El territorio del Biotopo Protegido Dos Lagunas está constituido por Bosque Húmedo Subtropical, según la clasificación de Holdridge (De la Cruz 1982). Schulze y Whitacre (1999) reconocieron 11 tipos de hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya, basados en las variables de ubicación topográfica, pendiente, contenido de barro en el suelo, y contenido de rocas. Estos hábitats pueden ser simplificados en tres categorías: bosque alto, bosque bajo y bosque de transición (Novack 2003). El Biotopo Protegido Dos Lagunas está dominado por bosque alto. La temperatura media anual es de 23,9 °C. La precipitación promedio anual es de 1 324 mm con un promedio de 165 días de lluvia al año. En el área se da una marcada estación seca de diciembre a abril cuando la precipitación media mensual es de 60 mm (Moreira 2009). La altitud se encuentra entre los 150 y los 200 msnm.

### Diseño del Muestreo

Los jaguares son animales elusivos y con hábitos nocturnos, lo que hace difícil estudiarlos a nivel poblacional. Métodos tradicionales usados para estimar densidades de mamíferos mayores (ej. transectos lineales, conteo de huellas) son inapropiados para obtener datos confiables. Por esta razón, utilizamos un método estándar basado en el registro fotográfico de individuos de jaguares obtenido por medio de trampas cámara (Karanth y Nichols 1998). El método para estimar densidades de animales con trampas cámara está basado en modelos tradicionales de captura-recaptura (Karanth y Nichols 1998; Karanth 1995; Otis *et al.* 1978). La información obtenida mediante las fotografías de las trampas cámara es utilizada para desa-

rollar la “historia de captura” de cada individuo. Este método ha sido perfeccionado por Karanth y Nichols (1998) para estimar abundancias de tigres (*Panthera tigris*) en la India.

El estudio lo realizamos del 1 de mayo al 16 de junio del año 2008. Para medir la abundancia de jaguares, utilizamos 25 estaciones de trampeo en un período de muestreo de 46 días. Cada estación de trampeo consistió en dos trampas cámara (Leaf River™ modelo C-1BU con cámara Canon© Sure Shot Owl) situadas a los costados de los caminos o senderos, permitiendo fotografiar los dos flancos de cada individuo. Para cumplir con el supuesto de que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados por las trampas cámara, las estaciones de trampeo se distribuyeron a una distancia máxima de 2.5 km lineales. Esta distancia lineal está basada en el ámbito de hogar mínimo reportado para un jaguar hembra en Belice (Rabinowitz y Nottingham 1986), el cual permite un distanciamiento máximo de 3.6 km (el diámetro de un círculo con superficie de 10 km<sup>2</sup>) entre estaciones de trampeo. Cuando un animal pasa por el área de detección de la trampa cámara, su movimiento y temperatura son detectados por un sensor.

Este sensor activa la cámara y se toma la fotografía. Las trampas cámara fueron programadas para activarse para tomar fotografías por cambios de temperatura y movimiento durante 24 horas con un intervalo de 1 minuto entre fotografías. Cada fotografía imprimió la fecha y hora en que fue tomada. Para evitar problemas mecánicos en las cámaras debido a la humedad, se colocó un techo de lámina sobre cada trampa cámara. Aden-

tro de la caja del sensor, colocamos dos sobres de silica gel desecante SUD-CHEMIE SORB-IT®. Contratamos a 3 técnicos comunitarios de Uaxactún y los ubicamos en el campamento del CECON situado en el centro del área de estudio. La función de los técnicos comunitarios consistió en cuidar las trampas cámara durante los días de muestreo y coleccionar excretas de felinos. Para obtener los rollos de las trampas cámara, las estaciones de trampeo fueron revisadas cada 8 a 10 días. Durante este período de tiempo, se procedió a cambiar los rollos, revisar el nivel de energía de las baterías, y asegurar el buen funcionamiento del sensor y de la cámara. En todas las estaciones de trampeo, colocamos un atrayente olfativo (Obsession de Calvin Klein® para hombre). El atrayente fue rociado en wipe comercial que amarramos a una estaca. Cada estaca fue insertada en el suelo en medio de las dos trampas cámara. Para evitar la rápida diseminación del atrayente, clavamos la mitad de un bote plástico en la parte superior de la estaca, procurando que el wipe quedara protegido de la lluvia.

### Análisis de los datos

Para estimar la abundancia con el programa CAPTURE dividimos el período de trampeo de 46 días en 2, obteniendo 23 sesiones. De esta manera minimizamos las sesiones con capturas igual a cero, aumentando la probabilidad de captura (Otis *et al.* 1978; Salom-Perez *et al.* 2007; Silveira *et al.* 2009). Las historias de captura de cada individuo fueron combinadas en una sola matriz y analizadas con el programa CAPTURE. Basados en las recapturas de los individuos M1 y H3 estimamos el promedio de las distancias máximas recorridas (MMDM)

y la mitad de este promedio (MMDM/2) (Karanth y Nichols 1998).

Dada la corta duración del estudio en relación con el ciclo de vida de los felinos grandes, tenemos la certeza de que el supuesto de muestrear una población cerrada fue cumplido (Karanth y Nichols 1998; Nichols y Karanth 2002). Para estimar la densidad de jaguares en el área de estudio, dividimos la abundancia estimada por el programa CAPTURE entre el área efectiva de trapeo. Para estimar el área efectiva de trapeo, cada estación de trapeo fue amortiguada por un círculo con radio igual al MMDM/2. Debido a que algunos autores sugieren que se sobreestima la densidad estimada de esta manera, también reportamos la densidad basada en MMDM (Lynam *et al.* 2008). Para estimar la abundancia de las especies de aves y mamíferos fotocapturados durante el estudio, se calculó la abundancia relativa de cada

especie. La abundancia relativa de cada especie se obtuvo por medio de las fotos, realizando un filtrado de éstas (una especie no se puede repetir en la misma estación un mismo día) aplicando la fórmula: (# de capturas por especie/esfuerzo de muestreo)\*100 (Moreno 2006).

