

HISTORIA NATURAL
de *La* RESERVA de *La* BIOSFERA



TAMAULIPAS, MÉXICO

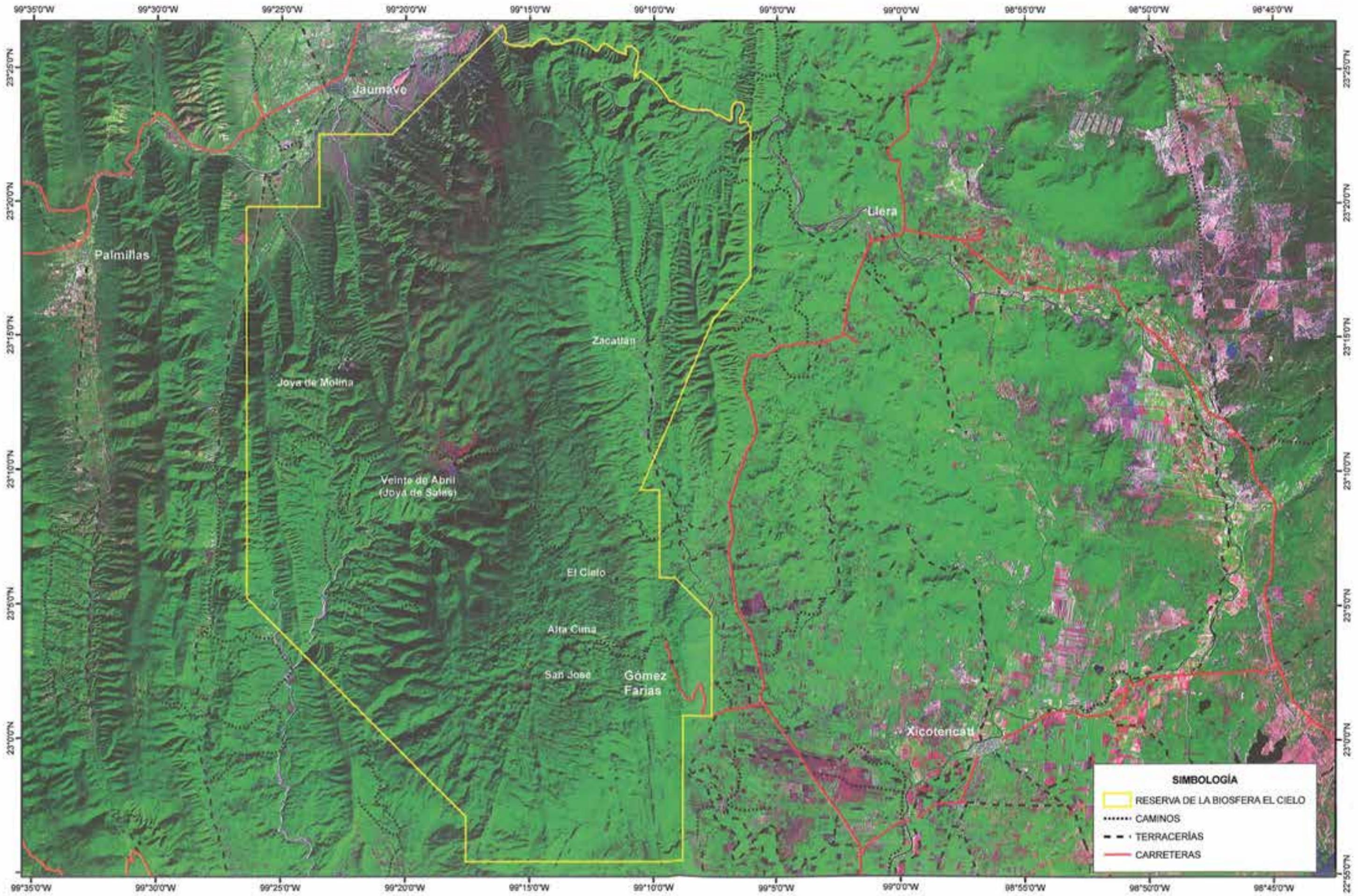


*Gerardo Sánchez-Ramos

*Pedro Reyes-Castillo

*Rodolfo Dirzo

Editores



Fuente del mapa: Antonio Moreno Talamantes / EDOCARMEX / Celedonio Junco de la Vega 4919 / Valle Verde 3er Sector / Monterrey, N.L., México 64339
 Fuente de la imagen: Global Land Cover Facility / <http://www.landcover.org/> Earth Satellite Corporation, 2004. Landsat GeoCover (2000/ETM+) Edition Mosaics; Tile N-14-20 and N-14-25 Sioux Falls, South Dakota: USGS.



DESDE ESTE ESPACIO

hacemos un merecido reconocimiento

a la señora

Laura Alcalá Vargas,

por su esfuerzo, visión y motivación

para el inicio de los estudios

en la Reserva de la Biosfera *El Cielo*.

HISTORIA NATURAL
de la RESERVA de la BIOSFERA

El Cielo

TAMAULIPAS, MÉXICO



Primera edición 2005

D.R. © Universidad Autónoma de Tamaulipas
Matamoros 8 y 9. Zona Centro. C.P. 87110
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

Título:
Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México

Editores:
Gerardo Sánchez-Ramos¹, Pedro Reyes-Castillo² y Rodolfo Dirzo³
¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
²Instituto de Ecología, A.C.
³Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México

Coordinación editorial, diseño de portada, guardas y páginas especiales:

Laura Casamitjana de la Hoz

Edición técnica:

Abdel García García

Revisión de estilo:

**Arturo Mora-Olivo, Héctor Garza Torres, Carlos Zamora Tovar
y Manuel Lara**

Coordinación de producción en Los Ángeles, CA, EUA:

Carolin Stransky

Fotografías portada: fondo, paisaje con nubes, Abdel García García; superior, bosque mesófilo, Jean Louis Lacaille; inferiores: *Magnolia tamaulipana*, Gene Paul, *Arlocarpus trigonus*, Kurt Bergman; bellotas de *Quercus germana*, Abdel García García; *Epidendrum raniferum*, Jean Louis Lacaille; *Leccinum rugosiceps*, Jesús García; *Pimpla caerulea*, Enrique Ruiz; *Streptostyia*, Alfonso Correa, *Boa constrictor*, Pablo Lavín; *Glaucidium sanchezi*, Héctor Garza; *Leopardus wiedii*, Arturo Caso; *Ursus americanus*, Héctor Garza; palmillerito con *Chamaedorea radicalis*, Jorge Jiménez Pérez.

Fotografía lomo: *Echinocactus platyacanthus*, Guadalupe Martínez Ávalos.

Fotografía contraportada: *Pitangus sulphuratus*, Ramón Ali.

Forma sugerida para citar este libro:

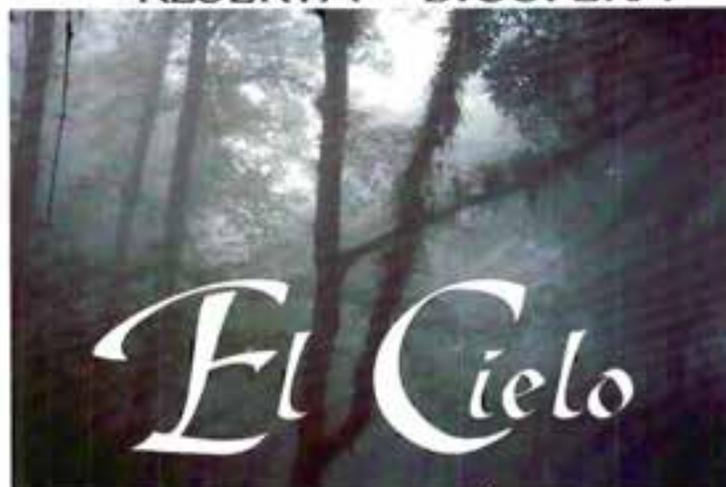
Sánchez-Ramos, G.; P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.) 2005. *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Impreso en Hong Kong. 732 p.p.

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en ninguna forma o por ningún medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación o cualquier sistema que almacene y recupere información, sin un permiso por escrito de los editores.

Impreso en Hong Kong / Printed in Hong Kong

ISBN 968 - 7662 - 67 - 0

HISTORIA NATURAL
de la RESERVA de la BIOSFERA



TAMAULIPAS, MÉXICO

Gerardo Sánchez-Ramos

*Instituto de Ecología y Alimentos
Universidad Autónoma de Tamaulipas*

Pedro Reyes-Castillo

Instituto de Ecología, A.C.

Rodolfo Dirzo

*Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México
Department of Biological Sciences - Stanford University*

Editores

Agradecimientos



A las siguientes instituciones:

Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT); Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACyT); Instituto de Ecología (IEAC), A.C.; Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Universidad de Texas en Brownsville (UTB); Gorga's Foundation y Zoológico y Parque Tamatán, Victoria, Tamaulipas.

En especial, al rector de la Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Lic. Jesús Lavín Santos del Prado, quien creyó en esta obra,
apoyándola en todo momento y haciendo posible su publicación.

A las **presidencias municipales** de Gómez Farías, Llera, Jaumave y Ocampo,
que con su esfuerzo en la conservación han ayudado a preservar esta importante zona,
y han otorgado toda clase de facilidades a los investigadores
de las diferentes instituciones académicas participantes.

A Gonzalo Halffer y Exequiel Ezcurra,
por su notable participación en el prólogo y prefacio de esta edición.

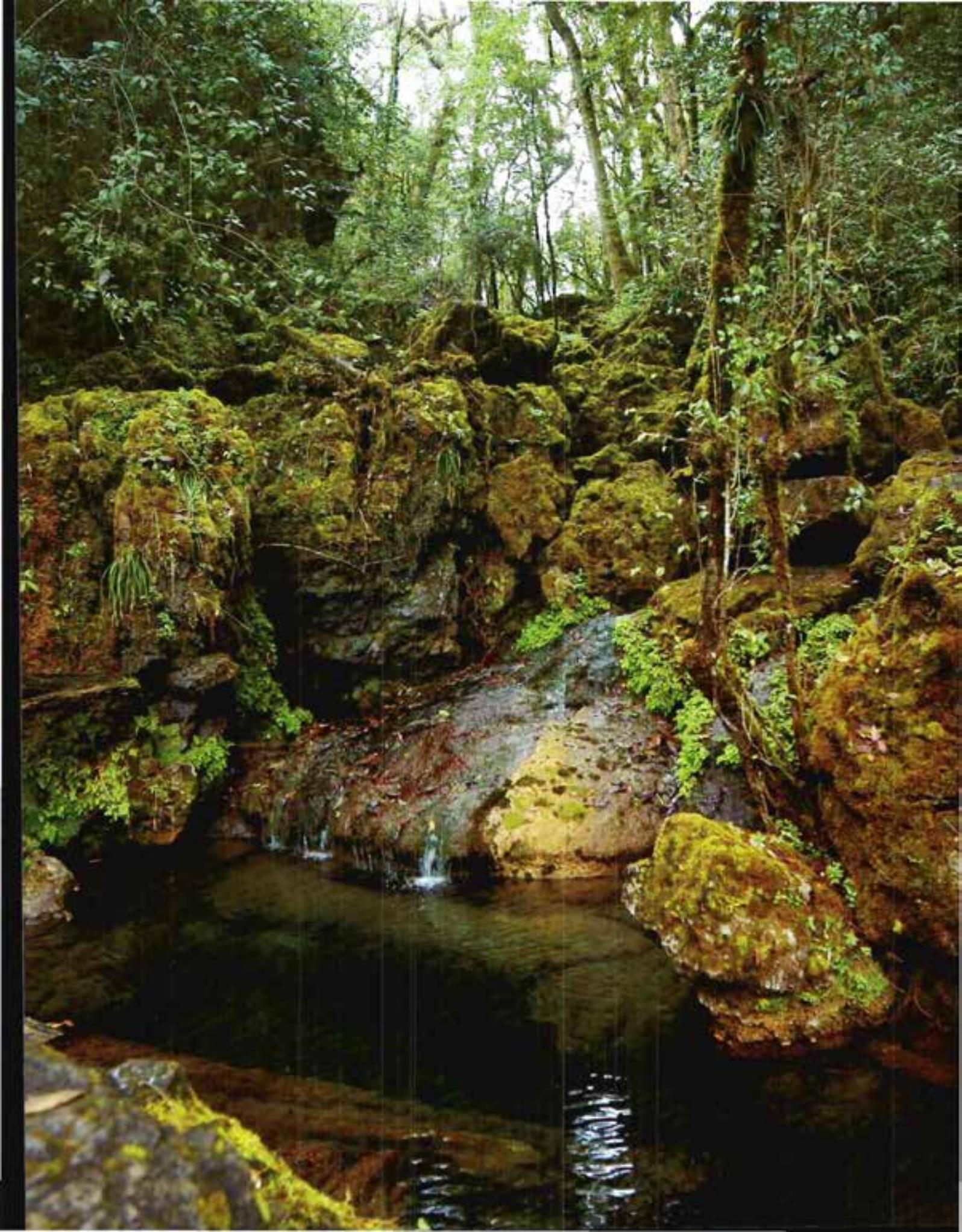
A las siguientes personas:

Juan R. Treviño Higuera, Juan José Butrón, Ma. del Refugio Herrera, Abdel García, Adelina Núñez,
Dorila López, Manuel Lara, Antonio Guerra, Aminta Partida, Arturo Mora, Carlos Zamora,
Griselda Gaona, Héctor A. Garza, Jorge Mora, Virginia Camerino, Rosa Isela Rangel, Jorge Jiménez,
Karina Martínez, Raúl Iván Becerril, María Elizabeth Martínez, Claudia González, Luisa Trejo, Manuel Garza,
Teodoro Medina, Frida Caballero, Ramón López, Martha Berlanga, Pablo Moreno, Laura Casamitjana,
Horacio Sepúlveda, Matilde Lara, Moisés Camacho, Larry Lof, Carolin Stransky, Guillermo Aguilar,
José Ramírez de León, Federico A. Ramírez, Carmen Quiroga, Margarita Santiso
y a todos los autores y coautores, que con entusiasmo participaron para hacer realidad
la publicación de cincuenta años de investigación en la Reserva de la Biosfera *El Cielo*.

A los habitantes de la **Reserva de la Biosfera El Cielo**, por su paciencia,
contribución y esperanza en la conservación de la riqueza biológica de esta zona.

A todos los fotógrafos, cuyas imágenes enriquecen visualmente este libro,
recreando y ofreciendo a los lectores instantes de la belleza de esta zona.

Los editores pedimos una disculpa si hemos omitido a alguna persona o institución que hubiese apoyado de alguna forma esta edición.





F



El rudo soldado español Bernal Díaz del Castillo, quien fue el primer visitante que escribió sus impresiones de México, fue también el primero que notó las fuertes variaciones que, en altitud y vegetación, tenían estas nuevas tierras.

La ruta de la conquista ofrece una sección notable del país; en su ardua y larga lucha de 1519 a 1520, los conquistadores avanzaron desde los cálidos pantanos de Veracruz, subiendo por laderas con vegetación tropical, a las escarpadas áridas de Tlaxcala, y así, a través de hermosos bosques de coníferas, a las estribaciones heladas del Popocatepetl, llegando finalmente, al verde valle de Tenochtitlán, corazón del imperio de Moctezuma.

Ahora, en un viaje de un día en un veloz automóvil, puede volverse a recorrer dicha ruta.

La vegetación ha sido muy alterada, pero los tipos básicos aún subsisten, en vivo contraste como Bernal Díaz los describiera.

La variedad en México de su topografía, clima y vegetación ha dado lugar, naturalmente, a una variada vida animal, permitiendo que la fauna tropical y templada se unan dando insospechadas combinaciones.



Por ejemplo, recuerdo una ocasión en que, sentado sobre el borde de una roca en la sierra de Tamaulipas un claro día de primavera, con una meseta de encino y pastos a mis espaldas y una lozana barranca tropical a mis pies, entre los encinos, un guajolote silvestre gorgoreaba, unas perdices silbaban, una codorniz pinta "zumbaba", y un par de pichichis buscaban el árbol más viejo para anidar en sus hoquedades. Una venada cola blanca se deslizaba por las orillas del fresco matorral inferior buscando su cama.

Abajo, en el "monte", el monótono silbido de las gallinas de monte y el suave arrullo de la paloma morada y de frente blanca hacían eco con el borde de la roca. Un hermoso hocofaisán abanicaba el aire con sus alas, tal vez buscando a su dama, y una zorra gris se deslizaba por entre un claro. ¿En qué otra parte de toda América del Norte se puede observar tal variedad de animales silvestres desde una roca?

Sin embargo, esta gran riqueza animal está disminuyendo tanto en variedad como en abundancia, conforme el paisaje mexicano va siendo destruido con fines económicos. También el exceso de cacería está contribuyendo al empobrecimiento de la fauna, y aunque desde luego algunas de estas mermas son inevitables, no todas pueden considerarse así y por ello, es preciso implantar un vigoroso programa de conservación de la fauna silvestre, que garantice a México la perpetuación de las grandes riquezas naturales con que el país ha sido generosamente dotado y, para lograrlo, el paso a iniciar parece ser la evaluación de los recursos faunísticos del país, así como la difusión de ideas sobre las posibles maneras de conservar y administrar las diversas especies y sus habitats.

A. Starker Leopold

Fauna Silvestre de México. Aves y mamíferos de caza (Wildlife of México, 1959):

*primera edición en español, 1965; segunda edición en español, 1977. México,
Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables / Editorial Pax-México.*



Contenido

XV. MENSAJE

Eugenio J. Hernández Flores

XVII. PRESENTACIÓN

Jesus Lavín Santos del Prado

XXI. Historia Natural de la Reserva de la Biosfera *El Cielo* UN APUNTE A SU CONTRIBUCIÓN

Juan José Butrón Aguilar

XXV. PREFACIO

Exequiel Ezcurra

XXXI. PRÓLOGO

Gonzalo Halffter

I. LA RIQUEZA NATURAL

2. 1. Síntesis histórica de *El Cielo*

Lawrence Lof

24. 2. *El Cielo* In 1948: discovery of a tropical cloud forest

Paul S. Martin

38. 3. Generalidades geográficas

Silvia L. Casas González y Glenda Nelly Requena Lara

51. 4. La fisiografía y la erosión

*Blanca I. Castro Meza, José M. Plácido de la Cruz, Pedro Almaguer Sierra
y Américo Cardona Estrada*

63. 5. Un karst tropical en la Sierra Madre Oriental

Rafael Cámara Artigas y Laura González Rodríguez

67. 6. La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo

Henri Puig

88. 7. La vegetación

Francisco González Medrano

106. 8. La vegetación acuática y semiacuática

Arturo Mora-Olivo y Alejandro Novelo Retana

116. 9. Las áreas naturales y su protección en Tamaulipas

César Cantú, Gerald Wright, J. Michael Scott y Eva Strand

II. LOS PROCESOS ECOLÓGICOS

130. 10. Disturbios y procesos de regeneración natural del bosque mesófilo

Laura Arriaga

147. 11. Relación planta–nodriza de *Ariocarpus trigonus*

Humberto Suzán Azpiri, Guadalupe Malda Barrera y José Guadalupe Martínez Avalos

158. 12. Polinización en el bosque mesófilo

Gregg Dierlinger, Leticia Cabrera R. y José García-Franco

172. 13. Interacción planta-herbívoro

Gerardo Sánchez-Ramos, Rodolfo Dirzo y Francisco Espinosa García

185. 14. Patrones de herbivoría por Lepidoptera en plantas del bosque mesófilo

Gerardo Sánchez-Ramos y Rodolfo Dirzo

III. LAS PLANTAS

194. 15. Las algas rojas dulceacuícolas

Carlos Zamora Tovar y Javier Carmona Jiménez

204. 16. Los musgos

Olga Lidia Vargas Cervantes

209. 17. A preliminary list of pteridophytes from the eastern slope of the Sierra de Guatemala

Lawrence Lof

213. 18. Las gramíneas Poaceae

Jesús Valdés Reyna, Oralia Magaly Galván García y Arturo Mora-Olivo

220. 19. Las cactáceas

José Guadalupe Martínez-Avalos y Erika M. Bernal Cruz

230. 20. Las leguminosas

A. Eduardo Estrada C. y Consuelo Ramos M.

235. 21. Las orquídeas

Jean Louis Lacaille Múzquiz

244. 22. Diversidad florística y endemismos

Luis G. Hernández Sandoval, Jacinto Treviño Carreón, Arturo Mora-Olivo

y Mahinda Martínez y Díaz

260. 23. Dendrocronología en *Pinus montezumae*

David W. Stahle, Wilver Salinas Castillo y Gene Paul

266. 24. Los pinos piñoneros
Gerardo Sánchez-Ramos, José G. Martínez-Avalos y Humberto Suzán Azpiri
273. 25. La palmilla *Chamaedorea radialis*
David L. Gorchov y Bryan A. Endress
280. 26. Ecofisiología de los frutos de *Quercus sartorii* y *Quercus germana*
Leticia Ponce de León García

IV. LOS HONGOS

292. 27. Distribución y hospederos de Xylariaceae, Hymenoascomycetes
Felipe San Martín González y Jack D. Rogers
312. 28. Hyphomycetes saprobios asociados a hojarasca del bosque mesófilo
Gabriela Heredia Abarca
318. 29. Los hongos entomopatógenos
Sergio R. Sánchez-Peña
321. 30. Los hongos macromicetos
Jesús García Jiménez y Ricardo Valenzuela Garza

V. LOS INVERTEBRADOS

340. 31. Los gasterópodos terrestres
Alfonso Correa Sandoval y Rubén Rodríguez Castro
345. 32. Las lombrices de tierra
Carlos Fragoso
354. 33. Collembola
José G. Palacios-Vargas
367. 34. Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados a *Ficus* spp. (Moraceae) en el área de la Reserva de la Biosfera *El Cielo*, Tamaulipas
Luis Cervantes Peredo
389. 35. Coleoptera: Passalidae
Pedro Reyes-Castillo, María Luisa Castillo y Manuel Lara-Villalón
396. 36. Historia natural del pasálido *Heliscus tropicus* (Percheron) en el bosque mesófilo de montaña
María Luisa Castillo y Pedro Reyes-Castillo
405. 37. Los escarabajos copro-necrófagos
Leonardo Delgado y Enrique Montes de Oca

417. 38. Coleoptera: Chrysomelidae
Santiago Niño Maldonado, Edward G. Riley, David G. Furth y Robert W. Jones
426. 39. Coleoptera: Curculionoidea
Robert W. Jones, Santiago Niño Maldonado y Charles W. O'Brien
438. 40. Diptera: *Pantophthalmus roseni* (Enderlein)
*Santiago Niño Maldonado, Pedro Reyes-Castillo, Gerardo Sánchez-Ramos
y J. Rafael Herrera Herrera*
445. 41. Hymenoptera
Enrique Ruiz Cancino y Juana María Coronado Blanco
454. 42. Hymenoptera: Ichneumonidae
*Enrique Ruiz Cancino, Dimitri Kasparyan, Juana María Coronado Blanco
y Sonia Guadalupe Hernández Aguilar*
464. 43. Hymenoptera, Ichneumonidae: Pimplinae
Sonia Guadalupe Hernández Aguilar, Dimitri Kasparyan y Enrique Ruiz Cancino
471. 44. Hymenoptera, Chalcidoidea: Aphelinidae y Eulophidae
Svetlana N. Myartseva y Enrique Ruiz Cancino
475. 45. Hymenoptera: Braconidae
Juana María Coronado Blanco y Enrique Ruiz Cancino
483. 46. La mirmecofauna en árboles de mango
Karla Y. Flores-Maldonado y Héctor González-Hernández
489. 47. Las hormigas indicadoras de disturbio
Sherman A. Phillips, Jr., Gerardo Sánchez-Ramos y Rafael Jusino-Atresino

VI. LOS VERTEBRADOS

498. 48. La herpetofauna
*Pablo A. Lavín Murcio, Xóchitl M. Sampablo Ángel, Oscar M. Hinojosa Falcón,
James R. Dixon y David Lazcano Villarreal*
510. 49. Las aves
Wendy K. Gram, Rafael Brito-Aguilar y John Faaborg
522. 50. Los mamíferos
Vinicio J. Sosa, Arturo Hernández Huerta y Jorge A. Vargas Contreras
538. 51. Técnica de captura y manejo del margay (*Leopardus wiedii*)
en la reserva de la Biosfera *El Cielo*
Arturo Caso, Sasha Carvajal-Villareal, Patricia Downey y Arnulfo Moreno
543. 52. Mammalia: Chiroptera
Jorge A. Vargas Contreras

550. 53. *Peromyscus ochraventer* Baker
Arturo Hernández Huerta

VII. LA DIMENSIÓN HUMANA

556. 54. Ethnobotany

David S. Seigler y Frank Andrew Jones

579. 55. Etnobotánica de los solares

Claudia E. González Romo y Montserrat Gisbert Cruells

591. 56. El manejo agrosilvícola tradicional

Jorge Luis Mora López y Sergio Medellín Morales

604. 57. Las plantas comestibles silvestres

Luis Manuel Pérez Quilantán, Arturo Mora-Olivo y Sergio Medellín Morales

610. 58. Las plantas forrajeras

Arturo Mora-Olivo, Jesús Valdés Reyna y Guillermo Nava Villarreal

619. 59. Los sistemas de producción en la vertiente semiárida

Manuel Garza Castillo, Ramón López de León y Teodoro Medina Martínez

625. 60. Los sistemas agroforestales de la vertiente húmeda

Ramón López de León y Horacio Villalón Mendoza

638. 61. Uso, manejo y propagación de palmilla *Chamaedorea radicalis* Mart.

(Arecaceae) en la Reserva de la Biosfera *El Cielo*, Tamaulipas, México

Luisa Trejo Hernández, Enrique Jurado Ybarra, Horacio Villalón Mendoza,

Manuel de Jesús Aguirre Bortoni y Florencio Briones Encinia

650. 62. El cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes*

Ana Gabriela Zúñiga Medina, José Margarito Herrera Castillo

y Gonzalo Guevara Guerrero

659. 63. Bromatología y rizobiología en leguminosas silvestres

Francisco Rafael de la Garza-Requena y Arturo Mora-Olivo

664. 64. Ecotourism demand and supply

Scott Walker

689. EPÍLOGO

Rodolfo Dirzo



Mensaje



Orgullosamente para los tamaulipecos, la Reserva de la Biosfera El Cielo es el área protegida más grande e importante en el noreste de México. Con una superficie de 144,530 hectáreas, se encuentra ubicada en los municipios de Llera, Jaumave, Gómez Farías y Ocampo. En variados relieves y climas concentra una rica biodiversidad, y genera el agua dulce que alimenta a la Huasteca tamaulipeca.