## RESULTADOS

El estudio lo realizamos del 1 de mayo al 15 de junio del 2008. El esfuerzo total de trapeo fue de 525 trampas/noche. Durante el estudio, colocamos 25 estaciones de trapeo cubriendo un polígono mínimo convexo de 41,09 km<sup>2</sup>. El M1 tuvo una distancia máxima de movimiento de 1,16 km. La hembra H3 se desplazó una distancia máxima de 4,68 km. El área efectiva de muestreo, incluyendo la zona de amortiguamiento para cada estación de trapeo, fue de 132,30 km<sup>2</sup> basados en el MMDM y de 72.10 km<sup>2</sup> basados en el MMDM/2.

## Jaguares

Para el presente estudio, registramos 11 fotocapturas correspondientes a 10 eventos de captura de jaguares e identificamos 6 individuos (3 machos y 3 hembras). El macho M1 fue fotocapturado 2 veces. Los individuos M2, M3, H1 y H2 fueron fotocapturados 1 vez. La hembra H3 fue fotocapturada 4 veces. Basados en la abundancia estimada por el programa CAPTURE (Modelo M(0) 8±2,22) y dividida entre el área efectiva de muestreo estimada en base al MMDM/2, obtuvimos una densidad de 11,1±5,1 jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>, y una densidad de 6,05±2,1 jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>, basados en el MMDM. CAPTURE estimó una probabilidad de captura de 0.0578 y un intervalo de confianza (95%) de 7 a 18. Es importante mencionar que en el área de estudio donde llevamos a cabo esta investigación registramos fotocapturas de pumas (*Puma concolor*), ocelotes (*Leopardus pardalis*), margays (*Leopardus wiedii*), cabro colorado (*Mazama temama*) y cabro bayo (*Mazama pandora*). El cabro bayo es una especie endémica de la Península de Yucatán y solamente ha sido registrada por medio de trampas cámara en La Gloria-El Lechugal y en la parte Este del Parque Nacional Mirador Río Azul durante la Evaluación Ecológica Rápida (Medellín *et al.* 1998; García y Radachowsky 2004; Moreira *et al.* 2007).

### Patrones diarios de actividad

Se determinó el patrón de actividad de los jaguares, con base en las horas registradas en las 11 fotocapturas. De acuerdo a este análisis, se observa un pico de actividad durante el amanecer (4:01-6:00), con una disminución de ac-

tividad durante el día entre las 10:01 y las 14:00.

### Abundancia relativa

Se registraron 14 especies de mamíferos y 5 especies de aves. Las abundancias relativas de las especies se presentan en el cuadro 1. *Meleagris ocellata*, *Leopardus pardalis*, *Didelphis sp.* y *Urocyon cinereoargenteus* son los mamíferos y aves que presentaron las mayores abundancias relativas. Respecto a los felinos, los ocelotes (8) registraron la mayor abundancia relativa, seguidos por los pumas (4,38).

### DISCUSIÓN

La densidad estimada para el área del Biotopo Protegido Dos Lagunas (6,05±2,1 – 11,1±5,1 jaguares por cada 100 km<sup>2</sup>) es mayor a la estimada en el Parque Nacional Tikal, La Gloria-El Lechugal, y el Parque Nacional Mirador Río Azul-Uaxactún (Novack 2003; García *et al.* 2005; Moreira *et al.* 2007). Sin embargo, el diseño de muestreo de Novack (2003) fue diferente al utilizado en este estudio. Novack (2003) separó las estaciones de trapeo por distancias mayores a 3 km en línea recta, por lo que su Polígono Mínimo Convexo fue mayor al del presente estudio. Esta estimación de densidad debe de ser tomada con cautela. Hay varios factores que podrían influir en la estimación de la abundancia de jaguares y otros felinos dentro de la Reserva de la Biosfera Maya. Entre estos factores podemos mencionar la estacionalidad del muestreo (época seca o época lluviosa), disponibilidad de presas, disponibilidad de agua superficial, entre otras. En el presente estudio, se dio un aumento en la tasa de captura de jaguares después del inicio de las

No.	Animal	Eventos de captura	Abundancia Relativa
1	<i>Meleagris ocellata</i>	74	14.10
2	<i>Leopardus pardalis</i>	42	8.00
3	<i>Didelphis sp.</i>	26	4.95
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	27	5.14
5	<i>Puma concolor</i>	23	4.38
6	<i>Leptotila sp.</i>	28	5.33
7	<i>Dasyprocta punctata</i>	21	4.00
8	<i>Crax rubra</i>	11	2.10
9	<i>Crypturellus sp.</i>	8	1.52
10	<i>Nasua narica</i>	8	1.52
11	<i>Agouti paca</i>	8	1.52
12	<i>Mazama americana</i>	5	0.95
13	<i>Mazama pandora</i>	5	0.95
14	<i>Odocoileus virginianus</i>	3	0.57
15	<i>Leopardus wiedii</i>	3	0.57
16	<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0.38
17	<i>Pecari tajacu</i>	2	0.38
18	<i>Momotus momota</i>	1	0.19
19	<i>Penelope purpurascens</i>	1	0.19
20	<i>Sciurus deppei</i>	1	0.19
21	<i>Tinamus major</i>	1	0.19
22	<i>Phyllander oposum</i>	1	0.19

CUADRO 1. Fauna fotocapturada durante el estudio y abundancias relativas

lluvias (19 de mayo). Antes del inicio de las lluvias, solamente obtuvimos un evento de captura del macho M1. Por el contrario, después del inicio de las lluvias obtuvimos 9 eventos de captura, registrando 5 individuos más: 2 machos y 3 hembras. Posiblemente en esta área los depredadores disminuyen sus ámbitos de hogar durante la época seca debido a que las presas se encuentran concentradas en los sitios con disponibilidad de agua, en pozas de arroyos y aguadas. Al comenzar las lluvias, las presas posiblemente se desplazan más, incentivando a los depredadores, como los jaguares, a utilizar los senderos y caminos con más frecuencia en los movimientos de los depredadores como los jaguares, quienes estarían utilizando los senderos y caminos con más frecuencia. En Cana, el movimiento de las presas, en especial de *Tayassu pecari*, podría explicar la baja abundancia de jaguares en el primer muestreo realizado en esta área protegida de Panamá, ya que a finales de la sesión de muestreo, los jabalís no



Fotografía de la H3 fotocapturada en el Biotopo Protegido Dos Lagunas.

estaban en el área de estudio (Moreno 2006). En Venezuela, la actividad de los jaguares fue menor en la época seca, lo cual puede deberse a las altas temperaturas y a que las presas se concentraban alrededor de los cuerpos de agua (Scognamiglio *et al.* 2003).

Dentro del Biotopo Protegido Dos Lagunas, la disponibilidad del agua está restringida durante la época seca, si se compara con la parte central y oeste de la Reserva de la Biosfera Maya, en donde hemos llevado a cabo otros estudios con trampas cámara (García *et al.* 2005; Moreira *et al.* 2008, Ponce-Santizo *et al.* 2008). Otro factor puede ser el tamaño del Polígono Mínimo Convexo. Al tener un área mayor de muestreo, la estimación de las distancias máximas recorridas por los jaguares aumenta, incrementando el área efectiva de muestreo y, por ende, incidiendo en una menor estimación de la densidad (Lynam *et al.* 2008). En el presente estudio, obtuvimos el área mínima de acción de la hembra H3, la cual fue fotocapturada en 4 estaciones de trampeo. Estas estaciones de trampeo se ubicaron en el centro de la red de muestreo, lo que podría sugerir que solamente abarcamos parte del ámbito de hogar de este jaguar hembra. Esto indicaría que para obtener una mejor estimación de la abundancia, es necesario ampliar el área del Polígono Mínimo Convexo. Además, se recomienda utilizar áreas de muestreo mayores a 80 km<sup>2</sup>. Esto permitirá fotocapturar más individuos y obtener suficientes recapturas para utilizar modelos de captura-recaptura y poder estimar con mayor certeza la abundancia de felinos en el área de estudio (Bustamante 2008).

Durante el presente estudio, se registró una mayor actividad de los jaguares entre las 4:01 y las 6:00. Esta información es similar a la reportada para el área de El Burreal, Corredor Biológico Central, en donde los jaguares tuvieron un pico de actividad durante estas mismas horas crepusculares (Ponce-Santizo *et al.* 2008). Los jaguares son primordialmente de hábitos crepusculares y

nocturnos. En Cana, se registró una mayor actividad entre las 17:00 y las 20:00.

Durante el estudio, no se reportó ninguna pérdida de equipo. Consideramos como una buena estrategia vincular a personas comunitarias y guarda-recursos en la realización de estudios con trampas cámara tanto dentro como fuera de áreas protegidas. Los 3 comunitarios contratados y el personal de CECON y CONAP desempeñaron un papel fundamental en el cuidado y protección de las trampas cámara, hablando con personas ajenas al estudio para evitar la pérdida de datos y equipo.

El área del Biotopo Protegido Dos Lagunas juega un papel muy importante no solo para la conservación de la población de jaguares, sino también para otros mamíferos que se encuentran en peligro en la Selva Maya, como el coche de monte (*Pecari tajacu*) y el cabro bayo (*Mazama pandora*). Algunas fotografías muestran presencia de crías, por ejemplo de cabro colorado y pavo ocelado, indicando el alto grado de conservación de esta área protegida.

De acuerdo a las abundancias relativas estimadas, los ocelotes son los felinos más abundantes en el área. Los pavos ocelados se registraron como la especie con la mayor abundancia relativa; sin embargo, consideramos que esta abundancia podría estar sobreestimada, debido a que posiblemente esta especie es atraída por el flash de las trampas-cámara.

Es importante resaltar las abundancias relativas registradas para especies presa de jaguares como: cotuzas (*Dasyprocta punctata*), cabro colorado, cabro bayo, lo cual sugiere una comunidad sana de presas (Novack 2003, Moreno 2006). Además, se debe complementar esta información con estudios de los hábitos alimentarios de los jaguares y otros carnívoros en el área, por medio del análisis de heces. Es necesario conocer las especies que forman parte de la dieta de

los felinos para poder mejorar los planes de conservación y manejo en la Reserva de la Biosfera Maya (Moreno 2006).

Para mantener viable la población de jaguares, es necesario continuar con los esfuerzos de protección y vigilancia en la frontera con México. Además es importante determinar el estado de las presas, la abundancia de jaguares en época lluviosa, evaluar el estado de salud de los animales domésticos dentro de la comunidad de Uaxactún y las interacciones entre animales silvestres y domésticos.

La cooperación entre Organizaciones Gubernamentales y No Gubernamentales es sumamente necesaria para fortalecer y expandir las iniciativas de control y vigilancia en los límites del Parque Nacional Mirador Río Azul, sobre todo durante la época seca.

## AGRADECIMIENTOS

A la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID/GCPII), Global Heritage Fund y a Rainforest Alliance, por el financiamiento para esta investigación. Al Jaguar Conservation Program de la Wildlife Conservation Society, por el soporte financiero y técnico. Agradecemos al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), a la Concesión Comunitaria de Uaxactún (OMYC), al Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) y a la Asociación BALAM por las facilidades brindadas para llevar a cabo este estudio. A The Nature Conservancy por todo el apoyo brindado a WCS-Guatemala. A la Pizzería ROMANO, en especial a Christian Rossell. Agradecemos al Centro de Monitoreo y Evaluación del CONAP por el apoyo técnico para la elaboración de los mapas, en especial a Víctor Hugo Ramos y Nery Solís. Agradecemos grandemente a Merlina Barnes por su amable colaboración en la clasificación y el escaneo de las fotografías.