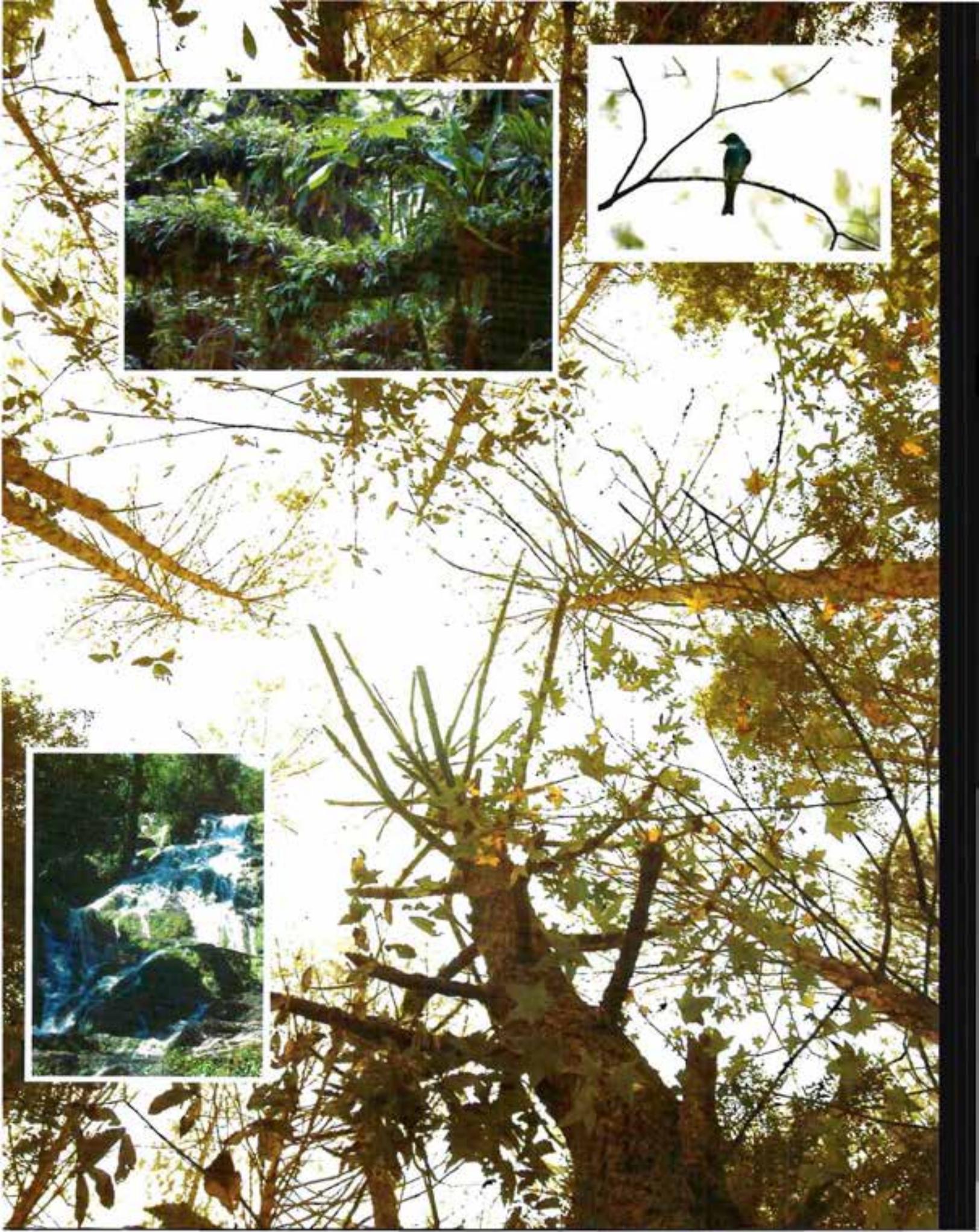
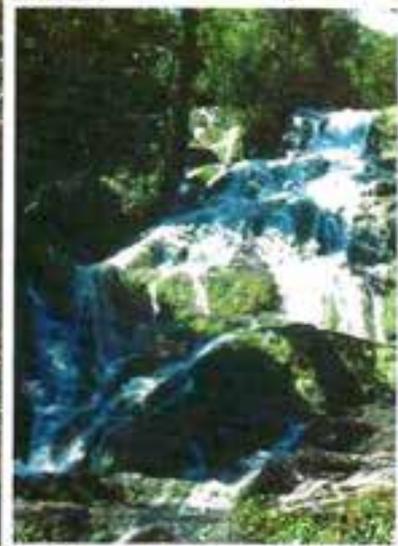
Este gran laboratorio biológico natural ha cobijado desde hace tiempo a científicos mexicanos y extranjeros para llevar a cabo sus investigaciones. Este libro muestra, a la comunidad científica del mundo y a todo aquel amante de la vida, el conocimiento generado a través de cincuenta años en El Cielo, al tiempo que promueve la conservación y el desarrollo sustentable de la región.

Mi compromiso para un buen gobierno es establecer una política clara para el aprovechamiento racional y eficiente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente. Para ello, entre otras, habremos de fortalecer las acciones para la conservación, recuperación y saneamiento de los ecosistemas naturales, para fomentar la conservación de la fauna, y para concertar con los habitantes locales los planes de manejo de las áreas naturales protegidas.

Es responsabilidad de todos — Gobierno, científicos y sociedad civil— comprender la fragilidad de los ecosistemas, valorando y preservando lo que la naturaleza pródigamente nos ha proporcionado, y trabajando al unísono en la protección de la riqueza natural de Tamaulipas. Unamos el conocimiento científico, la voluntad política y el trabajo y sensibilidad de los habitantes y visitantes de El Cielo, en un solo latido, para admirar y conservar sus tesoros para esta generación y las venideras.

Eugenio J. Hernández Flores
Gobernador del Estado de Tamaulipas





Presentación



La Reserva de la Biosfera *El Cielo* se ubica en el estado de Tamaulipas y ocupa más de ciento cuarenta y cuatro mil hectáreas pertenecientes a los municipios de Gómez Farías, Ocampo, Llera y Jaumave.

En esta superficie se manifiesta un gran laboratorio natural, donde se concentran ecosistemas representativos, producto de la conjunción de dos grandes zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical.

En *El Cielo*, la biodiversidad genética ofrece una infinidad de oportunidades para el estudio científico, el turismo ecológico, la educación y los servicios ambientales, así como para un incalculable número de benefactores, muchos de los cuales aún están por descubrirse.



Las condiciones particulares de la reserva permiten la coexistencia de especies únicas en sus porciones tropicales de montaña y zonas áridas y el arribo de diversas aves migratorias de Norteamérica. La presencia de serranías escarpadas favorece la producción de agua, mediante escurrimientos superficiales y subterráneos que alimentan tres ríos importantes. En *El Cielo*, los bosques tropicales y los bosques mesófilos de montaña encuentran su límite septentrional en el hemisferio norte, mientras que los matorrales xerófilos delimitan la distribución sureña de la Provincia Biótica del Desierto Chihuahuense. Los bosques se ven enriquecidos con la abundante presencia de pinos y encinos que contribuyen al mantenimiento de la capa de ozono, por la consecuente producción de oxígeno.

El bosque mesófilo de montaña —o bosque de nubes— fue uno de los detonantes para la creación de la Reserva de la Biosfera *El Cielo*. Este tipo de ecosistema es considerado crítico por su reducida extensión y porque más del veinte por ciento de las plantas y animales

que ahí habitan son especies únicas. En México, los bosques de nubes representan menos del uno por ciento del territorio y en el mundo apenas ocupan medio millón de hectáreas. Por estas razones apremiantes era necesario salvaguardarlo y evitar su deterioro.

La delimitación poligonal incluyó otros ecosistemas representativos de la zona, como bosques tropicales, bosques latifoliados, bosques de coníferas y zonas áridas, para asegurar también su protección a largo plazo y preservar las especies en peligro de extinción.



A la creación de esta reserva, contribuyó el interés del empresario Andrés Marcelo Sada; de su entusiasmo derivó el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), organismo relacionado en la actualidad con entidades académicas y de investigación científica, para contribuir a la conservación de los ecosistemas de nuestro país.

Los primeros estudios de la Reserva de la Biosfera *El Cielo* fueron realizados por científicos nacionales y extranjeros de alto renombre, como el herpetólogo y paleontólogo Paul Martin de los Estados Unidos de Norteamérica, el ecólogo Henri Puig de Francia, los botánicos Francisco González Medrano y Efraim Hernández Xolocotzi (Q.E.P.D.) de México. En este libro encontramos sendos capítulos de los tres primeros.

El Gobierno del Estado de Tamaulipas y el Instituto de Ecología, A.C. iniciaron la actividad científica y la conjunción de esfuerzos. Actores importantes ayudaron a la planeación y creación de *El Cielo*. Destacan la doctora Barbara Wharburton y el maestro en ciencias Larry Lof —del Texas Southmost College—, así como la señora Laura Alcalá —tamaulipeca—, quienes contribuyeron con entusiasmo a validar el alto potencial de la zona, entre tantos otros destacados ecologistas interesados en la región.



La Reserva de la Biósfera *El Cielo* quedó protegida oficialmente el 13 de julio de 1985, mediante un decreto firmado por el doctor Emilio Martínez Manautou (Q.E.P.D.), entonces gobernador de la entidad. El 21 de noviembre de 1985 se firmó un convenio de colaboración entre el Gobierno del Estado de Tamaulipas y la Universidad Autónoma de Tamaulipas, donde esta última fue designada coordinadora de la investigación científica en la reserva.

Un día después, se estableció un convenio de colaboración entre el Instituto de Ecología A.C. y nuestra casa de estudios.

En febrero de 1986, nuestro Instituto de Ecología y Alimentos solicitó el ingreso de la reserva al programa *El Hombre y la Biosfera* (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), siendo aceptada en octubre de 1986, dentro de la red mundial de Reservas de la Biosfera.



Esta reserva ha servido como laboratorio natural para la formación de recursos humanos de alto nivel, donde han participado instituciones científicas: nacionales —Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)—; estatales —Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COTACYT) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)—; e internacionales —Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de Norteamérica (USFWS), Fondo Nacional para la Naturaleza (WWF) y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). De la participación de estos organismos se han derivado becas que han favorecido el estudio de la zona.

La Universidad Autónoma de Tamaulipas ha mantenido desde 1986 una importante presencia en la zona. Nuestra tarea científica se ve hoy reflejada en esta obra que ofrecemos a los estudiosos y amantes de la naturaleza. En estas páginas se reúnen más de cincuenta años de información. Desde las primeras investigaciones realizadas en 1948 por el doctor Paul Martin, hasta los más recientes hallazgos científicos, muchos de ellos publicados en tesis de posgrado nacionales e internacionales. En los sesenta y cuatro capítulos que conforman siete secciones planeadas con esmero, participan más de cien autores. Encontraremos información relacionada con la riqueza natural de la zona, así como la descripción de especies de plantas, animales vertebrados e invertebrados, que coexisten en este sitio privilegiado por la naturaleza. Además, conoceremos estudios sobre los procesos ecológicos, como la interacción planta-insecto y detallados aspectos ecofisiológicos.



Es digno de destacar que este libro no solamente ofrece estudios relacionados con la biodiversidad, sino que plantea investigaciones que favorecen al desarrollo sustentable de los pobladores de la zona, y que apuntan a favor de los objetivos del programa *El Hombre y la Biosfera* de la UNESCO: la creación de una convivencia armoniosa entre el hombre y la naturaleza.

Esta obra, que empezó como el sueño de unos cuantos, es hoy una realidad que muestra la riqueza y el potencial biológico de la reserva. Es una inversión valiosa y una fuente de inspiración para enriquecer las investigaciones realizadas. Es parte importante del Plan Milenio III, donde planteamos el establecimiento de líneas estratégicas para la generación y aplicación innovadora del conocimiento y la investigación, no sólo como trabajo académico, sino como fuente de divulgación que nos aproxime a la sociedad y fortalezca a nuestra casa de estudios en otros ámbitos educativos y científicos.

Es este laboratorio una gran oportunidad para trabajar juntos y crear el nuevo conocimiento. Esperamos contribuir a la formación de técnicos, manejadores de la vida silvestre, investigadores y educadores ambientales, comprometidos con este patrimonio tamaulipeco y de la humanidad entera.

La imaginación será nuestra única limitante para la generación del conocimiento futuro.

Jesús Lavín Santos Del Prado
Rector de la Universidad Autónoma
de Tamaulipas



U Historia Natural de la Reserva de la Biosfera *El Cielo* n apunte a su contribución



La conservación de la biodiversidad es una tarea del conocimiento científico, emanado por los estudiosos de la naturaleza en los diferentes campos de la investigación. *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México* es un libro que presenta —a la comunidad científica y a la sociedad civil en general— la oportunidad de apreciar los avances científicos en materia del conocimiento, conservación y manejo de la biodiversidad. Investigadores de diversas instituciones nacionales y extranjeras nos ofrecen sus aportaciones y experiencia.



Desde que en la década de los años setenta nació el concepto *reserva de la biosfera*, refiriéndose a sitios dinámicos de conservación de la biodiversidad, el programa de la UNESCO *El Hombre y la Biosfera* —MAB, por sus siglas en inglés— mencionó como un objetivo fundamental el desarrollo de la investigación científica dentro del polígono decretado. En sus zonas núcleo —generalmente de incomparable belleza escénica— las reservas contienen los espacios de mayor requerimiento de conservación. Éstos se encuentran rodeados por áreas de amortiguamiento —que garantizan en gran medida su conservación— y por un área de influencia, que parece intentar detener el efecto de borde hacia el interior del área protegida.

Este tipo de reservas pronto se convirtieron en grandes laboratorios naturales, donde científicos y naturalistas han dado a conocer, en gran medida, la riqueza biológica del planeta. Los descubrimientos y hallazgos, producto de los estudios científicos, demandaron la creación de un mayor número de reservas, hasta llegar en la actualidad a más de cuatrocientas, en donde la humanidad guarda recelosa la riqueza natural y las oportunidades de mayor vida para las generaciones presente y futura.

La Reserva de la Biosfera *El Cielo* (RBC) se integró a este esfuerzo mundial en 1986, y esta edición ofrece la información científica generada por más de 100 autores en más de 50 años de investigación. El éxito que las reservas han tenido en México se debe, sin duda, a la llamada *modalidad mexicana de reservas de la biosfera*, creada en 1985 por el doctor Gonzalo Halffter, del Instituto de Ecología, A.C. (IEAC) de Xalapa, Veracruz. Ésta básicamente contempla la participación activa de una institución de investigación y educación superior al frente de las actividades científicas de la reserva; tal es el caso de la Universidad Autónoma de Tamaulipas con la RBC. Afortunadamente, el Dr. Halffter escribe el prólogo de este libro.



Con la creación de la Reserva de la Biosfera *El Cielo*, el Instituto de Ecología y Alimentos (IEAUAT) fue la dependencia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas encargada de dirigir la tarea de la investigación científica. Para ello, en 1985 se firmó un convenio de colaboración IEAC - IEAUAT, que rindió frutos con la colaboración de investigadores de ambas instituciones. Esta sinéresis científica decantó en la participación activa en cursos, publicaciones, estancias y proyectos, incluyendo la publicación del presente libro.



Desde la creación del IEAUAT, gran parte de sus investigadores han realizado tesis, proyectos, cursos, congresos, simposios y reuniones con los pobladores locales. Se han llevado a cabo más de 80 proyectos de investigación, 50 tesis de pregrado y 20 de posgrado. Gran parte de esta información se encuentra plasmada en esta obra.

No es fortuito que el libro de historia natural de la RBC esté hoy publicado. Por casi una década se ha realizado un gran esfuerzo para ello; muchas personas han trabajado y los editores han demostrado paciencia e interés. Adicional a ello, se conjugaron la voluntad política, la confianza y el apoyo del rector de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Lic. Jesús Lavín Santos del Prado, que con la puesta en marcha del Plan Universitario Millenium III, el cual contempla la superación de los niveles de investigación

Prólogo



La Reserva de la Biosfera *El Cielo* es un área protegida con una riqueza biológica excepcional. Un área megadiversa dentro de un país megadiverso. A ello contribuye su abrupta topografía y su situación geográfica, que permiten no sólo una sucesión de pisos altitudinales de vegetación, sino también dos vertientes muy distintas: una expuesta a los húmedos vientos alisios que concentran neblina y lluvia en la vertiente este; la otra, la que da al interior, claramente xérica. Gracias a estas condiciones, en la reserva se suman dos elementos de diversidad. *El Cielo* forma parte de la Zona de Transición Mexicana, y al mismo tiempo es en sí misma una bien definida zona de transición altitudinal, con elementos de afinidad neártica en sus partes más altas y elementos neotropicales en las bajas. De estos elementos neotropicales muchos tienen su límite más septentrional en la reserva y otras sierras del sur de Tamaulipas. Se encuentran, además, muchos elementos evolucionados *in situ* dentro de las cordilleras mexicanas, especialmente en el bosque de neblina, que también presenta la mezcla más notable de elementos neárticos y neotropicales.



Esta excepcional riqueza de especies se refleja en la zonación altitudinal de la vegetación: del bosque tropical subcaducifolio en las partes más bajas, a un bosque montano tropical, bosque de neblina, bosque de pino-encino y bosque de pinos, a medida que ascendemos por la vertiente este. En la vertiente oeste, a medida que descendemos, encontramos bosque de pino piñonero, hasta los diferentes tipos de vegetación xerófila, típicos del altiplano norte. El valle del Jaumave es una extensión del Desierto Chihuahuense

en la sierra Madre de Tamaulipas. Así, su orografía y su situación geográfica le dan a esta reserva un papel de "refugio" de los distintos tipos de vegetación dominantes en el norte de México durante los últimos periodos del Cenozoico y Reciente. Comprende, por lo menos, ocho tipos de vegetación muy distintos.

A la riqueza antes esbozada hay que añadir que esta reserva de la biosfera se encuentra en buen estado de conservación. No es una casualidad, sino el resultado de la atención del Gobierno del Estado de Tamaulipas y del empeño mantenido durante años por los biólogos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, con una cooperación constante del Dr. Pedro Reyes-Castillo y otros investigadores del Instituto de Ecología, A.C., que por largos periodos han trabajado en el área junto con sus colegas de Tamaulipas.



Todo lo antes dicho lleva a que *El Cielo* sea la más importante área de protección de creación estatal que ha sido incorporada al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP), que bajo la coordinación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Gobierno Federal, y con la asesoría del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas, reúne las más importantes y representativas áreas protegidas de México.

La creación de *El Cielo* tuvo como origen un esfuerzo conjunto de conservacionistas e investigadores, que logró la declaración de la reserva por el Estado de Tamaulipas el 13 de julio de 1985 y su incorporación al Sistema Internacional de Reservas de la Biosfera de MAB-UNESCO al año siguiente. En el caso de *El Cielo*, como en algunas otras de las reservas de la biosfera de México, se pensó que la mejor garantía para conocer y proteger la biota era, además de establecer una base legal, asociarla a una institución de investigación. Con esto se lograba un beneficio mutuo. La reserva era objeto de estudios dirigidos hacia el conocimiento de flora y fauna, la situación humana y las posibilidades de desarrollo sustentable.





Como era de esperar, los investigadores no sólo se dedicaron a sus cometidos científicos, sino también ejercieron un papel de supervisión y, cuando fue necesario, de denuncia. Para el centro de investigación, la reserva se convertía en una muy importante motivación que facilitaba la cooperación con investigadores de otras instituciones nacionales y extranjeras. Todo lo anterior se ha cumplido con la asociación Reserva de la Biosfera *El Cielo*–Universidad Autónoma de Tamaulipas, y este libro es un excelente ejemplo de la bondad de esta política.

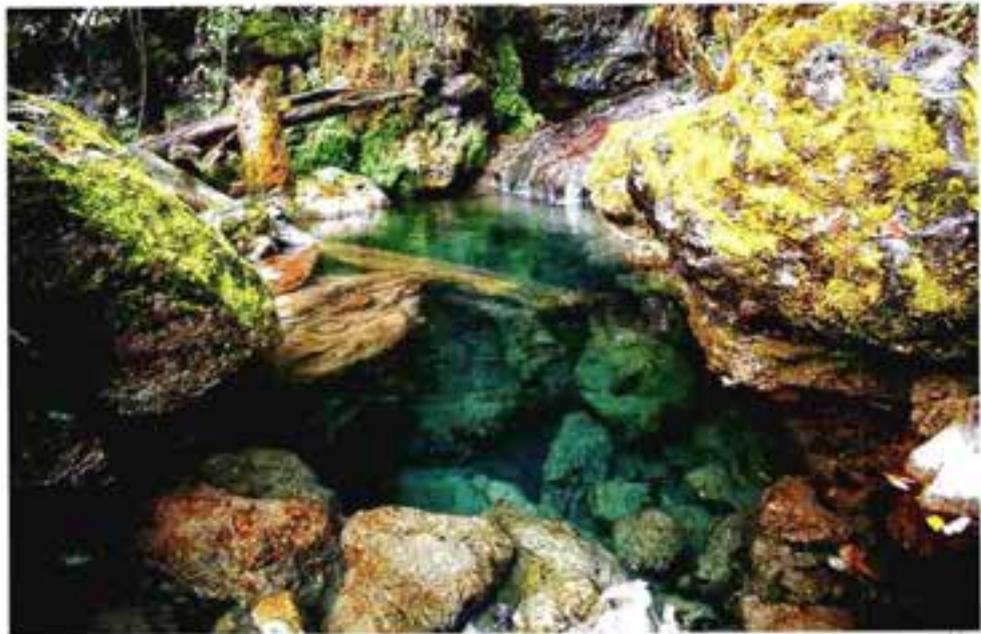
Aunque el lector encontrará información detallada en los distintos capítulos del libro, quisiera presentar algunas cifras que son la mejor evidencia de la riqueza excepcional de *El Cielo*. En 144,530 ha, que se distribuyen desde los 200 hasta los 2,200 m de altitud, la reserva incluye 743 especies de plantas vasculares, 430 especies de aves (255 residentes y 175 migratorias), 99 especies de mamíferos, 60 de reptiles y 21 de anfibios. Es decir, concentra en pocos kilómetros una muy rica sobreposición de las faunas y floras de las regiones Neártica y Neotropical en México, con elementos propios de evolución en la Zona de Transición Mexicana.

Este libro, la más importante síntesis de estudios puntuales sobre *El Cielo* publicada hasta ahora, sigue a varios otros excelentes que estudian en especial al bosque mesófilo de montaña y los bosques tropicales de la región. La casualidad —más bien el interés excepcional del área— hace que su aparición siga en muy poco tiempo a un libro notable por su riqueza gráfica y la calidad de sus textos. Me refiero a *La Gran Provincia Natural Tamaulipeca*, del que son compiladores Patricio Robles Gil, Exequiel Ezcurrea, Eduardo Peters, Eugenia Vallares y Ana Ezcurrea, libro que acaba de ser publicado (2004) por el Gobierno del Estado de Tamaulipas y la Agrupación Sierra Madre. Ambos libros, el referente a la región tamaulipeca y éste, uno más orientado a la difusión y otro a síntesis de trabajos de investigación, se complementan para darnos una información hasta ahora no disponible de la riqueza biológica de Tamaulipas y de su principal reserva.

Hay un texto faltante que completaría la información: la comparación entre las reservas de la biosfera *El Cielo* y *Manantlán*. Ambas tienen una situación biogeográfica semejante, una en la Sierra Madre Oriental, otra en la Occidental. En ambas reservas el relieve y la orientación han permitido

que existan verdaderas zonas de transición altitudinal entre las regiones Neártica y Neotropical, con muchas formas propias. En la comparación deberían utilizarse distintos grupos de organismos. Desde el enfoque conservacionista, ambas reservas, que forman parte del SINANP, tienen asociadas desde su creación activos centros de investigación pertenecientes a universidades importantes. Consideramos que la confrontación de resultados y problemas podría enseñarnos muchas cosas. Ojalá y esta sugerencia no caiga en el vacío.

Gonzalo Halffter



y divulgación científica, atinadamente apoyó la edición que ahora tiene en sus manos.

Estamos conscientes que el camino del conocimiento es largo y paciente. Esta contribución no significa de ninguna manera el conocimiento final de *El Cielo*. Este volumen invita a investigadores y estudiantes a continuar trabajando con gran esfuerzo en el aspecto más fundamental del ser humano: el respeto por la vida a través de su conocimiento.

Juan José Butrón Agullar

Director del Instituto de Ecología y Alimentos
Universidad Autónoma de Tamaulipas





Prefacio



Q

Quizás de lo escarpado del relieve proviene el mítico nombre —*El Cielo*— que reciben los bosques que coronan la Sierra de las Cucharas en Tamaulipas. El ascenso a la sierra es como escalar el firmamento; la pendiente es tan pronunciada que podemos ver literalmente los pisos de vegetación sucediéndose uno sobre el otro: bosque tropical subcaducifolio en la llanura caliente, con palmas, amates y copales, reemplazado por selvas casi siempre verdes en las laderas bajas, con predominancia de ramones u ojites, seguidas por un bosque de niebla —el famoso bosque mesófilo de montaña— con sicomoros, encinos, magnolias y podocarpus, al que sucede, aún más arriba, una densa formación de encinos y pinos, hasta llegar a un frío pinar de altura. En apenas un poco más de dos mil metros de elevación es posible pasar de ecosistemas tropicales a bosques boreales, el mismo tipo de variación que recorrería uno por las planicies de Norteamérica en un largo viaje de tres mil kilómetros, desde la Florida hasta el Canadá.



El paisaje agreste de los valles y montañas tropicales de México es como un papel arrugado. Son estos pliegues, estas arrugas topográficas, las que le dan a México su increíble diversidad natural. Por la heterogeneidad del paisaje y por lo aislado de cada isla de montaña, los bosques de la Sierra Madre de Tamaulipas son inmensos reservorios de riqueza biológica, los sitios donde sobreviven algunas de las especies más valiosas del país.

Pero la Reserva de *El Cielo* tiene también una ubicación geográfica única y privilegiada. A través del Golfo de México llegan a la costa mexicana los vientos del oriente, los legendarios alisios que traían a las naves españolas viento en popa hasta Veracruz. Al llegar a la sierra tamaulipeca, las masas

de aire cargadas de vapor del océano tropical se elevan, se enfrían con la altura, y depositan su humedad —más de 2,000 mm al año— en forma de niebla y lluvia sobre las laderas de la Sierra Madre, formando las masas boscosas de la ladera oriental de *El Cielo* y de otros bosques de niebla mexicanos.



Al otro lado de la sierra los vientos descienden secos. Los alisios disipan su humedad durante el ascenso de la sierra, y bajan calientes y áridos hacia el valle de Jaumave, creando así una sorprendente extensión del Desierto Chihuahuense en la Sierra Madre de Tamaulipas. Del lado oeste de *El Cielo* no hay bosques de niebla; los pinares ceden su lugar a bosques secos y ralos de pino piñonero, que más abajo son desplazados por un matorral de magueyes y sotoles, para finalmente dar cabida a un desierto arbustivo y árido, rico en cactáceas, en la parte más baja del valle.