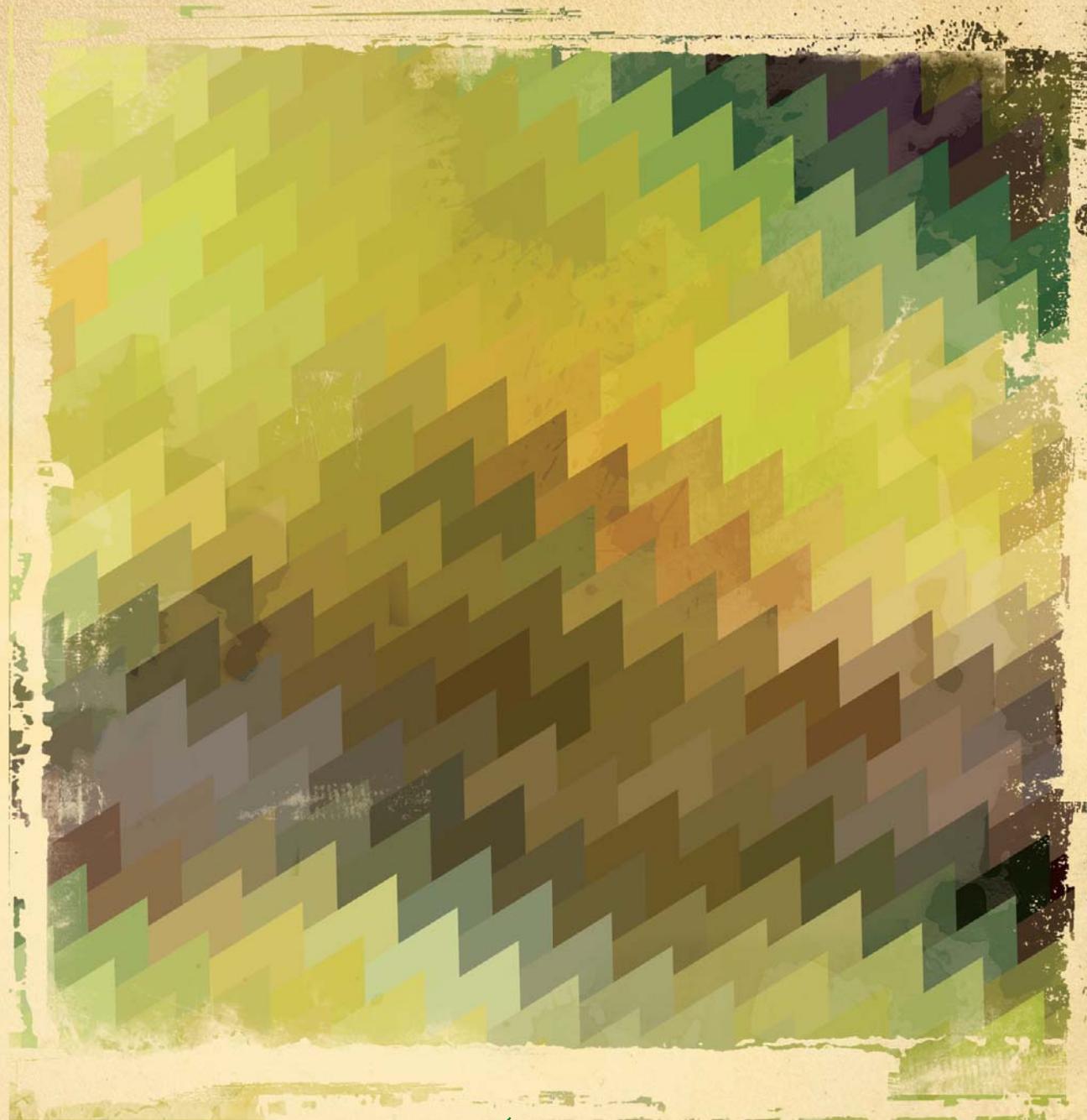


## LITERATURA CITADA

- **Astete S.** 2008. Ecología da onça-pintada nos Parques Nacionais Serra da Capibara e Serra das Confusoes, Piauí. Tesis de maestría, Universidad de Brasilia. 105 pp.
- **Bustamante A.** 2008. Densidad y uso de hábitat por los felinos en la parte sureste del área de amortiguamiento del Parque Nacional Corcovado, Península de Osa, Costa Rica. Maestría. Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Costa Rica. 142 pp.
- **Caso A., Lopez-Gonzalez C. Payan E. Eizirik E. de Oliveira T. Leite-Pitman R. Kelly M. y Valde-rrama C.** 2008. *Panthera onca*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 December 2008.
- **CONAP y ONCA.** 2002. Plan Maestro 2002-2006, Parque Nacional Mirador-Río Azul. 69 pp.
- **De la Cruz, J.** 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala, C.A. 42 pp.
- **García R. y Radachowsky J.** 2004. Evaluación ecológica rápida del Parque Nacional Mirador Río Azul, Petén, Guatemala. Informe interno, Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. 95 pp.

- **García, R. McNab R. Soto J. Radachowsky J. Moreira J Estrada C. Méndez V. Juárez D. Dubón T. Córdova M. Córdova F. Oliva F. Tut J. Tut K. González E. Muñoz E. Morales L. y Flores L.** 2006. Los jaguares del corazón del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala). 12 pp.
- **Karanth K.** 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71: 333-338.
- **Karanth K. y Nichols J.** 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.
- **Kelly M.** 2003. Jaguar monitoring in the Chiquibul forest, Belize. *Caribbean Geography* 13(1): 19-32.
- **Lynam A. Rabinowitz A. Miynt T. Maung M. Latt K. y Htoo S.** 2008. Estimating abundance with sparse data: tigers in northern Myanmar. *The Society of Population Ecology and Springer DOI 10.1007/s10144-008-0093-5*.
- **Maffei L. Cuellar E. y Noss A.** 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology* 262: 295-304.
- **Marieb K.** 2006. Jaguars in the New Millenium Data Set Update: The State of the Jaguars in 2006. A report prepared for Wildlife Conservation Society's Jaguar Conservation Program. 75 pp.
- **Medellín R. Gardner A. y Aranda J.** 1998. The taxonomic status of the Yucatan brown brocket, *Mazama pandora* (Mammalia: Cervidae). In: *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111: 1-14.
- **Moreira J. Balas R. Thornton D. García R. Méndez V. Vanegas A. Ical G. Zepeda E. Senturión S. García I. Cruz J. Asij G. Ponce G. Radachowsky J. y Córdova M.** 2007. Abundancia de jaguares en La Gloria-El Lechugal, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala), Programa para la Conservación del Jaguar. 17 pp.
- **Moreira J. McNab R. García R. Méndez V. Barnes M. Ponce G. Vanegas E. Ical G. Zepeda E. García I. y Córdova M.** 2008. Densidad de jaguares dentro de la concesión comunitaria de Carmelita y de la Asociación Forestal Integral San Andrés Petén, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Informe interno. Wildlife Conservation Society, Programa para Guatemala. Programa para la Conservación del Jaguar. 22 pp.
- **Moreira J.** 2009. Patrones diarios de actividad, composición, tamaño y abundancia relativa de manadas de jabalí *Tayassu pecari* (Link, 1795), en el Parque Nacional Mirador-Río Azul, Petén, Guatemala. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Biología. 70 pp.
- **Moreno, R.** 2000. Atrayentes para los felinos silvestres. *Scientia* 15 (1):115-117.
- **Moreno, R.** 2006. Parámetros poblacionales y aspectos ecológicos de los felinos y sus presas en Cana, Parque Nacional Darién, Panamá. Tesis de maestría. Universidad Nacional, Costa Rica. 136 pp.

- **Nichols J. y Karanth K.** 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of tigers using capture-recapture sampling, in Karanth K. & J. Nichols. 2002. *Monitoring Tigers and their Prey :A Manual for Researchers, Managers and Conservationists in Tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India :1 2 1-1 37.
- **Novack A.** 2003. Impacts of subsistence hunting on the foraging ecology of jaguar and puma in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. Tesis de maestría. Universidad de Florida. EEUU. 38 pp.
- **Novell K. y Jackson P.** 1996. The wild cats: status survey and conservation action plan. International Union for Nature Conservation/Cat Specialist Group, Gland, Switzerland.
- **Otis D. Burnham K. White G. y Anderson D.** 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monograph* 62: 1-135.
- **Ponce-Santizo G. McNab, R. García R. Moreira J. Méndez V. Córdova M. Tut H. Muñoz E. y Xol A.** 2008. Abundancia de jaguares en El Burreal, Corredor Biológico Central: Estimación invierno 2008. Informe Interno WCS-Programa para Guatemala. 30 pp.
- **Rabinowitz A. y Nottingham B.** 1986. Ecology and behavior of jaguar in Belize, Central America. *Journal of Zoology*. (Lond.) 210: 149-159.
- **Rexstad E. y Burnham K.** 1991. User's guide for interactive program CAPTURE: abundance estimation of closed animal populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- **Royle J. Nichols J. Karanth U. y Gopalaswamy A.** 2008. A hierarchical model for estimating density in camera-trap studies. *Journal of Applied Ecology*.
- **Salom-Pérez R. Carrillo E. Sáenz J. y Mora J.** 2007. Critical condition of the jaguar
  - *Panthera onca* in Corcovado National Park, Costa Rica. *Oryx* 41: 51-56.
- **Sanderson E. Redford K. Chetkiewicz C. Medellin R. Rabinowitz A. Robinson J. y Taber A.** 1999. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Conservation Biology* 16(1): 58-72.
- **Schulze M. y Withacre D.** 1999. A classification and ordination of the tree community of Tikal National Park, Petén, Guatemala. *Bull. Flor. Mus. Nat. Hist.* 41(3): 169-297.
- **Scognamillo D. Maxit I Sunquist M. y Polisar J.** 2003. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *J. Zool., Lond.* 259: 269-279.
- **Silveira L., Jácomo A., Astete S., Sollmann R., Torres N., Furtado M. y Marinho-Fihlo J.** 2009. Density of the near threatened jaguar *Panthera onca* in the caatinga of north-eastern Brazil. *Fauna & Flora International, Oryx*, 44(1), 104-109 doi:10.1017/S0030605309990433
- **Wallace, R., H. Gomez, G. Ayala y F. Espinoza.** 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozool. Neotropical* 10: 5-11.



# HEPÁTICAS

Distribución de las Hepáticas Talosas Simples Presentes en Distintos Sustratos y a Diferentes Altitudes en el Sendero "Los Musgos" del Biotopo del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz.

## María Victoria Ríos Gálvez / Auxiliar de Investigación

Herbario USCG • CECON, Facultad de CC. QQ. y Farmacia, USAC,  
Ave. Reforma 0-63 zona 10, Ciudad de Guatemala, 01010, Guatemala, Centroamérica.  
marivriosg@gmail.com

### RESUMEN

Se realizó un estudio acerca de la distribución de hepáticas talosas simples en diferentes sustratos (suelo, plantas vivas, hojas, ramas y troncos de árboles podridos) a diferentes altitudes en el sendero "Los Musgos" del Biotopo del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz. En Guatemala, a la fecha, no se cuenta con ninguna publicación de esta naturaleza por lo que este estudio es una contribución importante para el conocimiento de las hepáticas talosas simples presentes en el Biotopo del Quetzal. La distribución de las hepáticas talosas simples fue analizada con el índice de similitud de Sorensen. Los especímenes identificados pertenecen a seis géneros (*Aneura*, *Metzgeria*, *Pallavicinia*, *Riccardia* y *Symphyogyna*). Los géneros *Riccardia* y *Symphyogyna* poseen las especies de distribución más amplia, con representantes en todos los puntos de muestreo. Las hepáticas talosas simples presentaron un patrón de distribución diferente a lo largo del sendero, el cual responde a factores asociados al gradiente altitudinal y tipo de sustrato que prefieren. Los especímenes presentes en roca, suelo y troncos decorticados son similares, mientras que las especies especialistas son las epifíticas pertenecientes al género *Metzgeria*. Se recomienda realizar una segunda fase del estudio en otros puntos del Biotopo para abarcar un mayor gradiente altitudinal.

Palabras claves: Biotopo del Quetzal, hepáticas talosas simples, distribución, gradiente altitudinal, *Metzgeria*, *Riccardia* y *Symphyogyna*.