Así, la región de *El Cielo* cobija selvas secas deciduas, bosques de niebla, encinares, pinares altos, bosque abierto de piñoneros, magueyales y desierto. En un diámetro de menos de cien kilómetros, la región alberga más regiones bióticas y climáticas que todo el estado de Texas. En el medio, como separando las selvas y el desierto, se alza la Reserva de la Biosfera de *El Cielo* como un verdadero santuario, un lugar sagrado para los conservacionistas, un verdadero centro de peregrinaje para todo aquel interesado en la naturaleza.



Toda la sierra está formada por calizas del Cretácico, un periodo que transcurrió hace 144–65 millones de años. Buena parte del continente actual se encontraba bajo el mar, donde millones y millones de microscópicos corales, foraminíferos, cianobacterias y diatomeas capturaban dióxido de carbono atmosférico, para combinarlo con el calcio disuelto en el agua, y moldear así sus conchas protectoras de carbonato de calcio. La acumulación de los restos de esas conchas formó capas inmensas de sedimentos costeros que fueron luego elevados por las fuerzas de la tectónica continental. El inmenso plegamiento de la corteza terrestre que dio origen a la Sierra Madre Oriental levantó los antiguos sedimentos marinos para formar grandes macizos de caliza. Es fascinante observar las escarpadas laderas de roca calcárea de la sierra, e imaginarias bajo el agua, en un mar somero poblado de extraños amonites y de reptiles gigantescos.

En la ladera oriental de la sierra, erosionada por el agua de lluvia, el suelo rocoso se vuelve extremadamente irregular. El drenaje superficial es prácticamente inexistente, y es por lo tanto raro encontrar arroyos con agua. En este tipo de paisaje calcáreo, denominado *karst*, la lluvia disuelve las rocas y forma cavernas y conductos subterráneos por donde fluye el agua para aparecer cuenca abajo, en el piedemonte de las montañas, formando los nacimientos de los ríos Sabinas y Frio.



Esta característica describe mejor que ninguna otra los servicios ecológicos que presta esta reserva natural: los bosques de *El Cielo* son el filtro natural que abastece de agua a las planicies agrícolas del sur de Tamaulipas, una zona económica muy importante, donde se producen caña de azúcar, cítricos y algodón bajo las tecnologías más modernas. La sierra es también la proveedora del agua que mantiene los bosques de sabinos en la ribera de los ríos, y la riqueza de los humedales, de los estuarios, de las lagunas y las pesquerías en las partes bajas de la cuenca. En Tamaulipas, la tierra vive de *El Cielo*.

La sierra, sin embargo, no gozó siempre del excelente estado de conservación que tiene hoy. La construcción de la Carretera Panamericana en los años treinta abrió el camino para la explotación forestal de la zona, que comenzó a principios de los cuarenta. Casi al mismo tiempo, investigadores mexicanos y de los Estados Unidos empezaron a explorar el bosque de niebla. A las primeras visitas de George M. Sutton, en 1941, siguieron las de Aaron Sharp —quien junto con Francisco Miranda publicara la primera monografía sobre el bosque mesófilo de montaña en México— y Efraím Hernández Xolocotzi —el fundador de la etnobotánica mexicana—, quienes documentaron los primeros datos botánicos de la zona. Siguieron Paul Martin —reconstructor de la historia biológica de la región fronteriza durante el Holoceno— y muchos más. Gracias a la hospitalidad del señor Frank Harrison, quien había comprado el Rancho de *El Cielo*, el lugar se convirtió en un referente obligado para científicos que visitaban la zona, y un colegio privado de Brownsville, Texas —el Southmost College— tuvo un papel importante en la promoción de las investigaciones.



La industria maderera tuvo al mismo tiempo un gran crecimiento, los grandes macizos de madera en rollo bajaban de la sierra en camiones y colgados de cables. Con el tiempo, el aprovechamiento del bosque causó grandes estragos. El golpe final llegó con un incendio forestal que barrió la zona en 1970 y 1971.

En la década de los setenta los bosques estaban en peligro de desaparecer totalmente, dejando sólo el Rancho de *El Cielo* y otras pequeñas áreas como relictos fragmentados y aislados de un pasado que desaparecía a la vista de todos.



Afortunadamente, *El Cielo* tuvo un grupo de visionarios que pudo cambiar la historia de la región. Bajo la iniciativa de Laura Alcalá Vargas, quien señaló a la comunidad conservacionista la importancia de esta región, un grupo de personas se puso a la cabeza de un movimiento para preservar esta zona al borde del desastre. Entre ellos, destacan Andrés Marcelo Sada —acreditado empresario, ornitólogo y conservacionista mexicano— y Gonzalo Halffter —brillante investigador mexicano, impulsor del concepto de reservas de la biosfera y director en ese momento del programa mexicano *El Hombre y la Biosfera* (MAB) de UNESCO.

Como resultado de los trabajos impulsados por los conservacionistas, el 13 de julio de 1985 el gobernador de Tamaulipas decretó la Reserva de la Biosfera de *El Cielo*. En 1986, la reserva fue aceptada por las oficinas de la UNESCO como parte de la red internacional de reservas de biosfera del programa MAB. *El Cielo* se ha convertido en una historia de éxito, una de esas extraordinarias experiencias que nos dan razones para mirar el futuro de la conservación con optimismo. La sierra se está recuperando, el bosque mesófilo está lentamente regresando y *El Cielo* se está convirtiendo en un laboratorio donde podemos buscar respuestas a lo que es quizás la pregunta más acuciante para la humanidad en el siglo 21: el cómo encontrar un equilibrio entre las necesidades de los humanos y las de la naturaleza que nos da sustento.



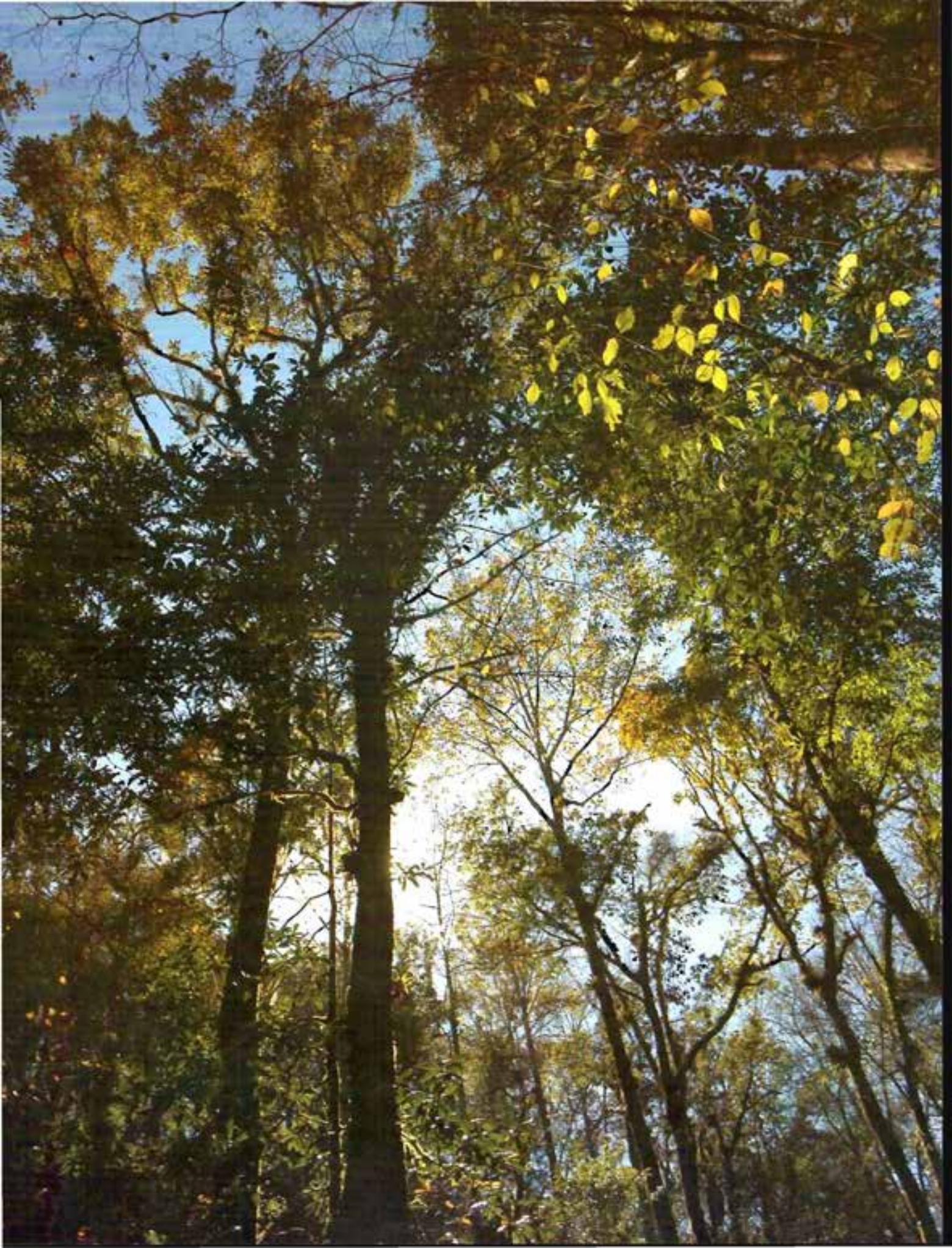


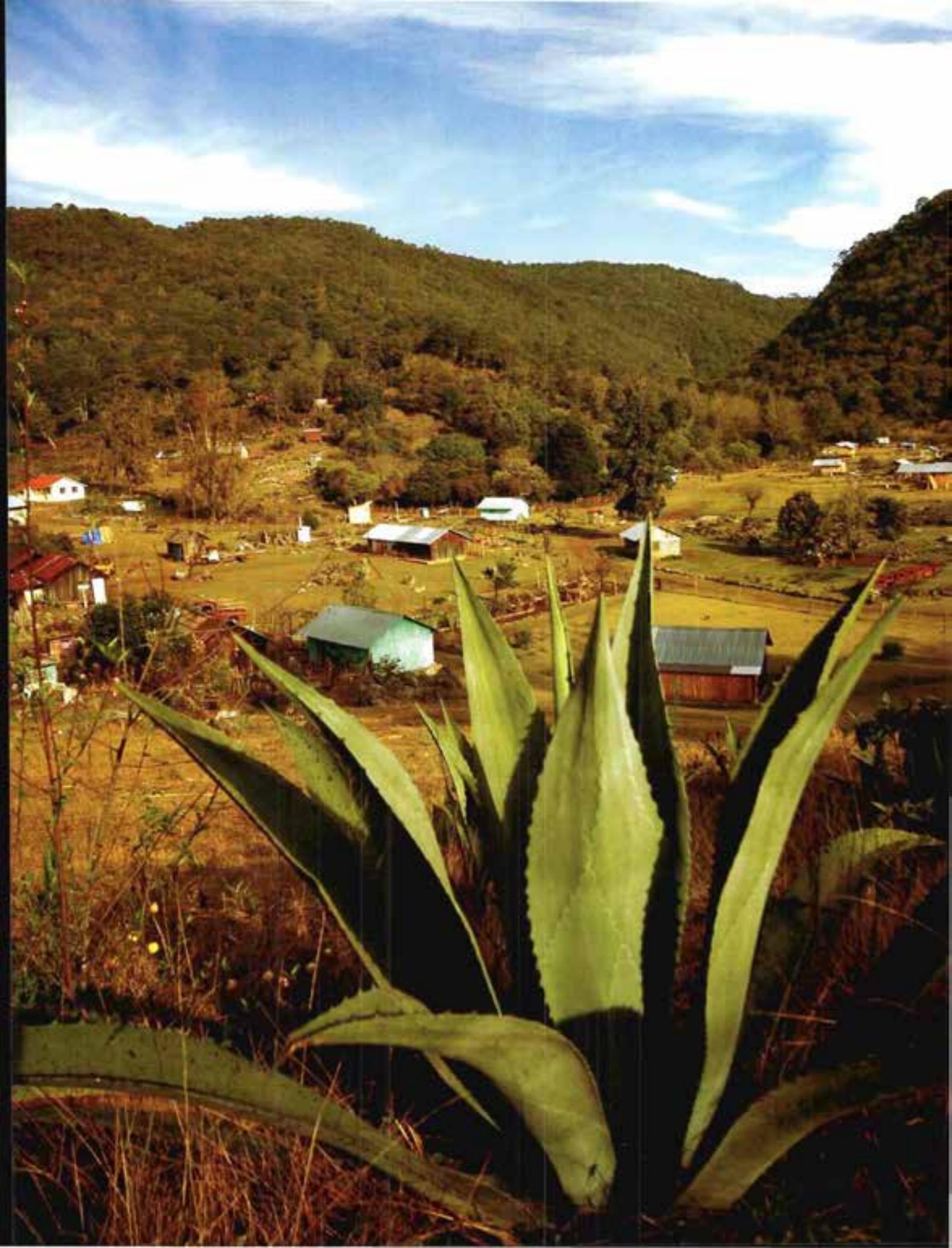
Los vahos de vapor del Golfo de México cubren la sierra con una niebla densa y tibia. El agua gotea de las hojas de los grandes encinos y se pierde entre las grietas del suelo calcáreo. Una miríada de epifitas cubre los troncos y las ramas de los árboles, y un número aún mayor de pequeños animales hormiguea sobre ellas.

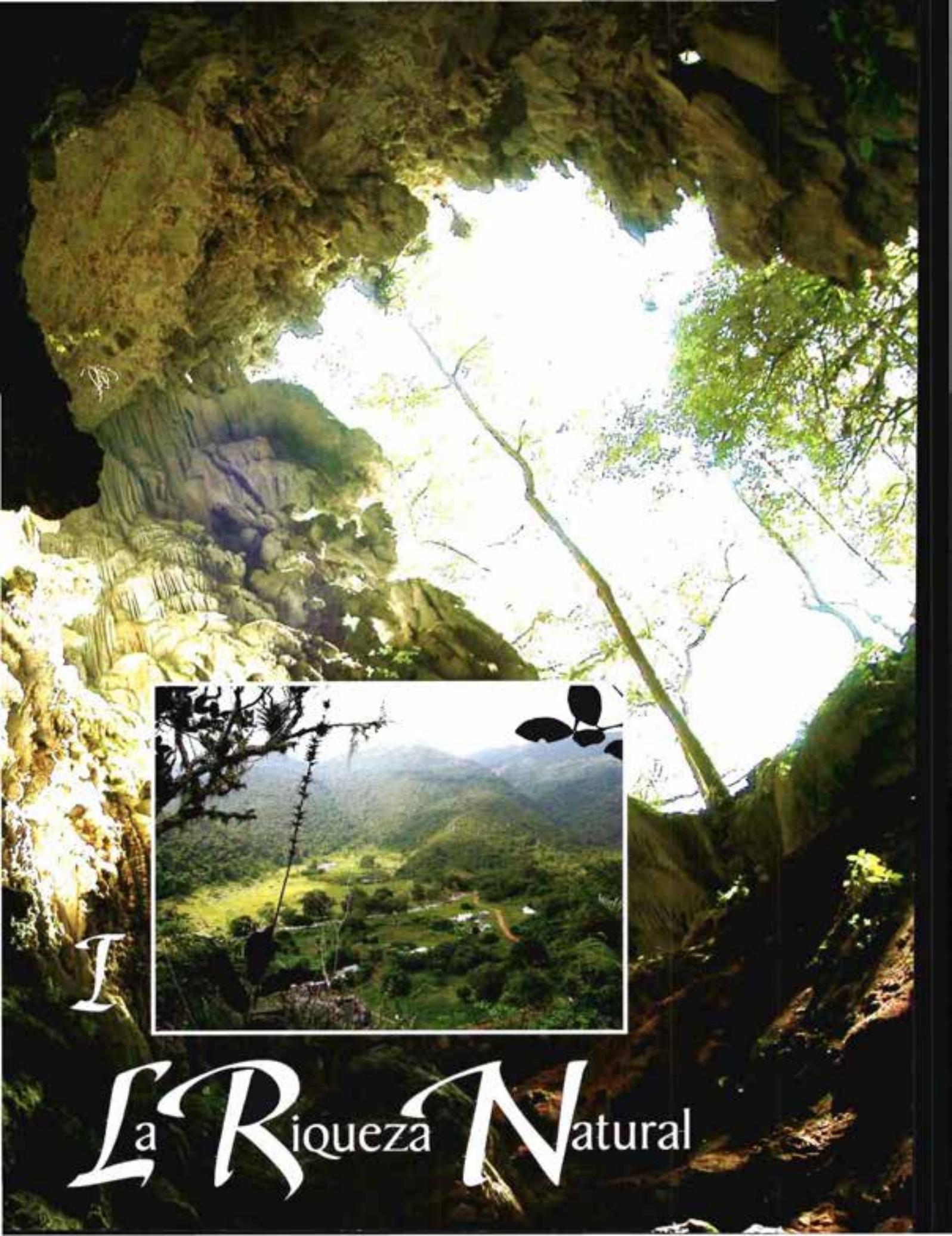
¿Puede esto desaparecer algún día? ¿Tendremos los humanos la capacidad para asegurar la conservación de este ecosistema maravilloso? La historia natural de la región está escrita en estas serranías, en estas plantas, en la maravillosa diversidad de formas de vida. Es una larga historia que debemos aprender a descifrar a través de la ciencia, y a respetar, a través de la conservación. Es una extraordinaria memoria de las transformaciones de la naturaleza, una narrativa que nos habla de 150 millones de años de lentos cambios evolutivos hacia formas cada vez más bellas, cada vez más intrincadas, cada vez más maravillosas. Al visitar la reserva, sentimos el peso de una responsabilidad histórica, de un imperativo generacional: **debemos conservar este lugar maravilloso.**



En las pequeñas pozas que forman las hojas en el centro de las bromeliáceas sobreviven ecosistemas enteros, fascinantes universos en miniatura. Desde uno de ellos, una delicada salamandra branquiada mira hacia abajo con su cabeza coronada de agallas extravagantes, como plumas insólitas. Los colibríes visitan las flores rojas de las bromelias y las tillandsias epifitas, y una orquídea de hermoso color rosado (*Laelia speciosa*) atrae grandes abejorros. El silencio que impone la niebla parece suspender el paso del tiempo, hacernos levitar entre las nubes. Una hoja de alamillo, brillante de humedad, cae en silencio hasta depositarse suavemente en la roca caliza. En ese medio, pareciera que no hay rincón más bello en la Tierra; que no hay nada que se pueda comparar con *El Cielo*.

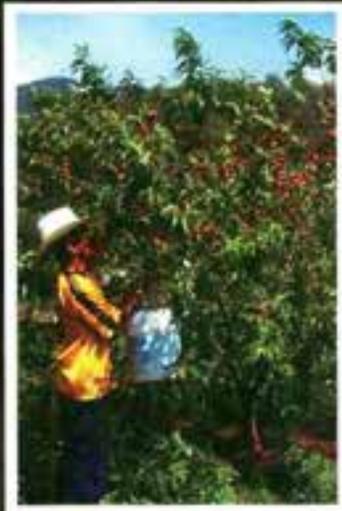
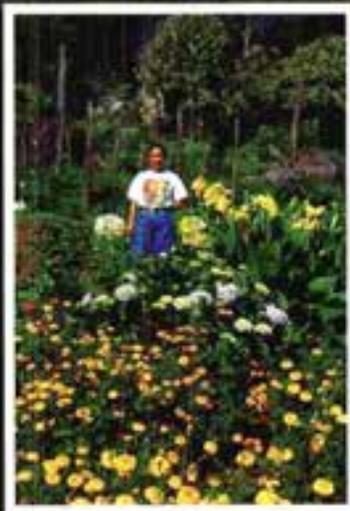






I

La Riqueza Natural



1. Síntesis histórica de "El Cielo"

Lawrence V. Lof

Gorgas Science Foundation, Inc.

Alonso Building, 510 E St. Charles, Brownsville, TX 78520, U.S.A

lof@utbi.utb.edu

Abstract

The history of the colonization of this region is rich in fascinating details. This chapter presents an account of the history of the region, starting with a reference to the the precolumbian times, followed by a description of the first significant pulse of colonization of the mountains and the region of Rancho del Cielo in the first decades of the 19th Century, leading to the foundation of the Chamal colony by the 1930s. I describe the role Frank Harrison played and the period of timber exploitation and the impressive change that these mountains experienced from the initial times when forest clearing was limited to about 1% of the forest coverage, to the dramatic clearings associated to logging and the catastrophic fire of 1970-1971. I present a brief account of the arrival of the first scientific explorators to the Rancho del Cielo and the teaching activities that took place associated to the development of physical infrastructure to accommodate the increasing academic visitors. My account touches on the crucial impact of Laura Alcalá Vargas for the conservation of the area and the eventual declaration of the El Cielo Biosphere Reserve in 1985.

Introducción

En virtud de no existir referencias bibliográficas acertadas que describan la historia del Rancho del Cielo, me propuse escribir una síntesis de la historia que resulta tentadora, sin que por ello deje de ser comprometedor, ya que reconstruir el pasado es una tarea difícil, máxime si se trata de épocas antiguas. Además los datos referentes al Rancho del Cielo son escasos. A continuación describo una síntesis de su historia, que pretende ser sencilla, a pesar de la enorme significancia que tiene ya el Rancho del Cielo"....

Historia previa a la conquista

Joaquín Meade, Richard MacNiesh y Guy Stresser-Pean identifican los extensos asentamientos precoloniales cercanos al pie de las montañas y hacia el oriente en dirección a la costa. Localizaron otros sitios importantes al poniente, cerca de Joya de Salas y en algunas de las grutas secas entre Gómez Farias y Ocampo.

A pesar del trabajo arqueológico realizado al oriente y al poniente de las montañas, poco se ha escrito sobre los antecedentes arqueológicos en la Reserva de El Cielo. Podemos hacer inferencias de los escasos fragmentos de cerámica dispersos y los montículos de ruinas de las casas. En general, parece que la zona de El Cielo está entre el complejo cultural de la Huasteca hacia el sur y la Sierra de Tamaulipas al noreste. Las primeras crónicas identifican la proximidad de las antiguas comunidades de Tanchipa al sur y Tanpuche, que probablemente tienen una correlación con Gómez Farias. Las pruebas materiales indican que las montañas quizá estuvieron habitadas por muchos siglos. Sea cual fuera la realidad de los hechos las futuras investigaciones sobre la dimensión de la población indígena, las primeras relaciones coloniales indican que hacia la época de la conquista española o poco después, la mayoría de los asentamientos habían desaparecido.

El periodo de la conquista

Si bien algunas partes de la región meridional extrema de Tamaulipas fueron conquistadas en los primeros años del siglo XVI, la influencia española no duró y la frontera colonial pronto se contrajo de nuevo hacia el sur. Alrededor de 1617, Juan Francisco Mollineda intentó hacer otra conquista en la región suroeste del estado. Hubo asentamientos permanentes en Tula, Jaumave y Santa Bárbara (Ocampo). El Cielo está situado en la orilla oriente de estos asentamientos. Hay ciertos indicios de que al occidente de las montañas tal vez se estableció una misión temprana. Durante casi 300 años, gran parte de la región que ahora forma la Reserva El Cielo estuvo atada por las enormes concesiones de tierra realizadas por la corona española. Las crónicas indican que entre 1613 y 1617 hubo varias concesiones de tierra o sitios de estancia en el gran valle al sur de El Cielo. El virrey Don Diego Fernández de Córdova, Marqués de Guadalcazar, entregó la primera a Doña Leonor Vásquez. En 1617, otorgaron a Antonio Fernández de Tavera otros tres sitios de estancia en las afueras del pueblo de Tanchipa, en tierra de los chichimecas.

Estas concesiones formaron el núcleo de la Hacienda Chamal que, dependiendo de la fuente, posteriormente derivó entre 22 y 44 sitios de estancia (Fig. 1).

La Hacienda Chamal estaba a orillas de la frontera colonial, dentro de terrenos que frecuentaban tribus nómadas y hostiles a las cuales generalmente se conocía como chichimecas. No hay certeza de que en estas concesiones realmente hubiera asentamientos en sus primeros años. La mayor parte del estado de Tamaulipas se mantuvo fuera del gobierno colonial español hasta mediados del siglo XVIII cuando la expedición de Don José de Escandón estableció la colonia de Nuevo Santander. En esa época, los límites de la Hacienda Chamal se redefinieron más o menos formalmente para incluir todas las tierras de Abra de Tanchipa, que ahora se conoce como El Abra, hasta el nacimiento del río Tampaón, entonces al norte de las tierras bordeadas por las haciendas "La Misión" y "Rincón del Tigre".

Al oriente y al poniente, la hacienda estaba bordeada por "dos cordilleras de montañas muy elevadas". Las propiedades colindantes incluían la Hacienda Joya de Salas al noroeste y la Hacienda Chamuro al suroeste (Fig. 2). Posteriormente, la Villa de Gómez Farías se estableció en la ladera oriente. Hasta la presidencia de López de Santa Ana a mediados del siglo XIX, Chamal fue propiedad de San Alberto de la orden de los Carmelitas. Durante las reformas de iglesia/estado, el título pasó a manos de algunos terratenientes de la ciudad de México ausentes.

Los límites poco claros por el norte de la Hacienda Chamal se extendían y adentraban mucho en las montañas. En 1852, abarcaba una superficie de 334,576 hectáreas. Para fines del siglo XIX, sus terrenos se habían reducido a 76,063 hectáreas. Gran parte de esta reducción se debió a los terrenos localizados en las altas montañas que permanecieron inutilizados y deshabitados. Declarados terrenos baldíos, quedaron sujetos a reclamos posteriores, como posesiones de tierras.

Al principio de la década de 1890, el Dr. Murdock Cameron y el Lic. Fermín Legorreta reclamaron una buena parte de los terrenos baldíos de Chamal. El Dr. Cameron reclamó unas 7,999 hectáreas de lo que hoy día forma mayormente la zona en el núcleo de la Reserva de la Biosfera El Cielo. El Lic. Legorreta reclamó unas 50,000 hectáreas en las montañas contiguas a la propiedad del Dr. Cameron. El resto de la Hacienda Chamal disminuida se ubica al sur.

Hacia el año 1900, los propietarios ausentes habían atravesado por una época de crisis económica y la tierra se entregó como garantía colateral a un banco de la ciudad de México que se vendería para cubrir las deudas.

La colonia Chamal

La historia suele tejer un recuento que es más extraño que la ficción. En 1903, la hipoteca sobre la Hacienda Chamal la compró un grupo de familias de Mangum, Oklahoma. En un intento por comenzar de nuevo, juntaron sus ahorros para reunir el precio de compra de \$50,000 en monedas de oro (Fig. 3).

En realidad, todo empezó un año antes. En 1902, el sheriff George Blalock salió de Mangum, persiguiendo a un fugitivo hasta adentrarse en el estado de Tamaulipas. Al viajar por el sur de Tamaulipas, se enamoró de la campiña. Visitó el valle de Chamal y le hablaron de la enorme hacienda que estaba a la venta. El valle era exuberante y estaba verde después de una inesperada y extemporánea tormenta de lluvia en primavera (los colonizadores de Oklahoma después descubrirían dolorosamente la infrecuencia de este suceso).

Blalock regresó a Oklahoma con un informe entusiasta. No les tomó mucho tiempo reunir los \$50,000 necesarios para comprar el valle y firmaron contrato con 150 colonizadores ansiosos. El viaje desde Oklahoma duró un poco más de dos meses. Pasaron dos semanas en la aduana fronteriza, lo que mostró a los colonizadores su primera idea de lo que era cruzar la frontera. Les fijaron una "cuota especial" de \$10,000 antes de concluir las formalidades aduanales. El 3 de marzo de 1903, durante la peor temporada anual de secas, dos trenes especiales entraron a la pequeña estación de Escandón en el ramal Monterrey-Golfo de México del ferrocarril central mexicano. El primer tren traía a los cansados y acalorados colonizadores, 35 familias en total. El grupo incluía a un comerciante, un médico, un vaquero, dos herreros y 35 agricultores. El segundo tren transportaba las mulas, caballos, el ganado, pollos, artículos de uso doméstico e implementos agrícolas que necesitaban para emprender una nueva vida. Se llevaron dos días para descargar el tren en el desvío del ferrocarril. Una vez cargadas las carretas, los colonizadores iniciaron el largo recorrido hacia Chamal. En todo el viaje tuvieron que desbrozar el terreno para que pudieran pasar las carretas. Cruzaron o vadearon los ríos por puentes toscos contruidos sobre tocones de ciprés.

Pagura 42. Libro 15. n. 14.

✓ Don Diego fernand de cordoba marqués de guadalcazar virrey lugar teniente de vey nuestro señor gobernador y capitán general de la nueva españa y presidente de laudrencia y canalle real que vernella re fue el tto y alavés, en nombre de su mag. y sin perguiso de su erego ni el de otro qualquier tercero pago merced a don don vasquez de quatro sitios de estancia para ganados menor a la vera del Rio verde en un valle y si era que se viera mas que la qabia los valles toqual y ormi mandado y como fue aver. y vito don antonio de ocano y de la co capitán de alcazar mayor de la villa de los rios. y abiendo heyo las diligencias y averiguaciones necesarias conforme a lo que se le mando de la ro y no ya parecer estar sin ningun perguiso haber de ser la ro a merced. la qual se pago a tanto a los sus eregos y aver satisfecho y pagado a un mag. la contribucion y quarta parte. que constaron valer los eregos. quatro sitios de estancia con fargo y condicion que dentro de un año y cinco o siguiente quible los eregos sitios con dos mill cabezas de bestia ganada. menor y dentro de quatro años no los pueda vender trocar ni enagenar aperi alguna soyna que por el mismo caso esta merced sea en ninguna y en ningun valor ni fero. y que se bafa para aver saber merced de la otra persona y con que en el tiempo y or de vense

Figura 1. Concesión original de terrenos en la Hacienda El Chamal durante 1613.



Figura 3. Se estableció una asociación civil en el estado de Oklahoma (EUA), para realizar la compra de la Hacienda El Chamal.

Después de varios días, arribaron a las montañas bajas que rodeaban el valle de Chamal. Al llegar a la cumbre, el alma se les fue a los pies cuando vieron el valle reseco que sería su nuevo hogar. ¿Dónde estaba el verde valle exuberante que el Sr. Blalock había prometido? Años después, uno de los participantes comentó, "¡Era un desastre! Fue absurdo que un grupo de personas vinieran acá sin conocer nada acerca del país o de sus habitantes. Por supuesto, ninguno de nosotros sabía ni siquiera el idioma".

Nueva colonización de las montañas

Situado al norte y al oriente de Chamal, Gómez Farías seguía siendo la aldea más antigua y cercana. Como nueva colonización en 1828, originalmente se le conoció como La Joya de los Indios. En 1829, 40 familias solicitaron las concesiones de tierras. Hacia 1836, cuando se las concedieron, rebautizaron a la nueva aldea como La Joya de San José. En 1870, el poblado recibió su nombre actual de Villa de Gómez Farías. Sigue siendo el punto principal de acceso a El Cielo. Tengo entendido, las montañas situadas al poniente de Gómez Farías siguieron despobladas después de que los pueblos indígenas se marcharon. Persisten los rumores sobre una misión perdida construida por los primeros asentamientos de españoles en Tula y Jaumave.

El ex presidente municipal de Gómez Farías, Don Félix Burgos, la vió cuando era joven. Algunas otras personas la vieron en la década de 1940 y la mencionaron en la correspondencia. Desde entonces no se han hallado rastros. En la tradición oral hay relatos en cuanto al comercio que en algún momento pudo existir con los "indios" de las montañas. Obviamente se dice que iban a Gómez Farías a conseguir tabaco y piloncillo. Los antiguos mapas de la Hacienda Chamal indican algunos de los senderos que cruzaban en todas direcciones las montañas, ya fuera para mulas o para caminantes, y constituían rutas comerciales y de comunicación hacia Joya de Salas, Chamal y los demás asentamientos antiguos en Ocampo y Jaumave.

Estos senderos continuaron hasta muy entrado el siglo XX, pero se perdieron o sustituyeron al construir caminos para la explotación forestal en los años cuarenta y cincuenta. Aunque los habitantes de Gómez Farías, Joya de Salas y Chamal sin duda visitaban las montañas y recorrían el difícil trayecto de un lado a otro, probablemente no fue sino hasta finales del siglo XIX cuando apareció el primer asentamiento importante y permanente en el área

de El Cielo. Éste fue la residencia construida por el Dr. Murdock Cameron, súbdito británico (canadiense) que había perdido un pulmón al trabajar allende el Círculo Ártico. Como resultado, decidió mudarse al sur con su familia. A pesar de ser ciudadano británico, fungió como cónsul estadounidense en Ciudad Victoria durante siete años. Cuando se desempeñaba como cónsul, supo de las montañas al poniente de Gómez Farías. Los Cameron vivieron en Gómez Farías unos cuantos años antes de mudarse a las montañas en la década de 1890. Construyeron una casa en el camino al escarpado valle al noroeste de Gómez Farías, abajo del valle de Alta Cima, cerca de la empinada cuesta conocida ahora como pendiente "Los Aguacates".

Los cimientos de la casa sencilla todavía están visibles en el bosque a una corta distancia del camino. Nota: "viejo" identifica la casa en el Mapa insertado (Fig. 4).

Después de unos años, se mudaron internándose más en las montañas hacia el valle conocido como Alta Cima. Los Cameron lo llamaron originalmente Granja Glen Urquhart, nombre tomado de la lengua escocesa de sus antepasados (Fig. 5). Desmontaron y cultivaron unas 110 hectáreas y construyeron muchos muros de piedra que aún pueden verse a lo largo del camino por el valle. Construyeron una cabaña de dos pisos con troncos aserrados a mano en el bosque cercano.

Recolectaban agua en una cisterna grande o pila en la orilla de la casa. Todavía se ve la cisterna en el extremo oriental del valle, a corta distancia del viejo camino que viene de Gómez Farías. En gran parte del valle desbrozaron y labraron, los cultivos incluían árboles frutales, maíz y frijol. Algunos de los productos agrícolas los llevaban a Gómez Farías a lomo de mula para cambiarlos por otros artículos.

En esos días, el sendero a Gómez Farías estaba en el lado sur del cañón profundo al oriente de la granja, y no por el lado norte que ahora sigue el viejo camino para la explotación forestal. Además de vender los cultivos, los Cameron criaban ganado.

Se dice que también vendían madera de nogal negro que cortaban, le daban forma con el hacha, la llevaban a la montaña en mula y la embarcaban por ferrocarril a Tampico y finalmente la enviaban a Francia donde la empleaban en mobiliario. Si consideramos la dificultad de esta operación, la alteración real en el bosque debió ser mínima.

En los años ochenta, Minerva Cameron, que entonces contaba con 98 años de edad, hablaba de algunos animales que había en el área al inicio del siglo XX. En particular, mencionaba a los monos araña que una vez llegaron a las orillas del bosque

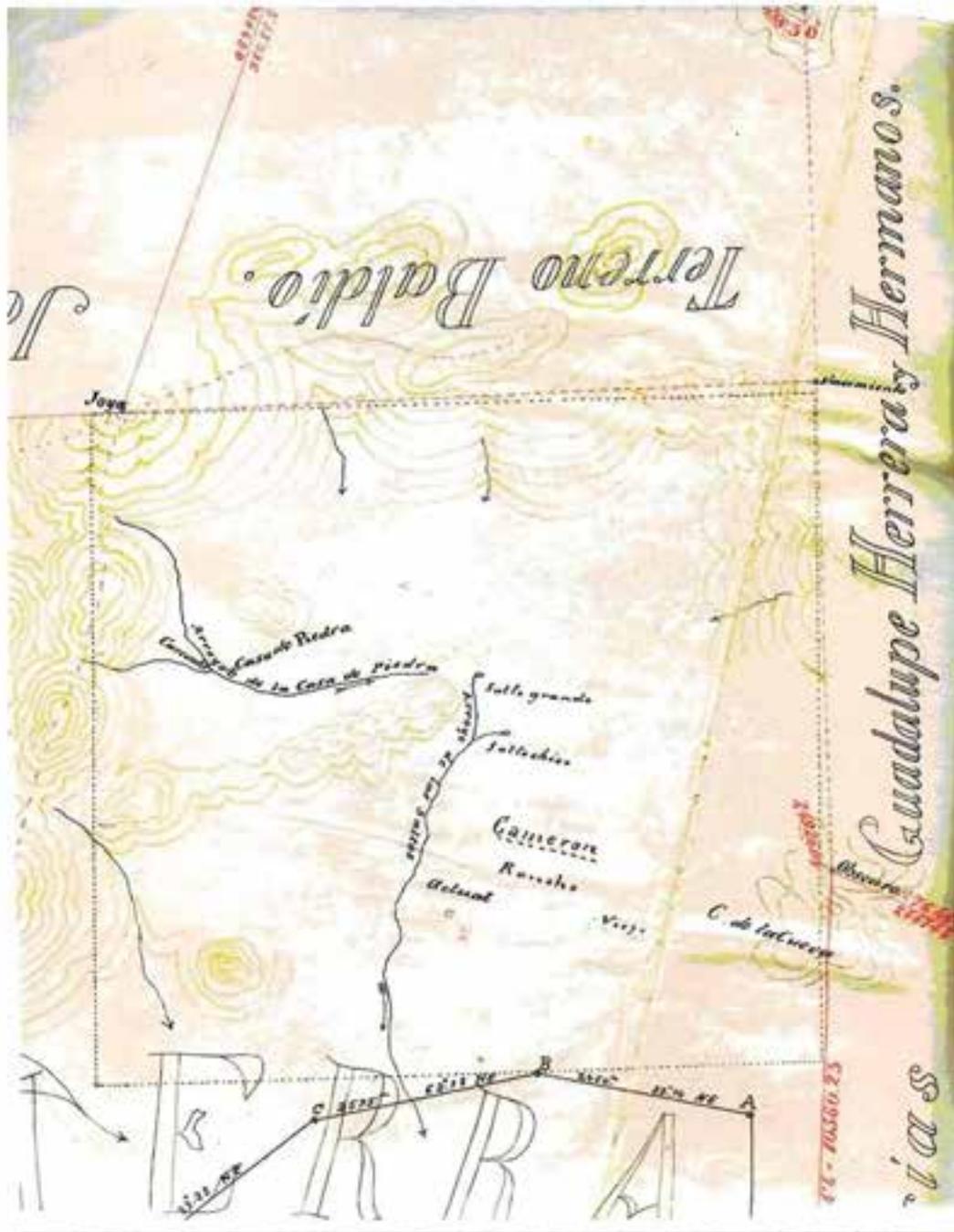


Figura 4. Mapa que muestra "Rancho Actual" con el cual era denominado Alta Cima (llamada anteriormente Glen Urquhart Farm). El sitio "Rancho Viejo" ocupó la primera casa en 1890. El sitio conocido como Casa de Piedra fue de los primeros asentamientos, establecidos por la familia Cameron. Posteriormente se fundó Rancho del Cielo.



Figura 5. La familia Cameron frente a su casa en "Glen Urquhart Farm" (Alta Cima).

a depredar los cultivos. Ya hace mucho tiempo que los monos desaparecieron de la zona. En esos años también había mucho más jaguares y osos negros y causaban pérdidas en los cultivos y el ganado.

Recordaba vivamente que de niña oía en la noche a los animales salvajes a través de las paredes de la cabaña. La familia Cameron era grande y hacia 1912 varios de los hijos mayores se habían casado y prepararon sus propios ranchos dentro de la propiedad de los Cameron. Uno de estos estaba situado en el hermoso valle en Casa de Piedra.

Una hija, Virginia, casó con un hombre de apellido McPherson y establecieron la zona de tierra preparada para cultivo en Rancho del Cielo. Lo llamaron "Rancho del Ojo Encantado", como referencia al manantial redondo profundo del rancho. Pidieron árboles frutales a los Estados Unidos y construyeron una cabaña de troncos. En los primeros años del siglo XX, otras familias se trasladaron a las montañas desde el asentamiento de los estadounidenses que habían comprado las antiguas tierras de la Hacienda Chamal.

Es difícil decirlo con certeza, pero al parecer la familia Ricks se estableció en las montañas, quizá en el amplio valle cerca de San José. En los años posteriores, este fue el sitio donde se fundó Rancho Viejo propiedad de Don Félix Burgos de Gómez Farías.

Un hombre llamado W.J. Hobbs también creó una granja cerca de los Cameron. Murdock Cameron compró este lugar en agosto de 1912 y lo agregó a sus propiedades. No puedo aseverar con certeza de la ubicación. A principios de los años setenta, todavía existían unos cuantos árboles frutales viejos que tal vez databan de este período cuando crecían en el valle de El Elefante. Quizá esa fue una de las primeras granjas. La roza y el cultivo llegaron a su fin durante los diez años de revolución posteriores al derrocamiento de Porfirio Díaz en 1910. El control de la región cambiaba de manos de un ejército a otro. En los días difíciles, los integrantes de la comunidad de Chamal huyeron a las montañas altas viviendo de la agricultura. Para mayo de 1916, todas las propiedades y granjas desmontadas fueron abandonadas, regenerando en bosques secundarios.

Con el tiempo, la conmoción cedió y las personas comenzaron a regresar a sus granjas y ranchos, excepto los Cameron. Su casa en Alta Cima continuó abandonada, quemándose durante un incendio forestal en los años veinte.

Atando cabos

En 1926, un canadiense llamado Frank Harrison se unió a la comunidad de colonizadores de Chamal. En diversos momentos participó en expediciones por las montañas para cazar o comerciar en la antigua Hacienda Joya de Salas. Puesto que viajaban a pie o en mula, la jornada era larga y con frecuencia los viajeros pernoctaban en la casa abandonada de los McPherson en Rancho del Cielo. En uno de estos viajes, Frank Harrison vio por primera vez dicha casa y lo que restaba de los árboles frutales en el viejo claro del bosque. Unos años después, en 1935, tomó la decisión de mudarse de Chamal al fresco de las montañas. En 1938, compró 23 hectáreas de la finca Cameron y le cambió el nombre a Rancho del Cielo (Fig. 6 y 7).



Figura 6. Frank Harrison frente a su casa en Rancho del Cielo (ca. 1949).



Figura 7. Frank Harrison en 1964 en lo que hoy se conoce como Rancho del Cielo.

Para fines de los treinta, un inmigrante alemán de nombre Paul Gerlich se mudó a las montañas y demontó cerca de 50 hectáreas en el cercano San Pablo.

El nombre San Pablo deriva de su propiedad allí (**Fig. 8**). También en la década de 1930, la construcción de la carretera panamericana, al oriente, hizo más accesible el recorrido por el bosque de las tierras bajas. El mundo moderno estaba a punto de invadir este rincón aislado del mundo. Una de las personas clave para iniciar la etapa para el futuro de El Cielo fue un hombre llamado Everit "Evaristo" Storms (**Fig. 9**). Su familia llegó a México en el siglo XIX y era prominente en Ciudad Victoria. Everit fue amigo de muchas personas en Chamal y Gómez Farías.

En los primeros años del siglo XX se estableció en un rancho, que llamó Pano Ayuctle o Calabazas, en uno de los vados importantes sobre el Río Sabinas, al pie de la vereda hacia Rancho del Cielo. Don Evaristo tenía un carisma considerable. Fue un diplomático calificado y gozaba de muchas simpatías en la región. Con frecuencia sus amigos lo buscaban para arreglar disputas y ordenar la tenencia de la tierra.

Ayudó a los Cameron a formalizar sus posesiones para tener un claro dominio de su posesión de tierras en las montañas.

Posteriormente, ayudó a Frank Harrison a obtener la titularidad de Rancho del Cielo.

Everit amaba las montañas que descollaban sobre su rancho al oeste. Con los amigos, a menudo cruzaba las montañas en viajes de cacería hacia Joya de Salas bajo el abrigo de la lluvia. También construyó una cabaña sencilla en lo alto de las montañas en Agua Linda. Servía como retiro del calor veraniego de las tierras bajas costeras. Parecía conocer a todos. Cuando los científicos comenzaron a descubrir la zona, Everit los puso en contacto con Frank Harrison y era frecuente que los llevara personalmente por la vereda empinada hasta Rancho del Cielo o por las montañas a la Joya de Salas.

La vida en la casa de Frank (Sección aportada por: Fred Webster)

La escena en Rancho del Cielo hoy debe parecerle árida a quien haya visitado el rancho mientras Frank Harrison vivió. Al carecer de perspectiva histórica, los visitantes de nuestros días admiran la vista,



Figura 8. Ejido San Pablo (1950), conocido como el Rancho de Paul Gerlich (Herrell 1951).



Figura 9. Retrato de Don Evaristo Storms, precursor de la conservación de la zona.

buscan colibrís entre las pocas gladiolas sobrevivientes, y van al manantial y al sumidero.

No conocerán al hombre que hizo posible su aventura ni las maravillas de sus dominios. Sin embargo, las personas interesadas en ahondar en el pasado pueden dar un vistazo a los primeros días en los escasos relatos escritos, recopilados de fuentes casuales, y de lo que cuentan los antiguos residentes en sus recuerdos. No tenemos más que imaginar las condiciones de la propiedad en 1935, el año en que Frank se trasladó desde la colonia de Chamal. Mucho tiempo después que la abandonaron los colonizadores originales, la zona demontada debió desvanecerse en el bosque que entraba en un proceso de regeneración natural.

Aunque la bruma del tiempo ha oscurecido cualquier visión de los primerísimos días, sabemos que de 1935 a 1940 fue el periodo de transformación. Frank compartía la vivienda con Paul Gerlich, pero este último construyó su propio lugar al oeste. Por lo menos en las etapas iniciales,

Frank fue el encargado de arrebatarse Rancho del Cielo al bosque. Hacia 1937, el cultivo de la tierra ya estaba avanzado. Los cultivos de hortalizas producían zanahorias, papas, col, lechuga, maíz y más. Las fresas prosperaban. Plantaban y cuidaban árboles frutales como: durazno, ciruelo, manzano, almendro, nogal, etc. El cultivo de flores de ornato no fue menos intenso que el antes mencionado y sospechamos que ésta fue la verdadera pasión de Frank, ya que registraba sus avances con todo detalle y a menudo anotaba comentarios sobre su belleza y fragancia. La variedad de especies es demasiado numerosa para hacer una lista, pero las dalias, lirios y amaryllis eran algunas de sus favoritas (Fig. 10). Resulta sorprendente todo lo que Frank colocaba en un área tan pequeña y cómo estaba al corriente de todo. Era organizado, pero el problema estaba en el mantenimiento, tomaba mucho tiempo y requería un gran esfuerzo físico: desherrar, arar, escarbar, plantar, trasplantar, regar, fertilizar y cosechar los cultivos de hortalizas.



Figura 10. Huerta y jardín de Frank Harrison ca. 1950 (Herrell 1951).

En cuanto a los árboles, los injertos experimentales eran un proyecto que evidentemente fascinaba a Frank, pero se sumaba a las tareas rutinarias de podar, fertilizar y controlar las enfermedades. En 1937 y 1938, la limpieza adicional de matorrales y árboles permitió plantar más; abrieron senderos y construyeron cercas. La "nueva casa" estaba terminada. No tenemos un relato preciso de los animales domésticos de Frank en los primeros años, pero sabemos de las vacas Jersey, y de todos colores, y de sus crías. Las reses eran libres de andar por el bosque y muy pocas veces regresaban por iniciativa propia, incluso cuando era inminente el nacimiento de los terneros. Frank dedicaba muchas horas a buscarlos, a menudo varios días, si era necesario darles sal, desparasitarlos u ordeñarlos. En realidad, el ganado daba menos problemas cuando merodeaba por el bosque. En el rancho, era probable que entrara a zonas prohibidas y provocara daños. Un caballo y una mula eran los animales de carga y esta última también servía para arar. Periódicamente llevaban los productos agrícolas a la casa de Everit Storms para venderlos en los poblados vecinos.

Paul se encargaba de gran parte del transporte y la venta. De ninguna manera el trabajo del rancho tenía atado en forma total a Frank. Eran frecuentes sus visitas a Everit Storms en Río Sabinas y a veces visitaba a sus amigos de Chamal, donde asistía a muchos conciertos y bailes. Otros viajes eran de carácter menos social, como el viaje en autobús para ver al dentista en Victoria. En el otoño, Frank se encaminaba a Joya de Salas para cazar venados y pavos con los amigos locales. En estos viajes fue cuando algunas veces encontraba felinos grandes, animales que no frecuentaban la zona de los ranchos. Al no haber caminos en la montaña, el recorrido lo hacían a pie. Las mulas y caballos llevaban la carga pesada. No tenemos más que imaginar las condiciones en que estaban las veredas. La ruta hacia el río era muy empinada y tomaba cuando menos dos horas bajar y cuatro subir, en circunstancias ideales. Tomaba siete largas horas caminar del rancho a La Joya, aunque por un camino más directo que el que estaba en uso (**Fig. 11**). Debido a lo apartado de Rancho del Cielo, suponemos que Frank tenía una existencia solitaria. Ese no era el caso. Estaba Paul, los amigos venían de Gómez Farías a visitarlo y otros venían a trabajar en proyectos especiales. También estaban los viajeros. El rancho estaba en la vereda principal (o cerca de ella) de Gómez Farías a La Joya y debió ser el único apeadero en ruta.

Eran frecuentes las visitas inesperadas que pasaban la noche y siempre les daban hospedaje.

Respecto a la vida en el rancho ¿cuáles eran las exigencias? Tenacidad, lucha y esfuerzos incansables, más que sólo la necesidad de sobrevivir. Tal vez un sueño en el camino. No hay que olvidar 30 años.

La etapa de explotación maderera

Después del breve intento de los Cameron por cortar nogales, el bosque se mantuvo intacto hasta fines de la década de 1930. En todos los aspectos, el bosque mesófilo maduro era increíblemente bello. Muchos de los árboles medían un metro o más de diámetro y una altura recta de más de 40 metros. El dosel se manifestaba denso. La mejor protección que este bosque tuvo era el terreno de difícil acceso.

Para 1938, la protección que brindaba el aislamiento resistente empezó a cambiar. Una compañía (Fernández) compró el derecho forestal a los Cameron y construyó un sistema de montacargas y cable en el Malacate (NCP Lázaro Cárdenas). Talaban y trozaban enviándolos por un cable al aserradero en el Río Sabinas. Una locomotora de vapor llevaba madera de Río Sabinas al Encino. Hoy día pueden verse los restos de este puente en el arroyo que cruza el camino entre Río Sabinas y Encino. Más tarde construyeron un camino que iba del pie de las montañas a El Encino.

Los precios de la madera eran bajos y no pudieron respaldar los altos gastos de operación de la compañía. Fracasó este primer intento a gran escala de explotar los recursos madereros. El bosque recibió otro respiro momentáneo y siguió relativamente intacto durante otra década. La construcción de la carretera panamericana, a una corta distancia al este, empezó a abrir la zona. La gente empezó a oír sobre el singular bosque en las montañas. El ornitólogo George M. Sutton de la Universidad de Cornell fue uno de los primeros que lo visitó en 1941. Otros le siguieron pronto. Más o menos al mismo tiempo, la familia Ancira de Monterrey compró a José Garza tierra al oeste del terreno de Cameron. Se inició un camino de Gómez Farías a Alta Cima y luego a San José donde construyeron un aserradero grande (**Fig. 12**). Más tarde, en los años sesenta, intentaron vender tierras y urbanizar el área de San José como una meca turística.

¡La descripción de las instalaciones lujosas y el acceso a los caminos se apartaba un poco de la realidad!

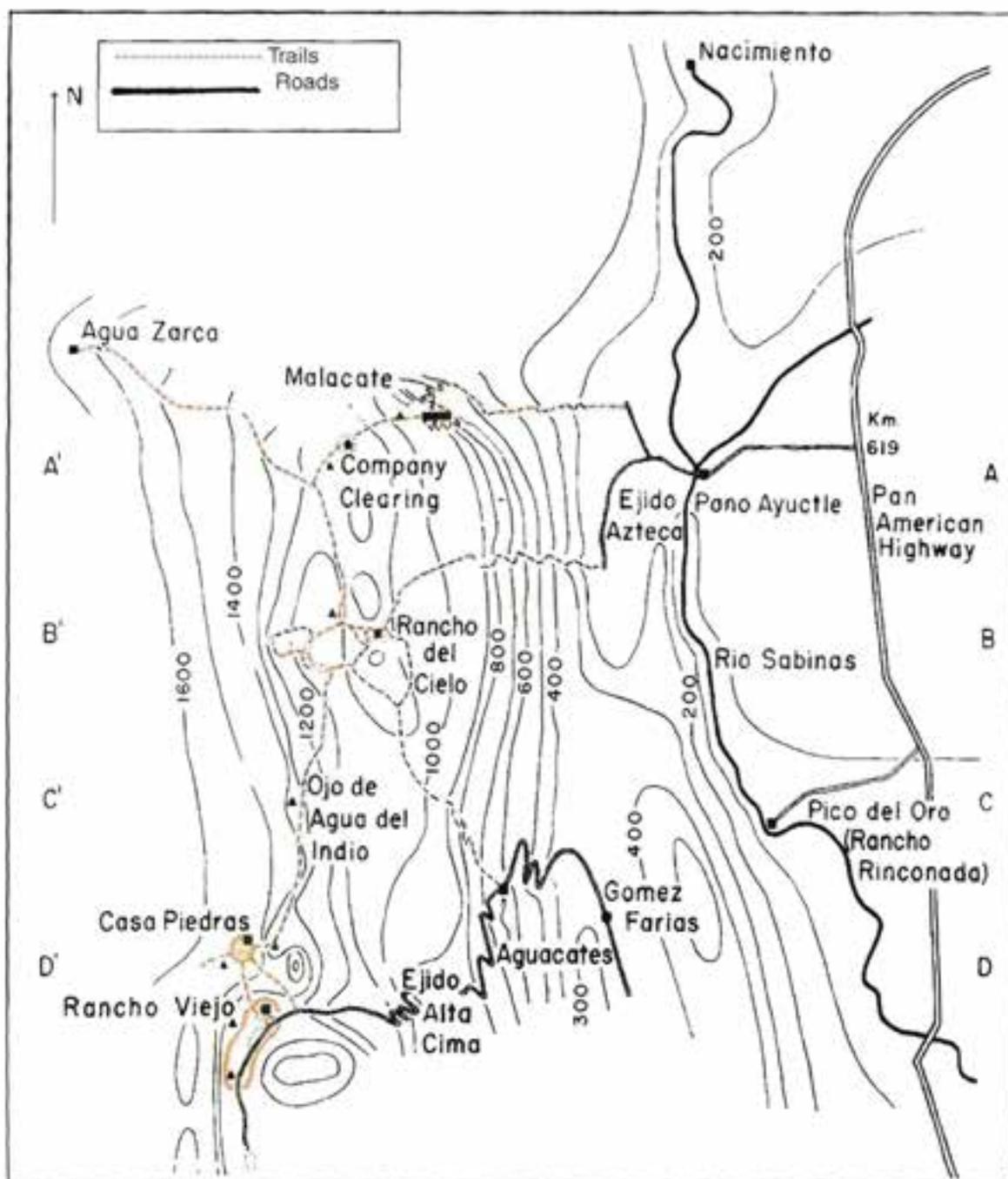


Figura 11. Mapa mostrando el área, anterior a la expansión forestal a fines de los cuarenta. Nótese que el único camino era de Gómez Farias a San José (modificado por Herrell 1951).



Figura 12. Aserradero el Porvenir (Ejido La Perra) ca. 1966

El periodo de auge económico posterior a la segunda guerra mundial hizo que se renovara la demanda de madera. En 1948, en los albores de la etapa de explotación forestal, sólo se había desbrozado el 1% del bosque nublado. Esto iba a cambiar rápido.

Luis Ubando Flores compró los derechos forestales a la finca Cameron y gradualmente construyó caminos que se extendían al norte adentrándose en el bosque nublado desde el camino Gómez Farías-San José de Ancira.

Un aserradero grande se construyó en la propiedad de Paul Gerlich y siguió trabajando hasta un año después de su muerte en 1950. El camino primero llegó a Rancho del Cielo alrededor de 1951. Frank Harrison aprovechó la oportunidad de intercambiar una pequeña cantidad de su madera en pie por tabloncillos aserrados para construir una casa nueva. Los nuevos caminos también atraeron a los curiosos. Los científicos empezaron a encontrar el camino al Rancho del Cielo de Frank Harrison. Aaron Sharp y Efraín Hernández X, Harrel, Paul Martin y muchos otros comenzaron a publicar informes. Dada la hospitalidad de Harrison, Rancho del Cielo se convirtió en un centro no oficial para

los científicos visitantes. Poco a poco, el nombre del rancho de Frank se asoció con el área.

Posteriormente, la Reserva tomó su nombre de esta propiedad pequeña. Al agotarse la madera del bosque nublado, los caminos penetraron más en las montañas.

En 1953, Luis Ubando Flores vendió sus derechos forestales a Miguel Alcocer y al Dr. Meyres, un emigrante alemán. Continuaron el camino de San Pablo a Julilo, un campamento de leñadores que bautizó con el nombre de su hijo: Julilo (**Fig. 13**).

Después de algunas dificultades jurídicas (algunos afirman que asesinó a un individuo en El Limón), Ubando Flores se marchó de Tamaulipas, pero una vez que vendió los mismos derechos forestales por segunda vez, en esta ocasión a la compañía Argüello de México, D.F. Estos intereses pasaron luego a Roberto Torres que conservó los terrenos en Ojo del Agua de los Indios durante muchos años. Luego de la muerte del Dr. Meyers, su viuda vendió sus derechos forestales a Ernesto McCollum de Ciudad Victoria. McCollum necesitaba una provisión constante de madera para su fábrica de cajas. Construyó el puente sobre el Río Sabinas y terminó el camino directamente desde el río hasta Julilo.



Figura 13. Aserradero ubicado en el Ejido El Julilo (ca. 1966).

Aunque ahora solo vive una familia en Julilo, en 1960 más de 200 hombres trabajaron en este campamento de leñadores, cuyo crecimiento fue descontrolado. Con sus familias, formó un asentamiento considerable que incluía un dispensario médico y una escuela construida de ladrillo. McCollum también desarrolló una mina de barita entre el Malacate y Agua Linda. Alrededor de 1961, después de la muerte de McCollum, vendieron los intereses madereros a Carlos Díez Gutiérrez. A principios de la década de 1960, la propiedad de Cameron se había dividido en varias esferas de interés.

La empresa Argüello desarrolló el sur y el oeste con un enorme campamento de leñadores en Charco de la Perra (el Porvenir) (Fig. 14). En el norte, Carlos Díez Gutiérrez prosiguió el desarrollo en los aserraderos de Las Canoas y otras localidades. Para este momento, los caminos de acceso habían penetrado a casi todos los rincones de las montañas. Algunos campamentos de leñadores tuvieron corta vida y simplemente servían como puntos de estacionamiento donde reunían los troncos y los preparaban para transportarlos hacia tierras bajas.

Algunos campamentos cortaban los troncos en tablones toscos deshumedecidos durante una o dos semanas para luego enviarlos al mercado. Por otra parte, El Porvenir contaba con maquinaria forestal, que permitía un terminado óptimo comercial. Una máquina inclusive fabricaba palitos para paleta. Una planta grande diesel-eléctrica importada de Checoslovaquia suministraba energía.

Al llegar a la Perra, el visitante no veía ninguno de estos equipos complejos. Siempre permanecieron muy disimulados detrás de los edificios destartados que parecían estar a punto de derrumbarse. Cuando estaba en la escuela, fue una aventura impresionante el día que el gerente, Humberto Manjarres, nos llevó a observar la operación interna oculta. En esos días, no se ponían fácilmente de manifiesto las sutilezas y la necesidad de este camuflaje. Tenían sus razones para ello.

Además, los campamentos de leñadores eran sitios rudimentarios que siempre tenían un aire de intriga y simulación. Uno nunca investigó demasiado a fondo. Éramos visitantes frecuentes a la Perra.

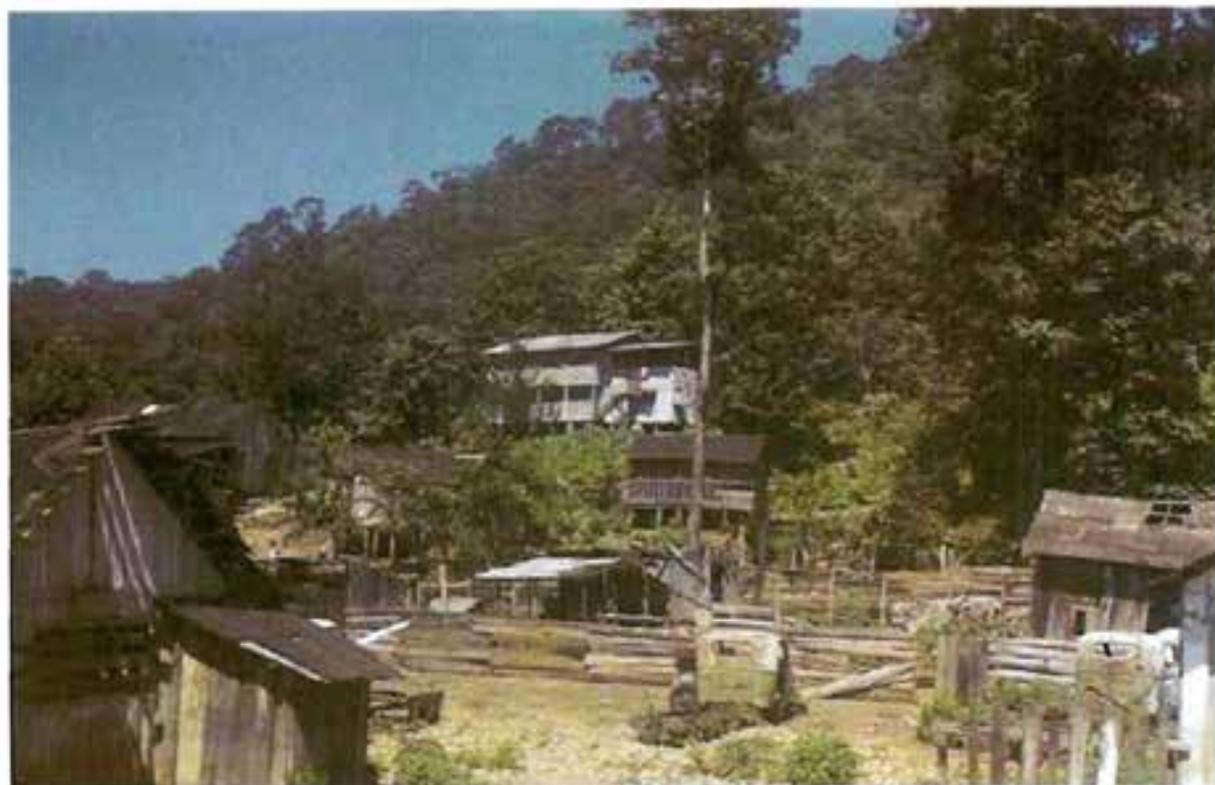


Figura 14. Aserradero en el Ejido San José (ca. 1967).

Paulino Sánchez, el explorador maderero, conocía todos los rincones y escondrijos de las montañas y a menudo nos indicaba las nuevas cosas que había que ver. Para 1970, había terminado la mayor parte de la tala en gran escala.

Algunos de los ejidos y compañías pequeñas seguían buscando los pequeños núcleos de bosque. La explotación forestal persistió más tiempo en el extremo norte de la cordillera. En el transcurso de los años, los aserraderos iban y venían. Los campamentos con nombres como la Gloria, el Edén, Área Dos, la Esperanza, San Pablo, Tres Cerritos, Colaciones y las Canoas crecían y florecían durante un breve tiempo y luego desaparecían. Con frecuencia, lo único que quedaba eran montones de aserrín y unos cuantos equipos oxidados. Los años de explotación forestal causaron pérdidas. El bosque tocó fondo durante el invierno de 1970-1971. La explotación ocasionó sitios abiertos donde las especies demandantes de luz se apoderaron de amplias zonas. Las zonas desmontadas se amenazaban con la erosión. Algunos incluso, temían que se viera amenazada la integridad de la red divisoria que alimentaba los nacimientos del Frío y Sabinas. Los cambios perceptibles en los niveles de temperatura y

humedad fueron evidentes, en especial en la zona sur del bosque nublado alrededor de Alta Cima.

Los recolectores y vendedores de plantas y animales de los Estados Unidos, Europa y México se estaban llevando este legado valioso. En las pendientes orientales cortaban orquídeas y vegetación tropical, en el oeste se llevaban las diversas especies de cactus raros. El golpe final lo asestó el gran incendio forestal que arrasó durante el invierno y la primavera de 1970-1971 (Fig. 15). Al paso de los años hubo muchos incendios pequeños, pero solían ser menores. Típicamente el incendio se retardaba por la humedad del suelo del bosque sombreado. Con la explotación y el desmonte, esto había cambiado; el bosque se había abierto y secado. Después de un año muy seco, el suelo del bosque era como yesca. El incendio se produjo una vez durante los meses invernales. Se reavivó y volvió en la primavera, esta vez el combustible eran la madera y los matorrales que se habían secado, pero que no se consumieron durante el primer incendio. En el bosque nublado, el incendio quemó constantemente la maleza y en una ocasión brincó al dosel a través de los huecos en los árboles más viejos. Muchas noches, podía oírse el silbido y el crepitar de las llamas aspiradas por los conductos naturales formados por los troncos huecos.



Figura 15. Rancho del Cielo, después de un incendio masivo en 1971.

Durante semanas, las brasas ardieron en rescoldo en los tocones, siguiendo lentamente las raíces por debajo de la tierra. En las empinadas laderas, el incendio avanzó vorazmente y en algunos lugares su calor rompió las rocas calizas. En las lomas al oeste de Rancho del Cielo, donde empezaban los pinos, el incendio quemaba rápido y de una manera más típica de un gran incendio forestal. A veces saltaba de un árbol a otro en rápida sucesión. Por la noche, las nubes reflejaban un constante resplandor del incendio. Era una visión apocalíptica. Al final, sólo pequeñas superficies, como las 25 hectáreas protegidas por una barrera cortafuego en el Rancho del Cielo, permanecieron en su condición más o menos original. Fue un momento triste para muchos de nosotros. Las condiciones del bosque estaban en su punto más bajo. Hacia 1971, fue evidente para todos los interesados que el bosque estaba en grave peligro. Rancho del Cielo y algunos otros pequeños núcleos se estaban transformando en islas bióticas.

Antecedentes de conservación de la Reserva

Como se mencionó antes, los caminos para la explotación forestal comenzaron a permitir el acceso a las montañas. En esa época más o menos, Frank Harrison trabó amistad con varias personas de

Brownsville, Texas, incluidos Robert Hunter, John Hunter y la Profesora Barbara T. Warburton.

En 1963, la Sra. Warburton se unió al primer grupo de alumnos y maestros de Texas Southmost College. El viaje tuvo gran éxito y con el estímulo de Frank Harrison y el respaldo de John Hunter y otros, se crearon planes para construir un conjunto sencillo de edificios donde los alumnos y los científicos pudieran alojarse (**Fig. 16**). De acuerdo con el criterio de que los alumnos no sólo deberían estudiar en el aislamiento de las aulas, la Profesora Warburton encabezó el proyecto durante más de dos décadas. La zona de El Cielo brindaba una magnífica oportunidad donde los alumnos podrían ver y aprender muchas cosas sin retirarlas de su ambiente. Con esta filosofía, el programa recibió varios premios en los años sesenta. Durante algunos años, había existido un acuerdo informal entre Rancho del Cielo y la empresa maderera Argüello. Convinieron no talar más en el bosque nublado en el área circundante de San Pablo y Rancho del Cielo. A excepción de una incursión selectiva ocasional, ese fue el estado de las cosas por algunos años. Esto se estropeó cuando las grandes compañías madereras por fin se retiraron alrededor de 1970. Hubo una campaña infructuosa en la cual se escribieron cartas dirigidas a los funcionarios gubernamentales de Ciudad Victoria y México, D.F.



Figura 16. Grupo universitario arribando a la Plaza de Gómez Farías, durante 1965.

La iniciaron y dirigieron los científicos que conocían el valor de la región y vieron que el bosque desaparecía. Los particulares hicieron varios intentos de comprar tierras para la conservación, pero la mayoría estaban sujetas a litigios y era difícil conseguir la titularidad (**Fig. 17 A y B**). A pesar de esto, hubo varios triunfos. Compraron un lote grande por las pendientes al oriente de Rancho del Cielo con el dinero reunido mediante la venta de algunas de las pinturas de aves realizadas por el Dr. George Sutton. Por muchos años, este terreno ha sido propiedad de la Sra. Laura Alcalá Vargas de Zorrilla, de Victoria, quien lo protege. A la familia Zorrilla le otorgaron un terreno importante de bosque de pino que alguna vez perteneció a don Evaristo Storms; desde entonces lo protegen. Incluidos los terrenos de Rancho del Cielo, éstas fueron las únicas propiedades protegidas durante estos días sombríos. Durante muchos años, Laura oyó hablar de las montañas. La amistad de Everit Storms con la familia Zorrilla preparó el escenario para los sucesos que más adelante tendrían un papel decisivo en la creación de la Reserva de El Cielo.

Laura primero se dio cuenta de la singularidad de la zona de El Cielo en los años cincuenta cuando su esposo, el distinguido abogado e historiador Juan Fidel Zorrilla, y ella visitaron Pano Aycutle con sus hijos.

Los relatos y descripciones que Everit hacía de los misteriosos bosques nublados se volvieron legendarios. Años más tarde, los descendientes de Everit Storms otorgaron a Juan, el hijo de Laura, la propiedad de aquél en Agua Linda. Lo conserva hasta la fecha. La primera oportunidad para que Laura Alcalá visitara el corazón de El Cielo le llegó en 1971, cuando ella y su familia fueron invitados por Barbara Warburton y Texas Southmost College.

La belleza primordial del bosque nublado durante la temporada de lluvias y la increíble importancia científica de la zona la impresionaron y le encantaron. Su primera visita coincidió con la última etapa de la explotación forestal en la cual el bosque se explotaba al máximo. Había una verdadera inquietud de que el bosque estuviera a punto de perderse. Laura no era una persona que evadiera una tarea intimidatoria. De inmediato empezó a seguir todos los caminos posibles en un esfuerzo por conservar la región. Su primer intento la llevó a ponerse en contacto con el Ing. Sangri Namour, a quien invitó para que viera personalmente el área. Su visita a Rancho del Cielo ocurrió en junio de 1976. Posteriormente convenció al gobernador de Tamaulipas, Enrique Cárdenas González, para que suspendiera la explotación forestal de la zona en aproximadamente 1,000 hectáreas que comprendían el corazón del bosque nublado en torno al Rancho del Cielo.

50.000 M²
AHORA PODRAN SER SUYOS

Con solo 2.500 pesos de anticipo y 96 mensualidades de \$234.37

SI USTED COMPRE AHORA, OBTIENE EL 100% DE BENEFICIOS ANTES DE TERMINAR DE PAGAR

CABINA
 Ideal para quienes desean disfrutar de un fin de semana en un lugar tranquilo y hermoso.

CAZA
 Para los amantes de la caza, ofrecemos un terreno con una gran variedad de animales.

FINCAMIENTO
Lomas de Shangri-la
 CONDOMINIO TURÍSTICO en el Ejido de San José, Tlaxcala, México, D.F.
 Calle 1000, 11100 - Tel. 55-48-88

LOMAS DE SHANGRI-LA

A

CAMINOS DE TAMAULIPAS

Este libro tiene el objetivo de proporcionar información sobre los caminos que existen en el estado de Tamaulipas, para que los turistas puedan disfrutar de un viaje seguro y agradable. El libro contiene información sobre los caminos que existen en el estado, así como sobre los servicios que se ofrecen en cada uno de ellos.

Este libro es una herramienta muy útil para los turistas que visitan el estado de Tamaulipas, ya que les permite conocer los caminos que existen en el estado y los servicios que se ofrecen en cada uno de ellos.

CAJITAS
PESCA DEL ESPINTE
MANANTIALES
CARNES
JEROMEZCANTOS
CASA

FRUTALES CERCALES HORTALIZAS APIFRIOS CANADO APICULTURA

B

Figura 17 A y B. Anuncio promocional (folleto), ofreciendo terrenos en un desarrollo turístico programado en el Ejido San José ("Lomas de Shangri-la") durante 1970.

En el decreto del 16 de febrero de 1976, encomendaron que se estudiara la posibilidad de crear un Parque Nacional a fin de "conservar el área para futuras generaciones...una zona única en el hemisferio occidental". En un esfuerzo por lograr el respaldo público y político, Laura hizo arreglos para la visita de importantes figuras políticas como el Ing. Cuauhtémoc Cárdenas y un gran contingente de otros funcionarios. Ella volvió a ser la figura clave para cerciorarse de que los planes marcharan sin contratiempos.

Laura Alcalá Vargas:

En una ocasión, estando yo en la ciudad de México, me hablaron de la embajada Suiza para informarme que había una antropóloga social, Gertrude DUBY Blom. Me invitó la embajada para platicar con esta valiosísima persona. Después de una interesante plática, y de intercambiar nuestros problemas de estas zonas tan diferentes, me dio la solución. Me dijo, "Laura, hay una manera de proteger estas zonas. Se ha declarado por la ONU otros lugares "Reserva de la biosfera". Es una solución mucho más práctica porque incluye la población entera de estas áreas, se pide su cooperación con una participación muy importante la asociación civil, más las autoridades." Con esta solución en las manos, se nos abrió un nuevo panorama. Teníamos esperanza, tantas veces sonada parecía que iba ser perfectamente posible proteger esta zona.

Vinieron esos días al Rancho del Cielo, el Ing. Andrés Sada de Monterrey y su esposa. Estas personas habían participado en varios proyectos en la República Mexicana. Son entusiastas, observadores de aves y muy conscientes de la necesidad de los bosques en nuestro país. Platicando con Andrés, decidimos trabajar juntos y pedimos una cita con el gobernador del estado, Dr. Emilio Martínez Manatou y llevamos la información que teníamos.

En ese periodo se dieron los primeros pasos para conservar realmente el área a través de una asociación no lucrativa formada por el Dr. Gonzalo Halffter, en ese entonces director del Instituto de Ecología, A.C., Andrés Sada Zambrano de Monterrey y Laura Alcalá de Zorrilla de Ciudad Victoria.

Juntos se acercaron con esta idea al gobernador del estado de Tamaulipas, Dr. Emilio Martínez Manatou. El gobernador Martínez Manatou y sus acompañantes visitaron Rancho del Cielo el 8 de mayo de 1981.

Después de años de trabajo, la declaración del 13 de julio de 1985 estableció la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Con un total de 144,530 hectáreas, fue la primera Reserva de Biosfera en México que estableció un gobierno estatal y no el gobierno federal.

Con el respaldo total de Barbara T. Warburton y Lawrence V. Löf en Rancho del Cielo, una serie de personas asumieron funciones principales en el movimiento para resguardar el área y que no se precipitara al desastre. Estas personas incluían a Andrés Marcelo Sada Zambrano y el Dr. Gonzalo Halffter. Sin embargo, la importancia primordial fue el liderazgo asumido por Laura Alcalá Vargas de Zorrilla. Como sucede con todos los grandes esfuerzos humanos, con frecuencia suele ser una sola persona la que destaca y causa el cambio decisivo (**Fig. 18**).

La Sra. Alcalá de Zorrilla trabajó incansablemente en Ciudad Victoria y México D.F. para dar a conocer al público la inminente pérdida de este lugar de importancia mundial. Sus esfuerzos han proseguido durante tres décadas. No hay duda que esta región importante y en verdad única se habría perdido a no ser por sus esfuerzos.

Hoy en Rancho del Cielo

Surgió una asociación entre Texas Southmost College/Universidad de Texas en Brownsville y Gorgas Science Foundation, Inc., una sociedad no lucrativa dedicada a la conservación y la educación. Conforme a las condiciones establecidas por Texas Southmost, no se entregaría dinero para construir o proporcionar instalaciones. Sin embargo, las instalaciones se han ampliado constantemente en el curso de los años; los alumnos, profesores y voluntarios siguen ayudando a recaudar dinero para comprar materiales de construcción, muebles y vehículos. Ellos mismos hicieron la mayor parte del trabajo. Yo empecé como uno de estos alumnos en 1967 (**Fig. 19**).



Figura 18. La Sra. Laura Alcalá Vargas con la maestra Barbara Warburton, ambas impulsoras incondicionales de la conservación para El Cielo.

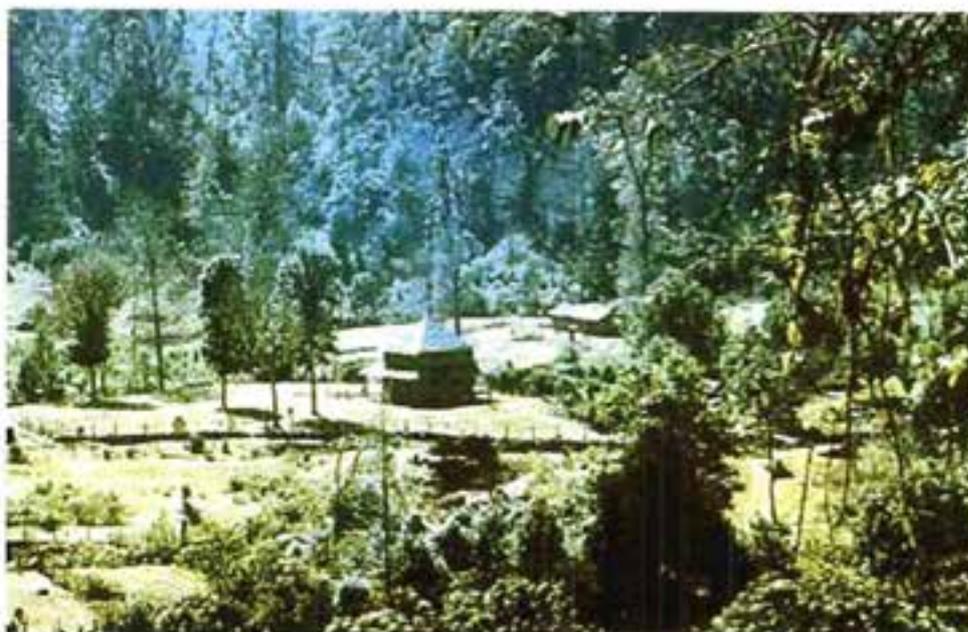


Figura 19. Sitio denominado Casa de Piedra. En el centro se ubica la escuela primaria del sitio (1967).

2. El Cielo in 1948: discovery of a tropical cloud forest

Paul S. Martin

The Desert Laboratory Department of Geosciences
University of Arizona, Tucson, AZ 85721. U.S.A.

Resumen

El presente capítulo ofrece una descripción biológica y de las comunidades humanas, propias de la Reserva de la Biosfera El Cielo, en viajes realizados por el autor, durante la década 1940-1950. El capítulo agrupa y hace referencia a los inicios del conocimiento de la biodiversidad y desarrollo científico realizado en la zona por parte de los primeros investigadores, y ofrece un marco de referencia con el cual confrontar los estudios más recientes. Esta reseña histórica hace evidente la gran importancia de la zona desde el punto de vista de la ecología y la biogeografía, y subraya la urgente necesidad de profundizar en el conocimiento y conservación de esta importante región.

Introduction

The following personal account summarizes my experiences in the Gómez Farías region of northeastern Mexico, beginning over 50 years ago. In the Spring of 1948 with Ernest P. Edwards and Roger Hurd, and in the Spring of 1949 along with Byron E. Harrell, William B. Heed and C. Richard Robins I collected birds and other vertebrates in a previously unstudied and virtually undisturbed tract of old growth temperate deciduous forest or cloud forest. The locality at El Cielo, Tamaulipas, 1175 m in elevation in the Sierra de Guatemala, lies 8 km northwest of the Municipio of Gómez Farías and 5 km west-southwest of the Río Sabinas at El Azteca. On vegetation maps the habitat is shown as a narrow broken ribbon at elevations of 1000-1800 meters rimming the wettest parts of the Mexican Plateau, the mountains of Chiapas, and those of Central and South America.

Discoveries of the late 1940s and 1950s were no more than a suggestion of things to come. Sampling of the natural environment at El Cielo soon accelerated and continued apace, driven by much more penetrating and sophisticated questions about ecosystems and their management than we dreamed of over 50 years ago. The modest corpus of information assembled in 1948 and 1949 by half a dozen ornithologists, and sponsored by George M. Sutton, was sufficient to reveal the considerable significance of El Cielo to ecologists and biogeographers, as well as to the ornithologist.

An 18 years old freshman fascinated with birds I entered Cornell University, Ithaca, New York, in the fall of 1946, ready and eager to study zoology in general and tropical birds in particular. A Cornell graduate student, Ernest P. (Buck) Edwards, heard of my interest and invited me to join his next field expedition to Mexico. Buck was working on a dissertation on the birds of the Lake Pátzcuaro basin in the State of Michoacán. He collected specimens for the ornithologist-artist George M. Sutton who had studied the birds of northeastern Mexico, beginning in the 1930s.

I'd never heard of Lake Pátzcuaro or of Michoacán. Since it was somewhere in central Mexico, I imagined that Lake Pátzcuaro must be tropical. I'd drop out of Cornell for a semester to help Buck collect birds and other vertebrates and put up bird skins. What a lucky break! In addition, Roger Hurd, who kept an apple orchard in northern Pennsylvania, volunteered his services. Although not a Cornell ornithology student, he was keen for adventure, he could cook, and above all he proved to be a wonderful "people person", a major asset for us in Mexico where the *campesinos* seemed willing to accept almost anything from *gringo* strangers provided they came with a friendly, upbeat attitude.

In early February of 1948 we started south in Roger's new International truck. The truck sported a homemade metal shell, the prototype of a camper. Four days and 3300 km later we crossed the International Boundary into Reynosa. Besides inspections at Mexican customs and immigration we were required to have our shotguns and bird collecting permit approved by the local *comandante* of the regional military district. The bureaucratic details went smoothly. Beyond the towns and irrigated fields near the Río Grande we entered the vast gray-green thorn scrub (*matorral*) of northern Tamaulipas, sometimes called "chaparral", although it lacks the scrub oaks and manzanita of interior chaparral in the mountains of Arizona and California. The stark treeless scrub seemed desolate, open, hot, dry, and lifeless. This was a far cry from my dream of a dense tall tropical jungle filled with parrots, monkeys, and boa constrictors. It was not love at first sight.

We soon came to dramatic mountains soaring up behind Monterrey, harboring trees, and more to my taste. Late the next day, south of Ciudad Victoria, the capital of Tamaulipas, a road sign informed us we had crossed the Tropic of Cancer.

Within another 25 to 30 km the highway swung west toward the foot of the Sierra de Guatemala (the local name for an offset of the Sierra Madre Oriental). Here, at last, we found ourselves surrounded by truly impressive tropical vegetation. Undoubtedly more disturbed than we knew.

Nevertheless, here was the real stuff, patches of dense tropical deciduous forest, complete with *chaca* (*Bursera simaruba* which I'd seen in southern Florida), strangling figs (*Ficus cotinifolia*), and palms on hillsides, with *guasima* (*Guazuma*), *huapilla* (*Bromelia*), bamboo, elephant ear, and door-yard plantings of tropical fruits, avocados, papaya, guayavas, bananas, and pineapples on more level sites. From a distance we could spot important ranch houses or tractor sheds (that also served as sleeping quarters) by their emergent massive *orejón* or monkey ear trees (*Enterolobium cyclocarpum*), the trunks up to a meter in diameter and big enough to be made locally into canoes. Here some 330 kilometers south of the border grew tropical lowland forest trees, species that range southward deep into the tropics of Central or South America. Some find their northern limits considerably farther north of Tamaulipas in the Sierra Madre Occidental where they penetrate frost free barrancas within the states of Sinaloa and Sonora.

After a bath in the river we camped that night under Moctezuma cypress (*Taxodium mucronatum*) at a small sugar mill on the bank of the Río Sabinas within the small Spartan ranch of Everts W. Storms, an expatriate Texan. Two years earlier while searching for Sutton's former field camp along the Río Sabinas at *Rancho Rinconada* Buck Edwards had discovered and befriended Everts. We were at the edge of the tropics that Sutton and Pettingill wrote about in "Birds of the Gómez Farias Region" in the *Auk* in 1942, to be followed thirty years later by Sutton's book, *At a Bend in a Mexican River*. The contact with Everts Storms would prove to be our key to the cloud forest and to other ecological treasures of the region. Below the mountains of mystery Between forested ridges at the foot of the Sierra de Guatemala the Río Sabinas emerges from its *nacimiento* or birth place, a magnificent big spring, full of fish, turtles, and fresh water prawns that walk the bed of pools at night, much larger and more delicate than the crawfish we knew from rivers and streams of eastern USA.

Surrounding rocky slopes are too rough to cultivate and support tropical semi-evergreen forest. The wet (east-facing) side of the Sierra de Guatemala is cavernous limestone. No matter how hard it rains, even in hurricane season, most drainage in the mountains soon finds its way not into ravines or arroyos feeding tributaries of river channels, as on the dry (west) side of the Sierra de Guatemala, but into innumerable limestone sinkholes (*sótanos*) that funnel down through a subterranean network of caves, caverns, tunnels, and drains to emerge at the foot of the mountains in great springs or *nacimientos*. These are the sources of the Río Sabinas, the Río Frio, and adjacent rivers of the lowlands. As they leave the mountains, rivers like the Río Sabinas irrigate agricultural lands, especially sugar cane, along with such crops as maize and tomatoes.

Everts Storms came to Tamaulipas early in the century. His Father had been the U. S. consulate in Ciudad Victoria. As a young man Everts worked in the oil fields of Tampico. For a while he and other Americans escaped the Mexican revolution by hiding out in uninhabited parts of the Sierra de Guatemala. He named his ranch on the Río Sabinas "*Pano Ayuctle*," Aztec for *calabazas*, or pumpkin ford. He also thought of it as the "*Rinconcito de Dios*" (God's little corner, ES to PSM 12 October 1956). The scale 1:50,000 CETENAL map of the Gómez Farias region shows it as *Rancho Calabazas*.

Like many others after the Mexican Revolution, a part of Everts Storms' ranch was expropriated. A settlement west of the River, Ejido El Azteca, was one result. If there was any disquiet in the aftermath of his loss, it was not obvious to us. The ejidatarios at El Azteca were on good terms with Everts. Like most Tamaulipans, they treated us most kindly and in later years helped collect reptiles for my research and protected a hygromograph station that I set up in an instrument shelter near El Azteca.

Everts and his ranch hands made sugar in the traditional way, feeding a few cane stalks at a time into a small mill powered by a mule. The raw cane juice drained into a bathtub-sized wooden trough, its bottom sheathed in metal. The cane juice was boiled down until the concentrate could be poured into molds to make brown cones of raw sugar (*piloncillo*) wrapped in the leaves of the sugar cane. When dry it took a hammer or a hatchet to break *piloncillo* into smaller pieces.

While farmers cultivating the rich, black soils of former palm forests around Chamal, El Limón, and Ciudad Mante operated tractors, many small-scale farmers, including Everts, still used oxen for plowing, and for other heavy work (including pulling our stuck vehicles out of rainy season mud holes in his lane). The big mechanized industrial farms in the region grew sugar cane in fields irrigated by the Río Guayalejo and its tributaries, with large commercial mills producing refined sugar at Ciudad Mante and at Xicotencatl.

With alternating patches of deciduous forest, semi-evergreen forest, and cleared land bordered by living fences of *guasima*, bull's horn acacia, and other fast-growing trees and shrubs, the smaller ranches teemed with wildlife. Everts's cane field harbored boa constrictors. At night huge toads, *Bufo horribilis*, big enough to fill the bottom of a bucket, lumbered into our camp after bugs attracted by the intense light of our Coleman lantern. In the summer rainy season the faint chirps of barking frogs (Leptodactylidae, *Syrhophus*), and the much louder vocalizations of tropical frogs and toads provided rich night music. Large black iguanas (*Ctenosaura*) lived in trees near Chamal and Gómez Fariás. The strangling figs found throughout uncultivated parts of the lowlands, whose fruits attracted military macaws, harbored a large fence lizard, *Sceloporus serrifer*, which I later described as a new subspecies.

More exotic was the spindly-legged bright green cacique lizard in the genus *Laemactus*, a new record for Tamaulipas (Peters 1946). The tropical viper or fer-de-lance (*Bothrops atrox*), locally known and feared as *cuatro narices* (four nostrils) or *cola blanca* (white tail), occasionally appeared swimming with us in the Río Sabinas. Herpetologists at the University of Michigan's Museum of Zoology told us that the *Bothrops* and the tropical rattlesnake, *Crotalus horridus*, which we later collected, were new records for Tamaulipas. In 1949, in woods near the river, Roger Hurd captured a tayra (*Eira*, locally *tepe-chichi*), a fierce tropical mustelid said to weigh 4-5 kg. The animal dropped to the ground and attacked Roger after he shot and wounded it in a tree. He managed to club it to death, smashing the stock of Doc Sutton's shotgun in the process.

He returned to camp both crestfallen [he had broken their only collecting weapon] and elated [they now had a specimen of the rare tropical mustelid]. Sutton considered Roger's experience "one of the most amazing reports I had ever listened to concerning an encounter between man and beast" (Sutton 1972: 88-91).

Cow trails through the dry forest were infested with ectoparasites: full-sized ticks, tiny "seed" ticks, and minute chiggers. Reaction to their bites kept me up itching half the night. I noticed that Everts and the local people could walk the same trails apparently with no ill effects. However, they could not avoid the ill effects of malaria, a chronic health problem for many throughout the lowlands. We took our anti-malarial pills faithfully. To Everts's dismay we boiled our drinking water or chlorinated it with Halazone tablets. Everts teased us about "doctored" water. Nevertheless, more than one zoologist drinking untreated surface water in southern Tamaulipas came down with typhoid.

When Everts invited us to share his meals, prepared by his cook, Doña Petra, we drank vast quantities of aguacate tea, a tasty beverage that we reasoned should be safe since it had been boiled. Everts introduced us to such local specialties as "nopalitos", diced new cactus pads, akin in texture to okra. Around holidays Everts invited us to his table to share the turkey mole (poultry drenched with chile and chocolate sauce).

We stalked trails through the brush and along the Río Sabinas hunting motmots, cotingas, ant tanagers, and other birds. In spring we found a variety of warblers and other migrants heading north.

These we could identify with the help of Roger Tory Peterson's *Field Guide to the Birds of Western North America*. Nevertheless, to learn the native birds we had little to go on beyond occasional descriptions of calls or behavior in Sutton and Pettingill's annotated list. The first field guide, *Birds of Mexico* by Emmet R. Blake, did not appear until 1953. Although the local people had Huastecan or Spanish common names for many of the native plants, especially the trees and shrubs, there seemed to be few local names for the birds other than game birds.

The only secure identification was a bird in hand, destined to become a specimen suitable for taxonomic study. We followed the classic procedure—when in doubt "shoot first and ask questions afterward".

Occupied with specimen preparation our outdoor laboratory naturally attracted the local people, initially small children, then older siblings, and finally heads of households including Don Marzo and various members of the Osorio family who lived on Everts farm. The word spread quickly. Soon everybody around Rancho Pano Ayuctle knew about us or had seen us wandering along the trails looking at pájaros (birds) with our binoculars and shooting the ones we wanted for specimens.

Now they knew about the strange things we did with them (skinning, stuffing, sewing up the ventral incision and pinning out the specimen). Until his generosity began to deplete our stock, and we begged him to stop, Roger Hurd won friends among the señoras with small gifts of needles and thread from our skinning supplies.

Everts promised that when we returned from Michoacán in April he would help us with *bestias* and a guide for a collecting trip up into the mountains where he said there were monkeys, a lost mission, and a lake at a place called La Joya de Salas.

From down below, when not enveloped in the clouds, the montane forests west of the Río Sabinas looked dense, unbroken, and ever so inviting.

To the best of our knowledge no biologists had explored the place. I looked forward to being in the first party to do that. In Michoacán I soon saw that at an elevation of 1800 meters the Lake Pátzcuaro Basin would not be tropical. Most of the resident breeding birds are temperate species that range north into western United States, some as far north as Canada. After a month we left for the Sierra Madre Occidental to search without success in the pine forests of Durango for one of Mexico's rare birds, which Buck hoped to photograph, the Imperial Woodpecker or *pito real* (*Campephilus imperialis*).

In early April we drove east across the grasslands of Durango into the creosote bush of Coahuila, through Torreón to Monterrey and south, retracing our route back to the tropics of Tamaulipas for that trip Everts had promised. Everts greeted us with mail. Besides news from my parents in West Chester, Pennsylvania, there was a letter from Ann Arbor, from Doc Sutton. He'd heard of our plans to explore the mountains above the Río Sabinas and that I would spend a month up there. He sent reprints I'd requested, most notably his seminal "Birds of the Gómez Farias Region". He offered guidance.

"I call to your special attention that at the Pano Ayuctle you are practically at the type locality of *Chaetura vauxi tamaulipensis* and of *Hesperiphona abeillii saturata*, so either of these birds would be especially desirable as specimens. I assure you you'll not shoot too many of the swifts.

They come too close to sitting in the lap of the gods for that. As for the grosbeak, the last specimen I shot fell into a deep fissure among rocks on one of those slopes to the west of the River [Río Sabinas] and I never even saw it after it fell. Perhaps it had only been crippled". The swifts and grosbeaks immediately became "targets of opportunity".

"Paul. Be sure to take full notes on breeding activities. More information on the wren *Nannorchilus* would be welcome. Do those birds build those fine nests, or does some other species of bird build them? Any information on the breeding of the Ant Tanagers would be good to get. I suspect that they nest semi-colonially. But the differences in the nesting of the two species should be looked for". The wren *Nannorchilus* was not up in the cloud forest and the ant tanagers did not breed there. I learned what I could of breeding bird activity and that summer mailed my notes to Sutton.

Heaven's ranch in the clouds

Like most Spring days in the dry season in the coastal lowlands of eastern Mexico, the morning of April 10, 1948, was clear, very warm, and heating up rapidly. Buck, Roger, and I repacked our gear once again, the incessant task of travelers. Faced with four days in the mountains for all of us, and at least a month for me, the operation involved some fine-tuning. What guns, ammo, specimen panniers, grub, and personal gear could we pack up on our backs or on those of two mules? The rest would go north to Cornell in Roger's truck, or remain in storage in Everts's ranch house. Like most Huastecan dwellings his was a simple affair, made of poles set vertically, sealed with plaster, and open for ventilation beneath an overhung palm thatch roof that managed to shed most of the worst rains and, equally important, reflected the sun's rays without storing heat.

Already we were dripping perspiration and we hadn't seen the mules yet. Everts had recommended an early start, not because the trip would take all day -it wouldn't- but because that way we'd be far enough up in the mountains to escape the heat load of the noonday sun. The mules did not cooperate and it was early afternoon until they were rounded up and packed. Everts had found a guide, Cruz, and we could start. We splashed across the pumpkin ford of the Río Sabinas, and strode past the village huts at Ejido El Azteca, where kids and their mothers peeped at us through cracks in the walls. We cut around boulders and entered the sun-splashed tropical forest to begin climbing, first up to a bench at 300 meters, then steeply to switchbacks along an abandoned *malacate* (winch and cable, in ruins, from earlier logging days), then up a steady ascent, drenched in sweat. At an elevation of 600 meters the mountains ahead looked just as formidable as they had at the start.

Stopping for breath, I drained my canteen. An hour later, thoroughly dehydrated, I was happy to see Cruz holding the mules back from a charco of tea-colored water that smelled fetid. Ignoring tales of typhoid we drank it. The mules didn't hesitate when their time came. Late in the afternoon, on level ground, we left the old lumber road to find ourselves on a faint trail enveloped by cool air and the blessed shade of dense tall forest, inhaling the refreshing scent of rot coming from damp decaying wood and a deep, rich, leaf mulch. In response to Roger's question, Cruz assured us that Rancho de El Cielo was "muy cerca" (close by). I estimated that we were about eight kilometers from our starting point.

¿Que distancia más? (How much farther?) Roger persisted.

"Una legua" came the reply. In my dictionary a league is about three English miles, or five kilometers, which roughly agrees with the distance recorded after the network of lumber camp roads was built.

Along with oppressive heat we'd left below many tropical species of birds such as the Great Kiskadees, Red-billed Pigeons [before lumbering, not collected in or known to breed in the cloud forest], and low-flying Red-crowned Parrots, screaming an ear-splitting "heelo, heelo, cra, cra, cra!" We'd left the tropical lowland plants that I was just getting to know such as *palo de rosa* (*Tabebuia*), *pochote* (*Ceiba*, *Pseudobombax*), *chaca* with its thin papery bark (*Bursera simaruba*), and the conspicuous blue-flowered vine *bouganbilia de la montaña* (*Petra*). More to the point and guaranteed to stir the blood of bird collectors no matter how trail weary, we began to hear bird songs and calls completely new to us. Buck collected a game bird on the forest floor that proved to be a long-clawed or Singing Quail (*Dactylortyx*). Some calls we recognized as belonging to birds of the montane and not the lowland forest, like Spot-crowned Woodcreepers and Mountain Trogons. With lots of rotten trunks and snags in the old growth forest the trogons found plenty of nesting sites.

Most memorable of all the bird songs was the hauntingly melodious cascading chant of the Brown-backed Solitaire (*Myadestes obscurus*), composed, it would seem, to add value to Mexico's richest woods and wildest barrancas. One of Sutton's finest illustrations is of a Brown-backed Solitaire perched on an oak branch loaded with mosses, ferns and orchids.

Roger rushed up to report a dead coral snake on the trail. Ringed in red, black, and yellow it certainly looked like a coral snake.

We saved the specimen which turned out to be a harmless colubrid, the coral snake mimic *Pliocercus elapoides*, said to feed on small salamanders. One distinction, the number of scale rows at midbody, 17 instead of 15, is not a feature likely to be useful for ophidiophobes intent on distinguishing the mimic from the real thing in the field. Who wants to pick up a live snake with red, black, and yellow rings, just like a coral snake, to count its scale rows? In the cloud forest I found only mimics. The venomous coral snakes (*Micrurus*) lived in the lowlands (Martin 1956).

The pace slowed as Cruz gave his mule free reign to help find the way through the trees and around moss-covered boulders, the faint path obscured by fresh litter of oak leaves and the lengthening shadows of sundown. *Bestias* have valuable skills at path finding. Buck said the tall, slender trees up to 40 meters in height, their trunks clear of branches beneath a surprisingly small leafy crown in a tight canopy, were sweet gum (*Liquidambar*). Some species of oaks (*encinos*) were equally tall.

The trees supported epiphytic orchids, ferns, mosses, and abundant tank bromeliads (*Tillandsia*), the latter topped by pink, flowering spikes resembling budding gladiolas. Their clasping leaves held a pint of water attractive to a variety of small animals including two genera of salamanders. In places the trail circled around rock pillars or spires blanketed by clumps of succulent-leaved agaves (*Agave celsi*). Besides sweet gum Buck noticed hickory (*Carya*), walnut (*Juglans*), red bud (*Cercis*), and other trees found in the eastern United States. But the forest was taller, denser, and richer in tree species than any we had seen before and included tropical genera such as small palms (*Chamaedorea*) that were totally unfamiliar to us.

Although the place only lacked Rima the Bird Girl to qualify as Hudson's *Green Mansions*, I did not envy the South American naturalist, W. H. Hudson, who never actually saw the Venezuelan tropical forest and its guardian that he wrote about in his popular novel. Here in the mountains of southern Tamaulipas magnificent green mansions needed no literary enhancement! As dusk descended we reached our destination.

The forest opened into a clearing, an orchard bordered by a rough worm fence connecting rock piles.

A short, wiry man in his mid-forties with dark, curly hair and bushy eyebrows wearing blue jeans and *guaraches* (stout leather sandals often soled with old automobile tire tread) sounded a gruff word of greeting. Instantly, I felt at home.

News of our coming had preceded us to William Francis (Frank) Harrison, known locally as *Don Pancho*, had supper waiting. Cruz and Frank saw to it that the mules would get theirs first, as soon as they were unloaded. Wasting little time with introductions, we headed for Frank's water bucket.

Even here, in all this moss-draped dampness, surface water including springs was surprisingly scarce. Frank caught run off from a rain barrel and carried drinking water in buckets from a small spring. Ducking under the low sweep of the eaves we settled ourselves on home-made benches and chairs in Frank's small log cabin to be served Frank's specialty, thick buttermilk pancakes drenched in honey from Gómez Farías, with fresh butter from milk from his cows and peach preserves from his orchard.

To our protestations of a supper worthy of kings, Frank demurred: "ain't nothing, boys, just hunger's sweet sauce". After supper Frank fielded questions about this magical place. He'd been there since April 1933 (WFH letter to PSM, 9 October 1954).

"Are there jaguar?"

"Yeah, I've hunted *tigres* into the caves, and shot them. The *tigres* and occasionally the bears come after my *becerras* [calves] and *novillas* [heifers]". On rare occasion a jaguar would even kill a full grown cow (WFH to PSM, 27 Sept 1957).

"Army ants?"

"Every year or two they clean out my cabin, all the rats, mice, scorpions, centipedes, and vinegaroons [whip scorpions]. When the ants come in I move out with the grub. In a day or two I can move back."

"What's that flapping around the eaves?"

"Probably vampires [*Desmodus*]. They attack my cows, and screw worms infest the wounds. They don't bother people. And don't worry about taking your quinine". We took Atabrine. "The mosquitoes up here don't carry malaria".

"Out in the woods, off the trail, watch out for balanced rocks over 'trap door' sinks. If you fall in and break a leg, or even if you don't, you may not be able to climb out.

You're done for unless someone happens along". Frank shared our biological interests and proceeded to brief us with little prompting.

"Yes, the swifts nest here in hollow trees, and also in caves, along with motmots, hummingbirds, and owls. No, this is not the season for *faisán real* [royal pheasants alias Great Curassow, *Crax*]. They come up in late fall when the acorn crop is ripe.

Keep an eye out for *ajoles* [Crested Guan, *Penelope*; both it and *Crax* are game birds larger than the chachalaca, in the same family, and all are excellent fare].

"So that big leaf stung you? Don't touch it!" Attracted by tiny hummingbirds at the edge of a clearing I'd brushed a tall spreading shrub with big, deeply dissected, leaves and my arm still smarted. "It's *mala mujer* [bad woman, *Cnidocolus multilobus*, Euphorbiaceae, spurge family]". Down in Veracruz they have one even worse, *mal hombre* [Frank may have been wrong about this. *Mal hombre*, *Ureca caracasana* apparently increased in the cloud forest after lumbering; and Marie Webster tells me that the stinging hairs of *mal hombre* are not as painful as those of *mala mujer*].

"It's true, when he comes up into the mountains Don Everisto spends most of his time at La Joya. He's a Texan and he likes the wide open country, with good places to hunt deer. Here we have the *verenda* [I did not know about the tropical brocket, *Mazama americana*, a diminutive tropical cervid even smaller than the dwarf white-tail deer in the lower Florida Keys]. We'll go out some night with your flashlights and hunt them.

"I don't know where Everts gets his idea of monkeys up here. [Nevertheless Everts Storms may have been right; the spider monkey, *Ateles geoffroyi*, is listed from Tamaulipas in Leopold 1959]. Felix Burgos says there are flying squirrels over at Casa de Piedras". Later among the small mammal bones from owl castings littering a cave floor near Casa de Piedras I found jaws of flying squirrels, *Glaucomys volans* (Koopman and Martin 1959).

"No, there is no more lumbering than what you saw from before the war (ten years earlier), the second growth along the trail above the *malacate*". Most of the cloud forest remained uncut. That situation soon changed. Within two years four wheel-drive, World War II surplus lend-lease trucks hauled logs over incredibly rough, narrow, bouldery tracks to mills in the mountains.

Overloaded trucks lurched down from mills to deposit their loads at drying yards east of Gómez Farías. In the 1950s botanist Jack Sharp of the University of Tennessee narrowly escaped death or se-

vere injury or when the load he was riding down the mountain broke loose on a pitching turn and spilled him off. In 1956 Felix Burgos lost his son Hilario when a truck turned over on him in the mountains (ES to PSM 12, October 11, 1956).

We were thoroughly impressed with Frank's knowledge of the mountain forests and their natural history. Frank told us of two other ranches in the cloud forest. One nearby belonged to a neighbor, Paul Gerlich, a German National. At the other lived Felix Burgos and his family from Gómez Farías, according to Frank a half-day's walk to the southwest at a place called Rancho Viejo near Casa de Piedras. If our experience of this day was an example, we had considerable respect for what in Frank's opinion a "half-day's walk" in this rough country might be like.

We didn't ask the obvious question: what was Frank doing living a hermit's life up in the cloud forest? Later, Everts told us that Frank had been a school teacher in the small gringo colony in the lowlands named Chamal (now López Mateos). The colony was established early in the century by immigrants from Oklahoma (Webster 2001). Others came from Canada, including Frank.

In the 1930s, after he came out second best in an affair of the heart, Frank left for the mountains. Or perhaps it was to escape malaria. I prefer to share to view of many who be friended Frank over the years, that he was wise enough to appreciate the incredible beauty of El Cielo and did not waste his time in a vain search for something better (see Webster 2001).

Frank had a green thumb. In his orchard he grew peach, plum, and crabapple trees, and black berries. One summer his English walnut yielded 25 quarts of walnuts (WFH to PSM 6 Sept. 1954). He raised flowers for various lowland markets, especially gladiolas, and also amaryllis, gloxinias, day lilies, and Easter lilies. In a small plant house whose walls could be opened on clear days to admit some sun he grew potted plants, including native begonias of the region. Frank received copies of the American Begonia Society's journal, *Begonian*. Around holidays, especially Easter, local buyers would come to Rancho de El Cielo for lilies and other cut flowers, which they would transport down the mountain by burro to Gómez Farías and then by bus to churches in Ciudad Victoria. In other seasons the burros would pack out loads of fruit. When I was back at Cornell making plans for a trip in the spring of 1949 Frank wrote (WFH to PSM 21 Jan. 1949) asking me to bring celo-glass for his plant house, some paint, a tin of udder balm, two cards of

"Mendits" (light tin washers for mending pots and pans), "and if you have room, about five pounds of muriate of potash and five pounds of superphosphate". In 1951 in his jeep Byron Harrell of the University of Minnesota brought up a wood stove for Frank, the gift Leland and Sherwood Blalock whose ranch was next to Evert's.

In 1957 Frank built a new frame house to replace his drafty old log cabin.

As more biologists learned of the cloud forest and the Rio Sabinas both Rancho de El Cielo and Rancho Pano Ayuctle became a de facto biological field stations. Whether they intended it or not both Frank Harrison and Everts Storms found themselves cast in the role of de facto field station managers! Scientists mentioned in letters or in publications in the ten years since Buck, Roger, and I walked in on him in 1948 (I'm sure there were many more that Frank and Everts did not happen to mention) included the following: Dean Amadon, American Museum of Natural History; Robert T. Clausen, Professor of Botany, Cornell University; Howard A. Crum, botanist, University of Michigan; Reznat M. Darnell, ichthyologist, University of Minnesota; Irby Davis, ornithologist, Harlingen; Robert Dressler, botanist and orchid specialist, Harvard University; William Fox, botanist, University of North Carolina; Byron Harrell, ornithologist, University of Minnesota; Bruce Hayward, vertebrate zoologist, University of Michigan; William B. Heed, zoologist, Penn State University; Efram Hernández, ecologist, and students from Monterrey; Joyce Heckenlabel, ornithologist, University of Minnesota; Pauline James, biologist, Pan American College; Eugene LeFevre, graduate student, University of Minnesota; Scotty MacNeish, archaeologist, National Museum of Canada, Ottawa; Marian Martin, zoologist, University of Michigan; Ted Miller, ornithologist, University of Michigan; James E. Mosiman, zoologist, University of Michigan; Jim Poppy, student, University of Michigan; C. Richard Robins, zoologist, Cornell University; Royal Shanks, ecologist, University of Tennessee; William Shaldach, zoologist, University of Kansas; George M. Sutton, ornithologist, University of Oklahoma; Thomas Uzzell, herpetologist, University of Michigan; Charles F. Walker, herpetologist, University of Michigan; and John Wolfe, botanist, Ohio State University. Undoubtedly there were others not listed here.

In 1953 Frank Blessie built a cabin next to Franks, which he later sold to John Hunter, also from Brownsville. It was the start of an affiliation with Texas Southmost College (now the University of Texas at Brownsville).

Frank's Sister Ethyl came to visit from Michigan. With the help of Bill Byers, Jim Mosiman, Ike Russell, and Carlos Seravia, I organized a field trip to El Cielo, starting in Brownsville in March, 1962, and ending in Tucson, Arizona, a part of the first International Palynological Congress held at the University of Arizona. The field party included Pierre and Francoise Dansereau of the Université de Montréal, Canada; Roger Morrison, his son, and Estella Leopold of the United States Geological Survey, Denver; Matsuo Tsukada of Yale University; William Watts of Trinity College, Dublin; Hans Jurgen Beug of Switzerland; Ulrich Horst of Algeria and a dozen other paleobotanists or palynologists who wanted to see the remarkable mixture of tropical and temperate genera of plants which might help explain some parts of the fossil plant record of the Cenozoic. Frank had arranged for benches to be installed in the back of two lumber trucks that took us from the highway at El Encino up to El Cielo and on over the mountain to La Joya de Salas. Over the years the visitor stream ended Frank's life as a hermit. He took it in stride. Frank's hospitality proved boundless.

El Cielo to La Joya de Salas

But this was mid April of 1948 and our very first trip to El Cielo. Well fed and comfortable in the fresh mountain air we dug out our sleeping bags. Frank said it didn't look like rain, and the dense short carpet grass outside his cabin provided a natural mattress. My last question to Buck concerned the low hoots coming from the edge of the forest. Buck thought it might be a Mottled Owl or Wood Owl (*Ciccaba virgata*), not found in the United States.

Just before dawn the Mottled Owls were still hooting while the Blue-Crowned Motmots tuned up with owlish "poots" of their own. Among the birds I found owls to be especially fascinating. For one thing, bones in the regurgitated pellets of the larger owls provided an excellent record of small mammals to be expected in the region. I yearned to collect the mystery owl. The next day Cruz returned to Pano Ayuctle and Paul Gerlich appeared to guide us northwest over the top of the Sierra to the mountain village of La Joya de Salas. A few miles north of Rancho El Cielo, back on the main trail between La Joya and the lowlands, near the upper limit of the cloud forest, we stepped aside for a string of six burros loaded with grain sacks. With them, alone and on foot, came their young wrangler, trail-wise and quite at home in these lonely woods, a twelve-year-old in a straw hat with a *morral* (sisal string

bag) containing tortillas for his lunch. Following custom, Antonio (one of the boys from the Osorio family that would host us in La Joya) solemnly shook hands and bid each of us *Adios* in turn before he continued on his way down to Rancho Pano Ayuctle to deliver shelled corn. The scene was deceptively peaceful. A few years later I learned that Antonio Osorio was bushwhacked and killed at a narrow pass on a trail outside La Joya, victim of a mountain feud that involved his older brothers and some rival clan. In the country, blood feuds and killings are not unusual. Southern Tamaulipas may not be as lethal as rural Oaxaca, where a man has better than a 30 percent chance of being killed before he turns fifty (Greenberg 1989). Nevertheless, even before the days of the drug lords the campo knew deadly quarrels. The owner of the sawmill at San Pablo, and later near Agua Linda, Sr. Luis Ubando, had a reputation for disappearing, and missing payrolls until in desperation his destitute employees left the mountains to seek work elsewhere. Eventually, he would unexpectedly reappear at his mill, pay back wages to the few remaining workers, hire replacements for those that had left, and start over. In a cowardly way he killed a man in El Limon, later settling with his widow for 10,000 pesos (ES to PSM, July 17, 1953; FH to PHS 20 Oct. 1953). Frank Harrison himself was murdered outside his cabin in 1966. His assailants, said to include some of the agrarian newcomers to the cloud forest from Michoacán, expected to rob Frank of money he didn't have. In particular they wanted his ranch (Webster ms).

At around 1,450 meters, almost as soon as we left the cloud forest and Antonio to enter the pines, noisy Mexican Jays (*Aphelocoma ultramarina*) announced their presence with distinctive nasal squawks. They replaced the Green Jays (*Cyanocorax yncas*) while "pino triste" (drooping-needled pines, *Pinus patula*) replaced *Podocarpus*, the cloud forest gymnosperm widespread in the Southern Hemisphere.

After more climbing we reached a partly eroded sinkhole, *Agua Zarco*, where a small spring was one of the few sources, uncertain at that, of semi-potable water to be found on the route. A few tall evergreens known as *cedro* (*Cupressus*) grew here, relatives of the cypress trees found in the Desierto de los Leones outside Mexico City. Other trees and shrubs included basswood (*Tilia*), magnolias (*Magnolia*), small yew trees (*Taxus*), dogwood (two species of *Cornus*), bay (*Myrica*), and an attractive evergreen shrub, *Ternstroemia*, in the tea family. Later we learned that the rock rattlesnake we collected near here would be described as a

new subspecies of *Crotalus lepidus*.

At the top of the mountain at 1,800-2,200 meters in elevation the roughness of the karst limestone precluded deep soils suitable for pasture grasses. In addition the scarcity of surface water made the wet pine-oak woodland unsuitable for livestock, unlike the grassy oak-pine woodland at lower elevation. The top of the Sierra de Guatemala was uninhabited except for travelers on the La Joya de Salas trail like our-selves. Nevertheless, it was hardly remote. By listening closely from a ridge top on a damp day when the air was still I could just detect a familiar rumble. It was the faint sound of unmuffled truck traffic beyond the foot of the mountains on the Pan American Highway some 13 kilometers due east and 2 kilometers lower in elevation.

In the drier woodland on the east side we found many similarities to the pine-oak communities we had visited in Michoacán and Durango including the handsome spreading *madroño* (*Arbutus xalapensis*) whose smooth red trunks illuminate pine-oak habitats in many parts of the Mexican Plateau. North of the international border the pine-oak woodlands and forests reach their northern limit in the sky islands of southern Arizona, southern New Mexico, and west Texas (Marshall 1957).

Northwest of La Joya, trails descended through a chaparral of oaks and Ericaceae and savannas of *Acacia* into the arid Jaumave valley, dominated by creosote bush (*Larrea*), candelabra cactus (*Myrtillocactus*), many other cacti, arborescent yucca, and various spiny or oily xerophytes representative of matorral of the Mexican Plateau. The linear distance from the cloud forest north of Rancho de El Cielo to desert scrub with creosote bush around Jaumave is under 40 km, a remarkable juxtaposition.

Like opposing folds in an accordion, the wet and dry sides of Mexico's Sierras feature a rich mix of highly diverse wet and dry biotas in close proximity by virtue of steep climatic gradients. The transect we had experienced in the last few days reflected the basic change in forest composition and structure to be expected as one ascends in elevation from the tropical lowlands or *tierra caliente* into the cool *tierra templada* of the mountains a pattern recognized over 200 years ago when since the geographer Alexander von Humboldt described changes from the lowlands of Veracruz up to the glaciers on high volcanoes outside Ciudad México.

Distributed along the gradient in the Sierra de Guatemala from the lowlands to 2,100 meters at the crest and down to 1,400 meters on the dry (west)

side were at least eight common species of encinos (*Quercus*), none found in the United States. From the Huasteca region (20° to 24° N; 97° to 101° W) Puig (1976) lists 68 species of *Quercus*. At La Joya de Salas, a settlement of perhaps 45 *jefes de familia* (heads of households), Everts's friends Doña Geronima and Don Cayetano Osorio introduced us to their sizable family and made us feel at home. Displacing some of their older *niños* they offered us their *casa de cocina* (cook house) for sleeping quarters and for specimen preparation. The cook-house had one drawback to which we could hardly object. At first light when the roosters began to crow and to flap their wings Doña Gerónima and her daughters Maria and Chucha would enter chatting softly. They proceeded to grind *masa* [corn kernels soaked in lye] with a *mano* [stone roller] on a stone *metate* in the traditional way, soon accompanied by the gentle pat-patting of hands making tortillas, a crucial part of our breakfast. Gradually the delightful scent of hot tortillas on a small grill perfumed the tiny room. Sun splashes glinted through cracks in the walls. I heard a distant gunshot and looked around to find that Paul Gerlich, Roger, and Buck were already up and about, leaving me slugabed under the feet of the breakfast cooks.

Mobbing a mottled owl

After three days of good collecting around La Joya, Buck, Roger, and I returned with Paul Gerlich to Rancho de El Cielo. There they left me with plenty of cotton, the drying rack for bird skins, the pannier for storing them, a shotgun and aux, a quart of formaldehyde, and some extra pesos. Until Buck's return from Ithaca I would be able to explore the cloud forest, as a guest of Franks, the best of all possible teachers. The first day Frank suggested that we investigate "Crystal Cave" and other sinkholes with calcite crystals near his clearing. There must be many thousands of caves and sinkholes in the tropical evergreen forest, cloud forest, and pine-oak forest in the Sierra above Gómez Farías. Years later many new species and new genera of cave invertebrates, including a blind scorpion, would be collected in the region by international cave research teams. I was interested in the vertebrates, and beyond nesting birds such as Vaux's Swifts, Mottled Owls and motmots, the caves yielded amphibians, including a rare species (until we found many more of them in the caves) of barking frog, *Eleutherodactylus hidalgoensis*, and a new species of lungless salamander, *Pseudoeurycea scandens* Walker.

The second day I decided to explore the forest on my own. At the south edge of his field beyond Frank's fence, I came upon a mixed flock of Green Jays, Blue Mockingbirds, Mountain Trogons, and a Squirrel Cuckoo, all screaming their alarm calls and mobbing something. In my experience, when birds mob it is their breeding season and the cause is a predator. A medium-sized owl smaller than a Barred Owl flew out of a tree and into the forest.

Harried at each stop by screaming birds the owl kept trying to escape by flying deeper into the forest. Not noticing the fog drifting in among the trees, I hurried along, tailing the avian mob. Finally I got close enough to bag my prey, a Mottled Owl.

Later I learned that Mottled Owls are fairly common in the cloud forest. Stalking, shooting, and capturing a trophy triggers an adrenaline rush, familiar, I suspect, to all hunters including bird collectors. Some say the rush is genetically rooted in hominid hunting behaviors from our African ancestors. At the time I was innocent of such sociobiological theorizing.

While wrapping my trophy in a cone of butcher paper to protect its feathers from being crushed in my backpack I noticed that the woods were full of hungry mosquitoes. Then I began to realize that while chasing the mob of birds chasing the owl, I had paid no attention to where I was going. Which way was Rancho de El Cielo? To the north, perhaps. Which way was that? Even if I'd had a compass the dense mist and the bouldery roughness of the forest floor would have prevented line-of-sight travel.

Frank said there were only two clearings in the forest besides his own: the corn field of his neighbor, Paul Gerlich, and Rancho Viejo inhabited by Felix Burgos and his family, miles away. I had to find a clearing, or wait for the fog to lift and search for a trail.

The main north-south trail, the way we came in, was not well marked and could easily be obscured by fresh leaf fall. Even Cruz, who knew the country, had his problems at times finding the trail when he guided us in to Rancho de El Cielo. Would I notice a trail if I came to one, and if I did, which direction would be the right one to take?

After walking aimlessly through the fog hoping for a landmark I came to the foot of a hill beneath a small patch of blue sky. The climb up was easy, until the trees gave way to dense, tangled agaves, blackberry vines, and my nemesis, *mala mujer*. The stinging shrubs guarded loosely jumbled, sharp-edged karst limestone boulders famous for their "tear pants" weathering.

The habitat is favored by orchids Dressler, (1962) reported 18 species on North Hill north of Franks. At the time I was oblivious to orchids. Eventually, peering down through the swirling mists I caught a glimpse of a clearing. Although it didn't look like Frank's, faint sounds of chopping meant it was inhabited and I headed down.

I found Paul Gerlich repairing his fence. He couldn't believe that I had managed to get lost and had had to climb South Hill to find my way. He led me to the trail back to Frank's. Two years later Paul's health deteriorated (Frank had told us that Paul had syphilis) and in 1950 Frank's neighbor hanged himself from a beam of his house. Within another year Paul's clearing provided the site of a new lumber mill. Paul's great ambition had been to make his fortune or at least to earn a good living when lumber mills came to the forest. Although he missed his chance, the name of a mill on his property, now immortalized on the 1: 50,000 scale topographic map of the Gómez Farías region, is "San Pablo".

The weeks at Rancho de El Cielo passed quickly. Mid May arrived all too soon. I had assembled field notes on nesting behavior and prepared a representative collection of the breeding birds along with some of the transients or visitors from the tropical lowlands below, the pine oak forest above, or North American species in their spring migration. Among the non-passerines at Rancho de El Cielo I put up specimens of a Thicket Tinamou, a Sharp-shinned Hawk, a Great Black-Hawk, an Ornate Hawk-Eagle, a Bat Falcon, Singing Quail, a White-tipped Dove, a White-crowned Parrot, a Squirrel Cuckoo, a Tamaulipas Pigmy-Owl, a Mottled Owl, two Vaux's Swifts, an Azure-crowned Hummingbird, two Amethyst-throated Hummingbirds, a Bumblebee Hummingbird, a Blue-crowned Motmot, a Golden-olive Woodpecker, an Acorn Woodpecker, a Yellow-bellied Sapsucker, two Smoky-brown Woodpeckers, and a Pale-billed Woodpecker (which Sutton preferred to call the "Flint-billed Woodpecker").

Among the passerines I shot and stuffed two Olivaceous Woodcreepers, three Ivory-billed Woodcreepers, two Spot-crowned Woodcreepers, three Gray-collared Becards, a Dusky-capped Flycatcher, an Olive-sided Flycatcher, a Wood-Pewee, a Tufted Flycatcher, a Green Jay, a Spot-breasted Wren, a Blue Mockingbird, and a Northern Mockingbird, the latter feeding on mulberries. Frank's mulberry tree attracted novelties; although mockingbirds are common in the drier parts of Tamaulipas they were rare in the cloud forest (Fig. 1).



Figure 1. Gathering at the Rancho de El Cielo corral, March 21, 1949. From left to right: George Sutton, Frank Harrison, Paul Martin, Demetrio Osorio, Roger Hurd, Everts Storms, and Bill Heed. Heed, Hurd, Martin, Robins, and Sutton are about to start a hunt for Maroon-fronted Parrots. Osorio and Storms returned to the Rio Sabinas, leaving Harrison at Rancho de El Cielo. Photo taken by Dick Robins.

In addition I collected and prepared three White-throated Robins, two Clay-colored Robins, an adult male and an adult female Brown-backed Solitaire, three Black-headed Nightingale-Thrushes (*Catharus mexicanus mexicanus*), a Rufous-browed Peppershrike, a Solitary Vireo, a Warbling Vireo, a Crescent-chested Warbler, a MacGillivray's Warbler, a Hooded Warbler, three Wilson's Warblers, a Canada Warbler, a Hepatic Tanager, a pair of White-winged Tanagers, two Flame-colored Tanagers, a Red-crowned Ant-Tanager, five Hooded Grosbeaks (*Hesperiphona abeillei*), three Rufous-capped Brush-Finches, an Eastern Towhee, two Grasshopper Sparrows, a Chipping Sparrow and a Lincoln's Sparrow.

While the resident species included many that were new to me, very few were new to museum collections from northeastern Mexico.

After the severe *norte* of February 1-3, 1951, when temperatures descended to minus 6°C at Rancho de El Cielo, Frank Harrison collected a new bird record for the state of Tamaulipas, the Black Robin (*Turdus infuscatus*).

The freeze killed vast numbers of tank bromeliads growing on the trunks of trees in the cloud forest (Martin 1951). In the lowlands "we had the worst freeze that we have ever had, and all the tomatoes were frozen. So were the mango trees, the paguas [a variety of avocado], the bananas, limes, and most everything else but the orange trees and the aguacates. It sure was ugly here and still is" (ES to PSM 23 March 1951). If biogeographic novelty were the objective, I was looking at the wrong part of the biota. In fact I was so focused on the birds and other vertebrates that I failed to appreciate the mixture of temperate and tropical trees. Within a year, botanists and plant geographers would begin to set that right when the next collector, well trained in ecology, sent them herbarium specimens. His name was Byron E. Harrell. He wrote a superb Masters thesis (Harrell 1951) on the Birds of Rancho de El Cielo and he censused both birds and the trees, the latter including both eastern temperate and montane tropical elements in a remarkable association (Hernandez *et al.*, 1950; Sharp *et al.* 1950).

In mid May Buck arrived with his jeep and trailer and we drove on to El Salto in San Luis Potosí to search for macaw nests and then to Lake Pátzcuaro for more collecting and field observations in the critical season for breeding birds. We collected 238 specimens in 104 species, 8 of them new for Michoacán (Edwards and Martin 1955). Nevertheless for me the Tamaulipas experience overshadowed everything else. I dreamed of returning.

Fast forward through fifty years

In Ithaca in the fall of 1948 I learned that Buck did not plan his next a trip to Mexico that spring. I couldn't wait. Fortunately two close friends were interested. Bill Heed, a neighbor and West Chester, Pennsylvania, Bird Club member, would take a semester break from Penn State University to join a Mexican trip. So would C. Richard (Dick) Robins, a classmate at Cornell who had spent the summer of 1948 collecting birds in the West with a Cornell graduate ornithologist, Bill Dilger. Dick's family knew Doc Sutton from Sutton's days as State Ornithologist of Pennsylvania.

In the Spring of 1949, Bill Heed, Dick Robins, and I collected vertebrates, especially birds, from eastern Tamaulipas. In March we were joined at Rancho de El Cielo by George Sutton and Roger Hurd and spent March 21st together in an unsuccessful hunt for Maroon-fronted Parrots, which had eluded me the year before. In April and June, Heed, Robins and I sampled vertebrates in the Sierra de Tamaulipas, a low mountain range supporting open pines and oaks east of the Gómez Farias region.

Although it was much drier than the Sierra de Guatemala we found one of the common cloud forest birds, *Catharus mexicanus*, breeding in the oak woodland of the Sierra de Tamaulipas. In the summer of 1950 I returned to the Cloud Forest with my spouse, Marian Wallach. At Rancho Pano Ayuctle we met Bill Heed and Michigan's herpetologist Charles F. Walker. On the new truck road Marian and I drove by jeep up the mountain from Gómez Farias to San Jose and Casa de Piedras where we spent a few nights with Felix Burgos and his family while exploring the magnificent soon-to-be-cut old growth beech forest.

In the summer of 1951 we returned with two other zoology students, William Z. Lidicker (retired Curator of Mammals, University of California, Museum of Vertebrate Zoology) and John Mackeiwicz. At the start of the trip the four of us spent a week in Gómez Farias based in a Huastecan mud and wattle house we rented from Iloy Cordoba.

In 1953 Byron Harrell and I spent four months in eastern Tamaulipas, mainly in the Gómez Farias region. In the 1950s with help from other field parties and from local residents I assembled a collection of 2,500 reptiles and amphibians representing 100 species from the Gómez Farias region (Martin 1956). The vertebrates, especially the salamanders, found here and in other Mexican cloud forest, suggested that any interconnection with temperate deciduous forests in eastern United States and those of the Mexico predated the Pleistocene (Martin and Harrell 1957). After Ed Deevey published "Biogeography of the Pleistocene" (1949) it was clear that to probe the dynamic world of the last ice age would require fossil pollen analysis and other techniques of Quaternary paleoecology. On a postdoc with Deevey I learned some of the paleoecological techniques and pursued them at the University in Arizona, beginning in 1957.

In 1953, in recognition of the unique ecological features of the cloud forest at El Cielo, Byron Harrell, Jack Sharp, and I formed a committee. That August at the American Institute of Biological Sciences meeting in Madison, Wisconsin, we began a campaign for forest purchase at El Cielo, supported by scientists on both sides of the border including Enrique Beltrán, Irby Davis, Efraín Hernandez, Karl Koopman, and others. We raised over \$800.00 USA currency. It seems like a tiny sum now, but in those days it would have been enough to buy (if not to secure the trees from poachers) a sizable tract of uncut forest. We left our money with Everts Storms who offered to act as our agent in any transaction. Our hopes died with Everts who suffered a heart attack when bathing in the Rio Sabinas in September of 1959 (WFH to PSM, 25 Sept. 1959). Everts was 76. We failed to recover our assets in the settlement of his tangled estate. I suspect it was just as well. Land acquisition by foreigners, especially in parts of Mexico close to the International Border, can be a daunting legal challenge. Only the genius of John Hunter and his friends in Tamaulipas and Texas, not to mention the interest and influence of Mexico's leading conservationist at the time, Enrique Beltrán in Ciudad de México (Simonian 1995), along with the enthusiastic collaboration of Frank Harrison and George M. Sutton, could have succeeded in turning El Cielo into a field station and reserve maintained (without any appropriated funds from the State of Texas) by the University of Texas at Brownsville. Much of the incredible effort is laid out in *The Road to El Cielo* by Fred Webster 2001. While we failed in our attempts at purchasing a tract of uncut cloud forest, I feel that our research and pub-

lications helped to support ecologists and conservationists in Mexico in their establishment in 1985 of the El Cielo Biosphere Reserve. The Reserve embraces 144,530 ha in the Gómez Farías region and is administered through the Universidad de Tamaulipas. In July, 1988, thanks to an invitation extended by Humberto Suzán, who collaborated with Gary Nabhan to protect threatened endemic cacti and succulent species in the dry parts of the region, I participated in the first *Simposio de Investigación en La Reserva de la Biosfera El Cielo*, held in Ciudad Victoria. It was an opportunity to meet luminaries who had done much on ecology and conservation of the region, including botanist F. González Medrano, the French ecologist Henri Puig, and Gonzalo Halffter, the scarab beetle specialist who founded Mexico's Institute of Ecology and succeeded Enrique Beltrán as a leader of Mexico's conservation movement (Simonian 1995). Along with faculty and students from Mexico's Universidad Autónoma de México, Programa Hombre y Biosfera, and France's Université Pierre et Marie Curie, Paris, as well as participants from 17 other institutions, I attended a delightful and enriching three day session on ecological and ethnobotanical research in the Gómez Farías region held at the Universidad Autónoma de Tamaulipas in Ciudad Victoria. The program covered many aspects of ecology, basic and applied, a stimulating and moving experience that showed the value of the Gómez Farías region as a tropical study site for university students from Mexico City, Tamaulipas, Texas, and elsewhere. The value of the research in guiding conservation, management, and sustainable use of El Cielo, as well as other reserves was obvious. It was my first exposure to the concept of community based management of reserves, in which local people who derive some economic benefit from a reserve become stakeholders, with a personal interest in the fate of the reserves (Western and Wright 1994). There have been awesome changes. From Barbara Warburton at Texas Southmost College I learned of a terrible fire in 1971, following lumbering of the decade of the 1960s, a hurricane and an unusually severe drought. The fire raged for months. Hollow trees turned into virtual blast furnaces as flaming gasses roared upwards (Webster ms). I never imagined a firestorm could burn through the cloud forest where the mean annual precipitation for Rancho de El Cielo based on 22 years of data summarized by Larry Lof (1992), Director of the Rancho de El Cielo Station of the University of Texas at Brownsville, is 2.62 meters (103 inches). Normally wildfire would be out of the question.

Recent findings in historical ecology and the earth sciences reveal that the natural environment has been and is exposed to far more destructive changes over time than we once thought. Archaeological remains around Rancho de El Cielo indicate prehistoric human activity and presumably prehistoric disturbance, perhaps with extensive deforestation through adroit use of fire. Fire, drought, "northers" followed by killing frost, and hurricanes are among the historic hazards, while extinction of mammoths, giant edentates and other megafauna at the end of the ice ages reflect a more ancient catastrophe. "Pristine wilderness" and "climatic climax" are concepts that have not fared well as the dynamic nature of ecosystems has been revealed. Even the "old growth", widespread around El Cielo in 1948, may have supported much more *Liquidambar* than would be the case in the absence of hurricanes, fire, and any anthropogenic activity. There has been a seismic shift in consciousness regarding natural area management since the 1940s. Still, there are major problems in sustainability as the conference of 1988 on El Cielo indicated. The Republica de México has a variety of splendid Biosphere Reserves (Simonian 1995). México and the Estado de Tamaulipas can take particular pride in the one within the Gómez Farías region including El Cielo. In the second half of this century the Green Mansions of Tamaulipas became an environmental and ecological training ground for students and their mentors from both sides of the border. While the bird collecting days of the late 1940's were soon to end, ecological research has expanded tremendously. There is much more to learn, not least about sustainability and its handmaiden, community based conservation management.

Acknowledgements

Much of this personal essay is based on "Green Mansions of Tamaulipas", a chapter for a book on the experiences of bird collectors in Mexico and Central America in the 1940s and 1950s being edited by Kevin Winker, University of Alaska, Fairbanks. For editorial and/or documentary help I thank Ernest P. Edwards, Byron E. Harrell, William B. Heed, Mary Ellen Morbeck, Ken Parkes, C. Richard Robins, Steve Russell, Jennifer Shopland, Fred and Marie Webster and Kevin Winker.

Literature cited

- Deevey, E. S., Jr., 1949. Biogeography of the Pleistocene. *Bulletin of the Geological Society of America*, 60: 1315-1416.
- Dressler, Robert L. 1962. Tropical orchids near the Texas border. *Missouri Botanical Garden Bulletin* 50: 15-19.
- Edwards, E. P. y P. S. Martin. 1955. Further notes on birds of the Lake Pátzcuaro region, Mexico. *The Auk* 72: 174-178.
- Greenberg, J. B. 1989. *Blood Ties: Life and Violence in Rural Mexico*. University of Arizona Press, Tucson.
- Harrell, Byron E. 1951. *The Birds of Rancho de El Cielo: an Ecological Investigation in the Oak-Sweet Gum Forests of Tamaulipas, Mexico*. M A Thesis, University of Minnesota, Minneapolis.
- Hernandez X, E., H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bull. Torrey Botanical Club* 78: 458-463.
- Koopman, K. P. y P. S. Martin. 1959. Mammals from cave deposits in the Gómez Farias region of southern Tamaulipas, Mexico. *Journal of Mammalogy* 40: 1-12.
- Leopold, A. S. 1959. *Wildlife of Mexico*. University of California Press, Berkeley. 568 pages.
- Lof, L. 1992. *The Ranch News*; Gorgas Science Foundation, Inc., Brownsville, Texas, Newsletter, 5 pp.
- Marshall, J. T. 1957. Birds of pine-oak woodland in southern Arizona and adjacent Mexico. *Pacific Coast Avifauna* 22. Berkeley: Cooper Ornithological Society, 125 p.
- Martin, P. S. 1951. Black robin in Tamaulipas, Mexico. *The Wilson Bulletin* 63: 340.
- Martin, P. S. 1956. A Biogeography of Reptiles and Amphibians in the Gómez Farias Region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ. Museum of Zoology, University of Michigan*, No. 101, Ann Arbor, Michigan.
- Martin, P.S. 1955. Zonal distribution of vertebrates in a Mexican cloud forest. *American Naturalist* 89: 347-361.
- Martin, P. S. y B. E. Harrell. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and Eastern United States. *Ecology* 38: 468-480.
- Martin, P. S., C. R. Robins y W. B. Heed. 1953. Birds and biogeography of the Sierra de Tamaulipas, an isolated pine-oak habitat. *The Wilson Bulletin* 66: 38-57.
- Puig, H. 1976. *Vegetation de la Huasteca, Mexique. Mission Archeologique et Ethnologique Francaise au Mexique. Collection Etudes Mesoamericaines - 5*, Dirigee par Guy Stresser-Pean
- Peters, J. A. 1948. The northern limit of the range of *Laemanctus serratus*. *Natural History Miscellanea; The Chicago Academy of Sciences* No. 27: 1-3.
- Robins, C. R. y W. B. Heed. 1951. Bird notes from La Joya de Salas, Tamaulipas. *Wilson Bulletin* 63: 263-270.
- Robins, C. R., P. S. Martin y W. B. Heed. 1951. Frigate-bird, oyster catcher, upland plover, and various terns on the coast of Tamaulipas, México. *The Wilson Bulletin* 63: 338.
- Sharp, A. J., E. Hernandez X., H. Crum, y W. B. Fox. 1950. Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas, México. *Sociedad Botanica de Mexico* 11: 1-4. et al 1950
- Simonian, Lane. 1995. *Defending the Land of the Jaguar: a History of Conservation in Mexico*. University of Texas Press, Austin. 326 pages.
- Sutton, G. M. 1972. *At a Bend in a Mexican River*. Paul S. Ericksson, Inc., New York.
- Webster, F. y Webster M. S. 2001. *The Road to El Cielo*. University Texas Press. 270 pages.
- Western, D. y R. M. Wright (eds.). 1994. *Natural Connections: Perspectives in Community-based Conservation*. Island Press, Washington, DC.

3. Generalidades geográficas

Silvia L. Casas González¹ y Glenda Nelly Requena Lara²

¹ Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas. MÉXICO. 87090.

scasas@uat.edu.mx

² Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil No. 1301.
Cd. Victoria, Tamaulipas. MÉXICO.

Abstract

We present a cartographic analysis of the biotic and abiotic resources of El Cielo and an overview of land use based on satellite images derived from multitemporal Landsat Thematic Mapper (TM) and Multispectral Scanner (MSS). We derive thematic cartographic layers and provide insights on temporal changes of the vegetation. We discuss how these cartographic tools can be used to plan the management and conservation of this critical area.

Introducción

En el sur del estado de Tamaulipas, justo donde la planicie costera del Golfo de México da paso a las primeras montañas de la Sierra Madre Oriental, se localiza la Sierra de Cucharas; también conocida como Sierra Guatemala. La convergencia de diferentes condiciones geológicas, climáticas y biológicas en esta zona, provocan una riqueza natural de tal magnitud, que prácticamente no existe lugar en el mundo que se le compare; para preservar esta riqueza, se decretó oficialmente la Reserva de la Biósfera "El Cielo". Se extiende a través de 144,530 hectáreas, ocupando parte de los municipios de Llera (17,330.744 has), Gómez Farías (21,744.164 has), Ocampo (24,004.695 has), y Jaumave (81,450.907 has) (SEDESOL estatal, s.f). Cabe mencionar que el principal uso del suelo del municipio de Gómez Farías es la Reserva, ya que esta ocupa 50.26% de la superficie municipal (de 432.57 km², según Gobierno del Estado 2002).

Las características más peculiares de la reserva se deben principalmente a los cambios pronunciados de altitud; por lo tanto, se afirma que en sólo 21 kilómetros, medidos en línea recta, se presenta un gradiente de vegetación tropical-templado-xérico. Esto lo convierte en una zona de transición ecológica de gran importancia, entre los climas tropicales del sur del país y los templados del norte (UAT 2001). La Reserva de la Biósfera "El Cielo" se encuentra aproximadamente a 70 Km al sur de Ciudad Victoria, por la carretera Victoria-Mante. Dista alrededor de 30 Km de Ciudad Mante, por la mencionada vía, y poco más de 150 Km al noroeste del Puerto de Tampico (Fig. 1 y 2).

Por tratarse de una zona con una gran diversidad y de relevante importancia ecológica, requiere un conocimiento preciso ya que como mencionan Mas *et al* (2003) "... para contar con una política eficaz de gestión y conservación ecológica es prioritario fundamentarse en una información cartográfica confiable y actualizada".

La observación de la superficie terrestre mediante el registro de datos digitales proviene principalmente de tres métodos que actualmente se utilizan para este efecto: 1) la fotografía aérea mediante las películas fotográficas adecuadas; 2) el registro por scanner multibanda a partir de aviones o de satélite, y 3) el registro por radar.

En todos estos métodos se procede primeramente a la identificación de objetos y la clasificación que permite caracterizar las firmas espectrales o formas representativas por reflectancia de cada objeto detectado (Hildebrandt 1992). En ese sentido, en el presente estudio se utilizaron las tecnologías y herramientas de análisis espacial para la observación y tratamiento de la zona de la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

Sus coordenadas extremas se encuentran dentro de los paralelos 22°55'30" y 23°25'50" de latitud Norte y los meridianos 99°05'50" y 99°26'30" de longitud Oeste. Las coordenadas en Unidades Transversas de Mercator (UTM) del polígono de la Reserva pueden observarse en el Cuadro 1.

En cuanto a sus límites geográficos, colinda al norte con el Río Chihue-Guayalejo, al noreste con el río Sabinas, el manantial del Río Frio recorre al sur trazando su límite en el municipio de Ocampo y, finalmente al poniente con la altiplanicie tamaulipeca. La Reserva se divide, para su manejo, en dos tipos básicos de zonas: la superficie establecida para su estricta conservación como "santuario de la vida silvestre", denominada "reserva natural" o "zona núcleo". De esta categoría se tienen dos diferentes áreas en la Reserva. Por otro lado, está la "zona de amortiguamiento", que rodea a las zonas núcleo, y que tiene como fin protegerlas de cualquier efecto externo adverso (PMIR¹).

Cuadro 1. Coordenadas UTM de la Reserva de la Biósfera El Cielo (Fuente: Periódico Oficial de Tamaulipas; 24 de julio de 1996).

Lados				Coordenadas				Lados				Coordenadas				Lados				Coordenadas				Lados				Coordenadas			
Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y	Pl	PF	X	Y
01	02	489.6608	2585.5299	23	24	472.7981	2591.0587	45	46	479.1575	2590.7940	67	68	486.2538	2586.6699																
02	03	489.6608	2575.2050	24	25	473.7398	2591.4590	46	47	479.3738	2591.1708	68	69	486.5899	2586.7142																
03	04	487.1107	2572.2542	25	26	472.7070	2591.3720	47	48	479.4894	2591.2478	69	70	386.8361	2586.6610																
04	05	482.0029	2560.5042	26	27	472.9633	2591.2788	48	49	479.7025	2591.2551	70	71	487.0431	2586.5609																
05	06	482.0029	2560.5042	27	28	473.3426	2591.0741	49	50	479.8773	2591.1270	71	72	487.2976	2586.3126																
06	07	483.3107	2560.5042	28	29	473.6051	2591.0980	50	51	480.4551	2590.7121	72	73	487.5027	2586.3126																
07	08	483.3107	2554.5042	29	30	473.8268	2591.0980	51	52	481.0323	2590.5338	73	74	488.2211	2585.9354																
08	09	483.3607	2554.5042	30	31	473.9785	2591.0164	52	53	481.0266	2590.9235	74	75	488.3924	2586.1015																
09	10	487.0083	2551.9917	31	32	474.2733	2591.1575	53	54	481.0972	2591.0736	75	76	488.3740	2586.6825																
10	11	485.0083	2544.9917	32	33	474.5603	2591.0782	54	55	481.4424	2591.0603	76	77	488.4741	2587.0226																
11	12	485.0083	2544.9917	33	34	475.1447	2591.5522	55	56	481.8147	2590.7415	77	78	488.7251	2587.2591																
12	13	485.0083	2534.9917	34	35	475.4715	2591.6127	56	57	481.8569	2590.4534	78	79	489.2088	2586.8498																
13	14	470.0083	2534.9917	35	36	475.7499	2591.5362	57	58	481.6306	2598.8725	79	80	489.1156	2587.1290																
14	15	470.0083	2538.0999	36	37	475.9566	2591.2497	58	59	482.0096	2589.3872	80	81	489.1746	2586.6112																
15	16	455.0000	2553.1082	37	38	476.1160	2591.2177	59	60	482.9788	2588.7061	81	82	488.9201	2586.0838																
16	17	455.0000	2580.0000	38	39	476.6878	2591.2667	60	61	483.4557	2588.2169	82	83	488.9370	2585.8478																
17	18	460.0000	2580.0000	39	40	476.9059	2591.4150	61	62	484.0443	2587.3038	83	84	488.9910	2585.7707																
18	19	460.0000	2585.0000	40	41	477.5267	2591.5365	62	63	484.3649	2587.3220	84	85	489.1428	2585.8543																
19	20	465.0000	2585.0000	41	42	477.8182	2591.5299	63	64	484.8271	2586.9930	85	86	489.3168	2585.8688																
20	21	472.5146	2592.5146	42	43	478.2965	2591.3103	64	65	485.0667	2586.9561	86	87	489.4908	2585.7898																
21	22	472.7123	2592.3603	43	44	478.9954	2590.7740	65	66	485.4374	2586.7866	87	01	489.5224	2585.6005																
22	23	472.8180	2591.8715	44	45	479.0580	2590.7561	66	67	485.9423	2586.6882																				

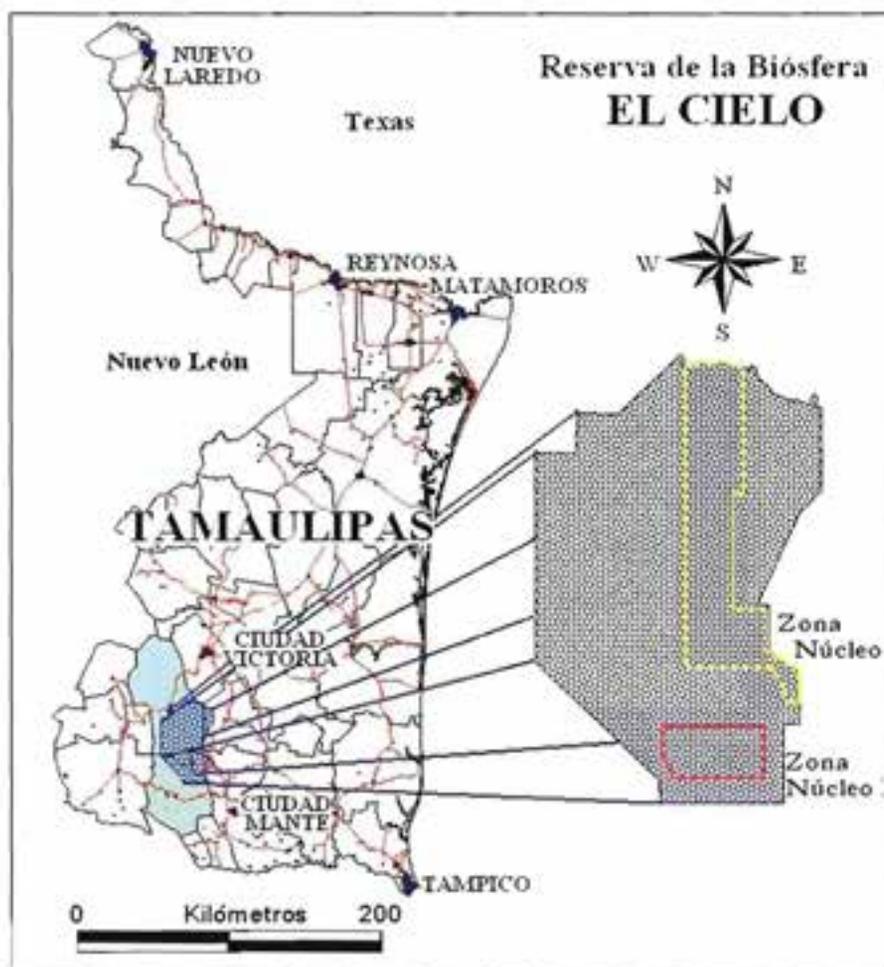


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera "El Cielo" en el Estado de Tamaulipas.

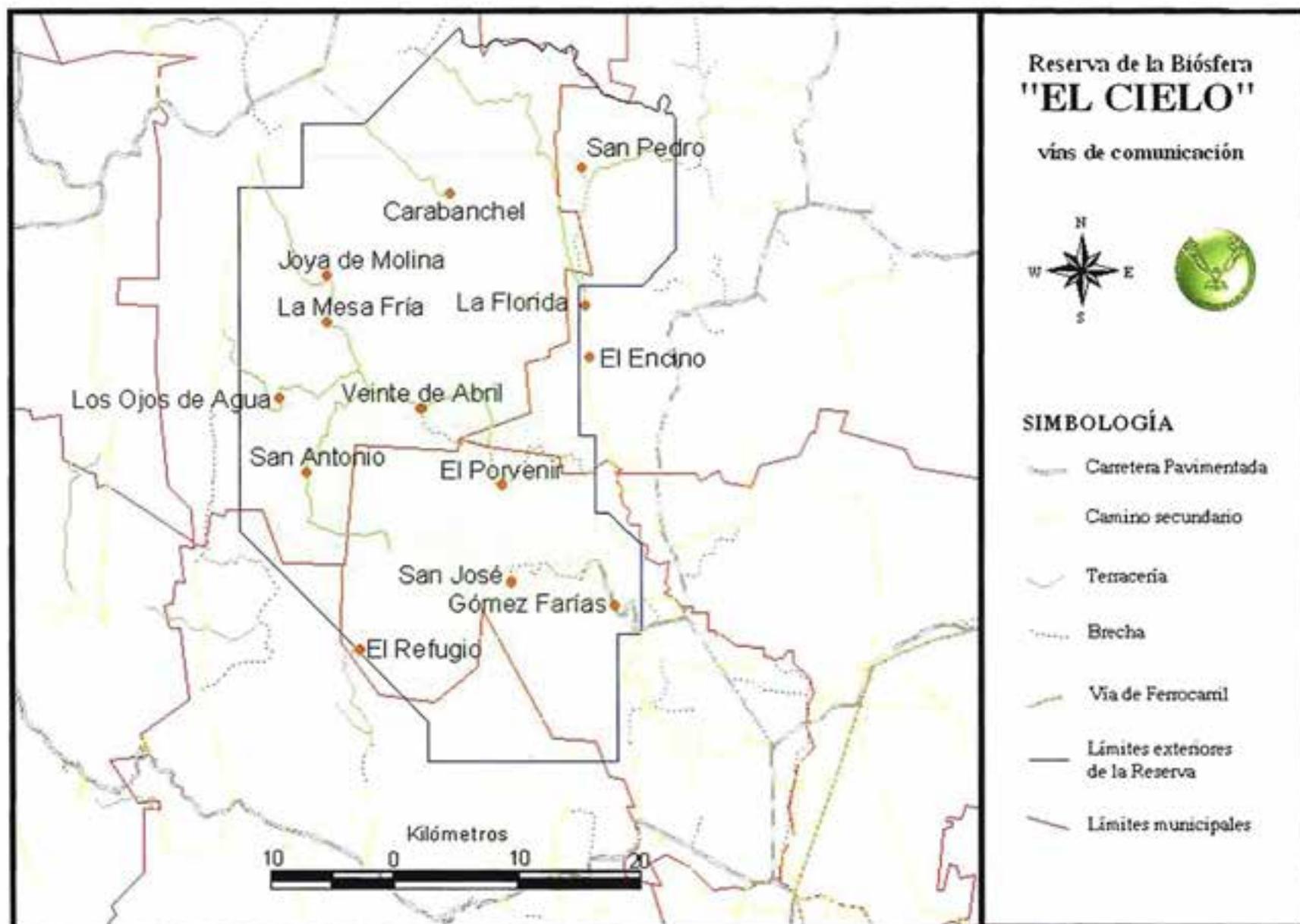


Figura 2. Localización de las comunidades principales en la Reserva y sus vías de comunicación.

La primera zona núcleo se encuentra hacia el norte de la reserva, y cuenta con una superficie total de 28,694.75 hectáreas, y sus coordenadas UTM se observan en el **Cuadro 2**. Protege fundamentalmente al bosque mesófilo de montaña - el más septentrional de América Latina y que se ubica sólo en escasas regiones del país - así como al bosque mixto de pino encino y el bosque tropical subcaducifolio.

La segunda zona núcleo cuenta con 7,844.31 hectáreas, y se localiza en la parte sur de la Reserva. Protege parte del bosque tropical subcaducifolio y del bosque mesófilo de montaña **Cuadro 3**.

En estas zonas se pretende conservar las regiones no alteradas, pues constituyen el banco genético de las especies; por lo tanto, las únicas actividades autorizadas no deben alterar el ecosistema, y se orientan primordialmente a la investigación científica, educación ambiental, protección y conservación de los recursos naturales, así como el mantenimiento de los procesos e interacciones propios de los ecosistemas.

Por su parte, en la zona de amortiguamiento, se pueden desarrollar actividades económicas, previa manifestación de impacto ambiental. Sin embargo, éstas se restringen a aquellas que realicen los habitantes de las comunidades situadas en la Reserva, además de las actividades de investigación científica, protección y vigilancia.

Metodología

La primera etapa en este estudio consistió en la obtención de la información digital temática derivada de la cartografía oficial del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), del Inventario Nacional Forestal 2000 (INF) y de otras fuentes de información. Las cartas digitales se visualizaron en el software Arc-View 3.2 para proceder a la utilización del archivo digital de los límites de la Reserva. Con éste se efectuó una máscara para obtener coberturas de las diferentes temáticas del polígono: "reserva".

Cuadro 2. Coordenadas UTM de la primera zona núcleo de la Reserva (Fuente: Periódico Oficial de Tamaulipas; 24 de julio de 1996).

Lados				Coordenadas				Lados				Coordenadas				Lados				Coordenadas			
PI	PF	X	Y	PI	PF	X	Y	PI	PF	X	Y	PI	PF	X	Y	PI	PF	X	Y	PI	PF	X	Y
A	B	479.8773	2590.0010	J	K	485.0083	2547.9917	31	32	474.2733	2591.1575	40	41	477.5267	2591.5365								
B	C	479.8773	2574.9191	K	L	485.0083	2549.9917	32	33	474.5603	2591.0782	41	42	477.8182	2591.5299								
C	D	479.0057	2574.9191	L	M	483.4633	2552.6677	33	34	475.1147	2591.5522	42	43	478.2965	2591.3103								
D	E	479.0057	2559.9191	M	26	472.9633	2552.6677	34	35	475.4715	2591.6127	43	44	478.9954	2590.7740								
E	F	483.0273	2559.9191	26	27	472.9633	2591.2788	35	36	475.7499	2591.5362	44	45	479.0580	2590.7561								
F	G	483.0273	2553.9191	27	28	473.3426	2591.0741	36	37	475.9556	2591.2497	45	46	479.1575	2590.7940								
G	H	484.9773	2553.9191	28	29	473.6051	2591.0980	37	38	476.1160	2591.2177	46	47	479.3738	2591.1708								
H	I	487.0083	2551.9917	29	30	473.8268	2591.0980	38	39	476.6878	2591.2967	47	48	479.4894	2591.2478								
I	J	485.0083	2547.9917	30	31	473.9785	2591.0164	39	40	476.9059	2591.4150	48	49	479.7025	2591.2551								
												49	A	479.8773	2591.1270								

Cuadro 3. Coordenadas UTM de la segunda zona núcleo de la Reserva (Fuente: Periódico Oficial de Tamaulipas; 24 de julio de 1996).

Lados		Coordenadas	
PI	PF	X	Y
O	P	482.6823	2544.7888
P	Q	482.6823	2538.3929
Q	R	471.1823	2538.3929
R	S	471.1823	2539.7500
S	T	470.1002	2540.7888
T	O	470.1002	2544.7888

La metodología para el análisis de las imágenes satelitales ya corregidas geoméricamente (es decir, que cuentan con precisión cartográfica), consistió en la selección de las imágenes libres o con un porcentaje mínimo de nubes. Se efectuó un mejoramiento visual a través de filtros y contrastes utilizando las distintas bandas espectrales, esto con la finalidad de generar composiciones en falso color. En la **Fig. 3** se observa la imagen original al fondo y la imagen con corrección radiométrica resaltada. De estas composiciones, se procedió a su interpretación visual para después, utilizar métodos de clasificación de máxima verosimilitud que permite aprovechar la información existente, particularmente, datos del INEGI, del INF 2000 y del intérprete (Mas *et al.* 2003). A partir de las bases de datos correspondientes, de las cartas de INEGI y del procesamiento digital de las imágenes de satélite se realizó un espacio mapa del área de la Reserva. Además, con el uso del módulo 3D Analyst del software Arc View 3.2 se generó un modelo digital de elevación.

Resultados

Cartografía de Recursos Bióticos y Abióticos.

Los macizos montañosos presentan altitudes que van desde los 300 a los 2,000 metros sobre el nivel del mar. Los principales son: la Sierra de Nogales, con una orientación norte-sur, y que se encuentra en la porción norte de la Reserva; la Sierra de Santa Fe, orientada en el mismo sentido, y ubicada al noroeste; en el sur, cerca de Ocampo, se localiza la Sierra de Tamalave, parte de la cual se encuentra en la Sierra de Cucharas o de Guatemala; finalmente, la Sierra Chiquita está localizada muy cerca de Gómez Farías.

La **Fig. 4** presenta el modelo digital de elevación del terreno, derivado de la carta de curvas de nivel. La región de la Reserva se constituye principalmente de masas calcáreas secundarias de origen sedimentario (**Fig. 5**), que se formaron durante el cretácico inferior, y que pertenecen a la formación Tamaulipas. En general, en las zonas de la sierra predominan suelos derivados de la disolución de calizas, donde existen diferentes asociaciones de ellos (**Fig. 6**).



Figura 3. Mejoramiento visual de la imagen de satélite TM del año 2000.

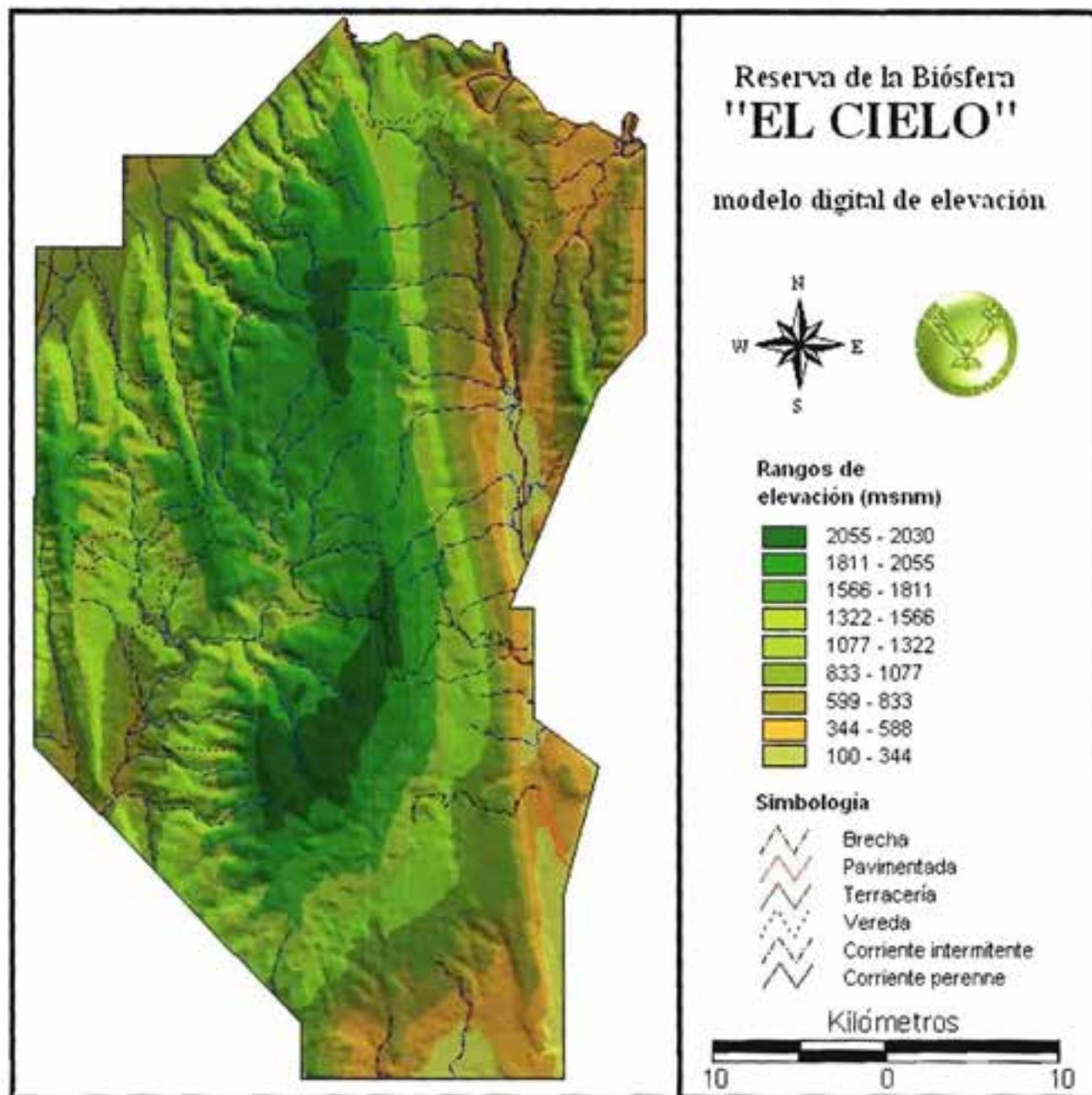


Figura 4. Modelo digital de elevación del terreno en la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