### ABSTRACT

Simple taloid hepatics distribution was studied at natural reserve "Biotopo del Quetzal", in the central region of Guatemala (Purulhá, Baja Verapaz). Samplings were carried out at one trail or transect, on different substrate (soil, live plants – leaves and branches, rocks and rotten trunks) and different altitudinal strata. At the time, there has been no publication about hepatics in Guatemala; in that sense the present research represents an important contribution to this matter in the country in general, and to the "Biotopo del Quetzal", in particular. Six genera were identified: *Aneura*, *Metzgeria*, *Pallavicinia*, *Riccardia* and *Symphyogyna*; of whom only two genera (*Riccardia* and *Symphyogyna*) were common to different altitudes along the transect. Species growing on rock, soil and dead wood, were always the same, while the ones growing on leaves (epiphyllous) correspond to *Metzgeria*, a specialist genus. Species distribution was analyzed with the Sorensen's similarity index, revealing a distribution pattern associated with the altitudinal gradient and the substrate preferred by the hepatic. Additional studies are recommended in the "Biotopo del Quetzal", in order to attain a better insight of the composition and the distribution of the simple taloid hepatics along a wider altitudinal gradient.

## INTRODUCCIÓN

Las hepáticas constituyen un grupo de plantas no vasculares que proliferan en regiones neotropicales húmedas. Por su alta sensibilidad a contaminantes en agua y aire, son indicadores potenciales de calidad ambiental (Delgadillo, 1990). Debido a su pequeña altura son un grupo muy poco estudiado y rara vez considerado en trabajos florísticos. Actualmente no existen reportes de ningún estudio de hepáticas en Guatemala.

Las hepáticas desempeñan roles importantes en los ecosistemas: constituyen una gran biomasa, contribuyen al ciclo del carbono, reducen la erosión del suelo y ofrecen vivienda a muchos artrópodos y microorganismos que dependen de los microambientes en las briofitas. Además son de importancia evolutiva ya que se les consideran un grupo primitivo. A pesar del particular papel que desempeñan las hepáticas son muy poco conocidas en Guatemala.

Las áreas protegidas son bancos de biodiversidad y constituyen sitios ideales para la preservación y el estudio de comunidades vegetales no perturbadas o con bajo nivel de intervención. El Biotopo del Quetzal cuenta con todas las características idóneas para el estudio de las hepáticas, debido a que es un bosque nuboso donde se presenta un ecosistema frágil con alto grado de endemismo, y la alta humedad ambiental hace que sea un sitio ideal para la proliferación de hepáticas (Freire, Pérez & Ramírez, 2004).

Con este trabajo se pretende producir el primer listado de hepáticas talosas simples y determinar los patrones de distribución de comunidades en diferentes sustratos y a diferentes rangos altitudinales. Los resultados obtenidos podrían tener implicaciones en el manejo y conservación de la biodiversidad en Guatemala, si se continúa el estudio de especies detectadas como posiblemente endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de individuos se realizó en todos los sustratos: suelo, rocas hojas y troncos de plantas del sotobos-

que, troncos de árboles (a un nivel de 1,5 m del suelo) y troncos caídos, en cada uno de los rangos altitudinales. La altitud de los sitios de muestreo se determinó con un altímetro y la ubicación exacta se determinó usando un navegador GPS.

### Sitios de muestreo

Se seleccionaron 8 puntos de muestreo a intervalos de 100 m. Se empezó en el punto más bajo del sendero a 1,625 msnm (punto 1), 1737 msnm (punto 2), 1820 msnm (punto 3), 1925 msnm (punto 4), 1900 msnm (punto 5), 1800 msnm (punto 6), 1689 msnm (punto 7) y a 1620 (punto 8). En cada punto de muestreo se trabajó una parcela de 20 m a lo largo del sendero y 1,5 m a cada lado del sendero (Freire, Pérez & Ramírez, 2004).

### Técnicas de Colecta

La colecta de hepáticas se llevó a cabo usando cuchillo o navaja para separarlas de los árboles o troncos en que están ancladas. Se acostumbra colectar las hepáticas junto con una porción de su sustrato para tener un récord permanente del mismo. Cuando se trató de hepáticas creciendo en rocas, las plantas fueron separadas de su sustrato.

Los especímenes se colocaron en bolsas de papel kraft de ½ libra, un espécimen por bolsa. En la bolsa se anotó con lápiz: número de campo, altitud, ubicación y tipo de sustrato; si se trató de hepáticas epífitas, la especie de árbol o planta en la que crecen y la altura a la que se encuentran en la planta. También se anotó el nombre del colector, fecha, número de rollo fotográfico, número de fotografía y observaciones en general. Todos los datos se anotaron también en una libreta de campo al llegar a la estación de trabajo (Freire, Pérez & Ramírez, 2004).

### Identificación de los especímenes colectados

La identificación taxonómica de los especímenes colectados se efectuó en el laboratorio usando la clave escrita por Gradstein (2003). Para seguir la clave de identificación, los especímenes se estudiaron con un estereoscopio, el detalle celular se estudio usando un microscopio

óptico. La manipulación de los especímenes requirió la utilización de agujas finas de disección y pinzas. La presencia de gametangios y esporofitos en las colecciones fue indicada por medio de símbolos en las etiquetas de los paquetes a ingresar al herbario.

### Preparación de las muestras para su ingreso al herbario

Los nombres científicos de los especímenes fueron anotados junto con todos los datos de campo en etiquetas que se colocaron en paquetes de herbario hechos con

hojas de papel. Estos paquetes fueron entregados al herbario BIGU de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## RESULTADOS

### Clase Metzgeriopsida (Hepáticas Talosas Simples)

A continuación se presentan los géneros que fueron reportados durante el estudio.

### *Riccardia*

- La mayoría de las especies se caracterizan por estar en bosques lluviosos. Es el género más numeroso reportado hasta el momento para hepáticas talosas simples y fue el que presento mayor dificultad en cuanto a determinación de especie (Gradstein, 2003).
- Se encontró principalmente en rocas húmedas, troncos podridos y en tierra.
- Se caracterizó por el crecimiento de sus talos en forma postrada, dendroide y erecta.
- Es fácil de reconocer por la forma pinnada (o palmeada) de sus ramas.



Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Riccardia sprucei* (Stephani) Meenks & C. De Jong.

### ***Aneura***

- Se encuentra sobre troncos podridos, humus, tierra y rocas.
- Talos de color verde claro a oscuro. Sin vena principal, ni alas. Márgenes ondulados (Gradstein, 2003).
- Cuerpos de aceite de color oscuro.



Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Aneura* sp.

### ***Pallavicinia***

- Encontrada sobre troncos podridos, base de árboles, humus y en cortes de suelo.
- Talos alados.
- Las plantas femeninas son reconocidas por un involucro con forma de copa que envuelve al arquegonio (Gradstein, 2003).



Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Pallavicinia lyellii* (Hook) Gray.

### ***Symphyogyna***

- Se caracteriza por estar en lugares húmedos, sobre troncos podridos y rocas. Puede estar en lugares perturbados siempre y cuando sean húmedos.
- Se reconoce por sus talos postrados o erectos; algunas veces son alados.
- Posee una escama que protege al arquegonio.
- El esporofito está protegido únicamente por una caliptra rígida (Gradstein, 2003).



Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Pallavicinia lyellii* (Hook) Gray.

### ***Metzgeria***

- Crece sobre hojas (único género epifílico reportado en este tipo de sustrato).
- Talos con una estrecha vena central de color verde pálido o amarillo.
- Numerosos pelos alrededor del talo y en la parte central (uno o varios por célula) (Gradstein, 2003).



Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Metzgeria decipiens* (C. Massal.) Schiffner

## Monoclea

- Crece sobre tierra, rocas, troncos podridos, bases de troncos. Algunas veces crecen cerca de agua.
- Talos sin vena central de color verde, postrados y hendidos, de 1-20 cm de largo y 0,5-3 cm de ancho.
- Se reconoce por los numerosos puntos amarillos (cuerpos de aceite) sobre el talo.
- Los anteridios se desarrollan en receptáculos en la superficie del talo, formando una especie de yema (Gradstein, 2003).



Este género fue incluido en los resultados y discusión. Pertenece al grupo de hepáticas talosas complejas.

Fotografía de V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez, Proyecto DIGI “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “los musgos” del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera” Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala”. *Monoclea gottschei* Lindb.

## DISCUSIÓN

### Hepáticas presentes en los puntos de muestreo

Se identificaron especímenes que pertenecen a 6 géneros (*Aneura*, *Metzgeria*, *Monoclea* (hepática talosa compleja), *Pallavicinia*, *Riccardia* y *Symphyogyna*). Las especies de distribución amplia fueron definidas como aquellas que aparecieron en al menos 4 de los 8 puntos de muestreo (Freire, Pérez & Ramírez, 2004). Cinco géneros de los seis colectados se encuentran representados ampliamente en los puntos de muestreo. Los géneros *Riccardia* y *Symphyogyna* poseen las especies de distribución más amplia, con representantes en todos los puntos muestreados, seguidos por *Monoclea* (talosa compleja) como se ve en la tabla 1.

**TABLA 1.** Géneros con las especies más ampliamente distribuidas

Grupo de Hepáticas	Género	No. de especies	No. de puntos
Talosas Simples	<i>Metzgeria</i>	1	5
	<i>Pallavicinia</i>	1	4
	<i>Riccardia</i>	3	8
	<i>Symphyogyna</i>	3	8
Talosa Compleja	<i>Monoclea</i>	1	8

Fuente: datos experimentales (Freire, Pérez & Ramírez, 2004)

El género con mayor número de especies fue *Riccardia*, seguido por *Metzgeria* y *Symphyogyna* (tabla 2). Los géneros con diversidad alta son aquellos bien adaptados a sus microhábitats y a las condiciones que ofrecen los sustratos donde han estado establecidos durante suficiente tiempo como para diversificarse.

**TABLA 2.** Géneros con mayor número de especies

Género	No. de especies
<i>Metzgeria</i>	6
<i>Riccardia</i>	7
<i>Symphyogyna</i>	7

Fuente: datos experimentales (Freire, Pérez & Ramírez, 2004)

Hubo dificultad para identificar las especies que pertenecen al género *Riccardia*. Este género es difícil de determinar ya que la clave taxonómica no es clara en cuanto a ciertos caracteres que describen al espécimen.

### Distribución de las especies en los puntos de muestreo

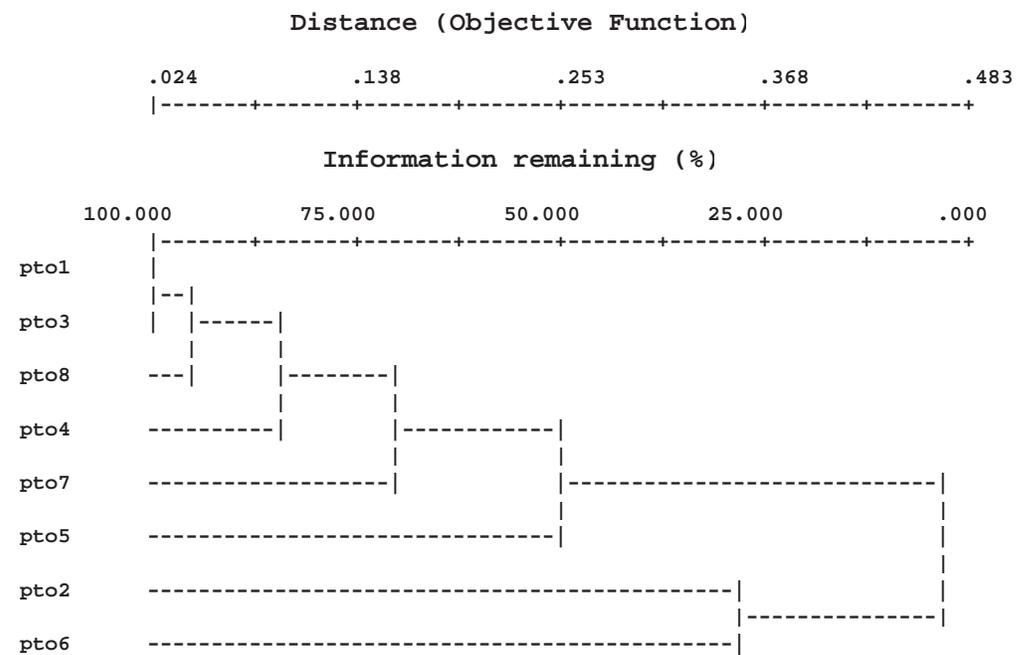
#### Coefficiente de similitud de Sorensen

Al analizar los datos de presencia ausencia de especies por punto de muestreo usando el coeficiente de similitud de Sorensen (Figura 1), observamos que la distribución de las especies difiere entre los puntos de muestreo. Los puntos 1, 3 y 8 fueron agrupados con un alto grado de similitud. Su distribución fue afectada por el tipo de sustrato, ya que en estos tres lugares se encontraron todos los sustratos que se utilizaron para el análisis.

El punto 4 (a 1 925 msnm) se une a los puntos 3 y 8 con un 88% de similitud (figura 1), además de ser el punto más alto, es el más diverso. La posición de dichos puntos del lado oeste del sendero los expone a condiciones climáticas similares (Freire, Pérez & Ramírez, 2004). Este punto se caracterizó por la presencia, en el área de muestreo, de un gran tronco de árbol con corteza que permitió la colonización de un gran número de especies epífitas. (Freire, Pérez & Ramírez, 2004). El punto 5 (a 1 900 msnm) se agrupa con el 7 (a 1 689 msnm) con un 50% de similitud (figura 1). Ambos puntos se caracterizaron por ser predominantemente rocosos y por la abundancia agua debido a la presencia cercana de caídas de agua. Este resultado sugiere que la diferencia de altitud (211 m), no es suficiente para que haya composiciones de especies diferentes, y que son los factores de sustrato y humedad los que tienen un efecto directo sobre la presencia de las especies.

Los puntos 2 y 6 pertenecientes al mismo clado presentaron una altitud similar (1 737 msnm y 1 800 msnm). Además, ambos puntos presentaron un grado de perturbación alto, esto debido a que el punto 2 está localizado en el entronque de los senderos corto y largo, y cerca del punto 6 se encuentra un descansador a la orilla del sendero; por lo que el tráfico de visitantes es frecuente en ambos puntos (Freire, Pérez & Ramírez, 2004). Esto propicia la colonización de especímenes resistentes a la perturbación como los del género *Symphyogyna* siempre y cuando sean húmedos. Por su parte el género *Monoclea* (talosa compleja) es más tolerante a este factor debido a que este grupo de hepáticas se desarrolla con mayor facilidad en áreas que presentan perturbación.

**FIGURA 1.** Análisis de agrupamiento utilizando los índices de similitud de Sorensen con distancias euclidianas relativas.



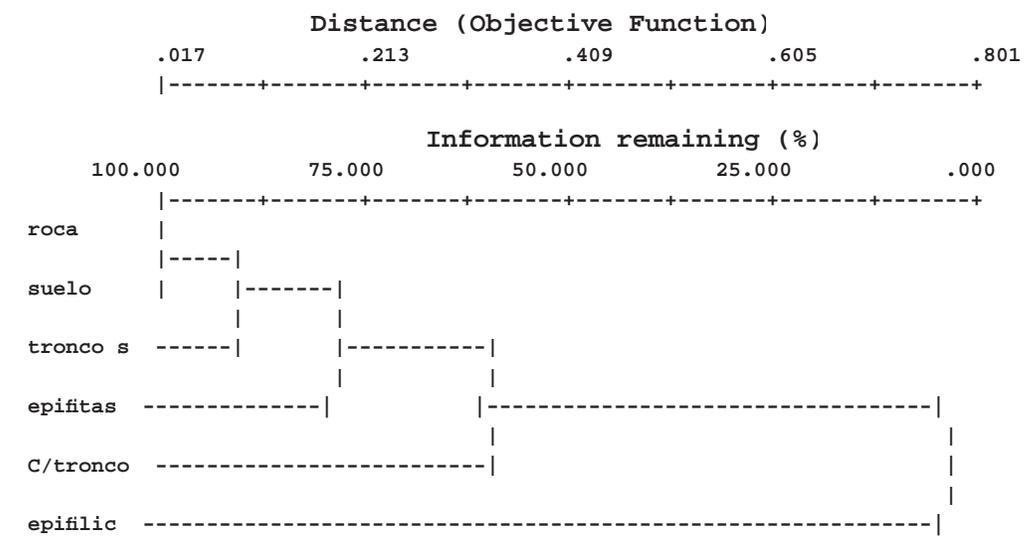
Fuente: datos experimentales

### Distribución de especies por sustrato

Utilizando índice de similitud de Sorensen, se demuestra que las hepáticas talosas simples se distribuyen de diferente manera dependiendo del sustrato (figura 2). Dichas comunidades son similares a las especies observadas en troncos decorticados en un 95%, debido a que estos troncos ofrecen un sustrato similar al ofrecido por las rocas y el suelo. Tanto las rocas como los troncos decorticados tienen superficies lisas y están en el estrato más cercano al suelo. Las especies que colonizan dichos sustratos tienen la capacidad de adherirse a ellos por medio de estructuras especializadas (Freire, Pérez & Ramírez, 2004).

Las especies epifíticas pertenecen al género *Metzgeria*. Este grupo es más especializado ya que necesita estrategias reproductivas rápidas para colonizar eficientemente las hojas de plantas latifoliadas que permanecen poco tiempo unidas a las plantas (Freire, Pérez & Ramírez, 2004). Las hepáticas epifíticas son más específicas a su sustrato que las demás hepáticas.

**FIGURA 2.** Análisis de agrupamiento usando índices de similitud de Sorensen por sustrato.



Fuente: datos experimentales

### AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a la Dra. Virginia Freire y al Lic. Mervin Pérez Pérez, por invitarme a colaborar en este trabajo de investigación y así contribuir al estudio de la diversidad de hepáticas talosas simples en Guatemala. Este trabajo no hubiese sido posible sin el apoyo financiero de la Dirección General de Investigación DIGI de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. También a los Herbarios USCG-CECON y BIGU por su apoyo en la identificación taxonómica de los especímenes.

### LITERATURA CITADA

- Gradstein, S. R&D. Pinheiro da Costa.** 2003. The Hepaticae and Anthoerotae of Brazil. Memoirs of the New York Botanical Garden. Vol. 87. NYBG press, Bronx, New York. 318 pp.
- Delgadillo, C.** 1990. Manual de Briofitas. Segunda Edición. Departamento de Botánica Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.
- V. Freire, M. Pérez & F. Ramírez.** 2004. Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo "los musgos" del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera" Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala. Dirección General de Investigación. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas y Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala.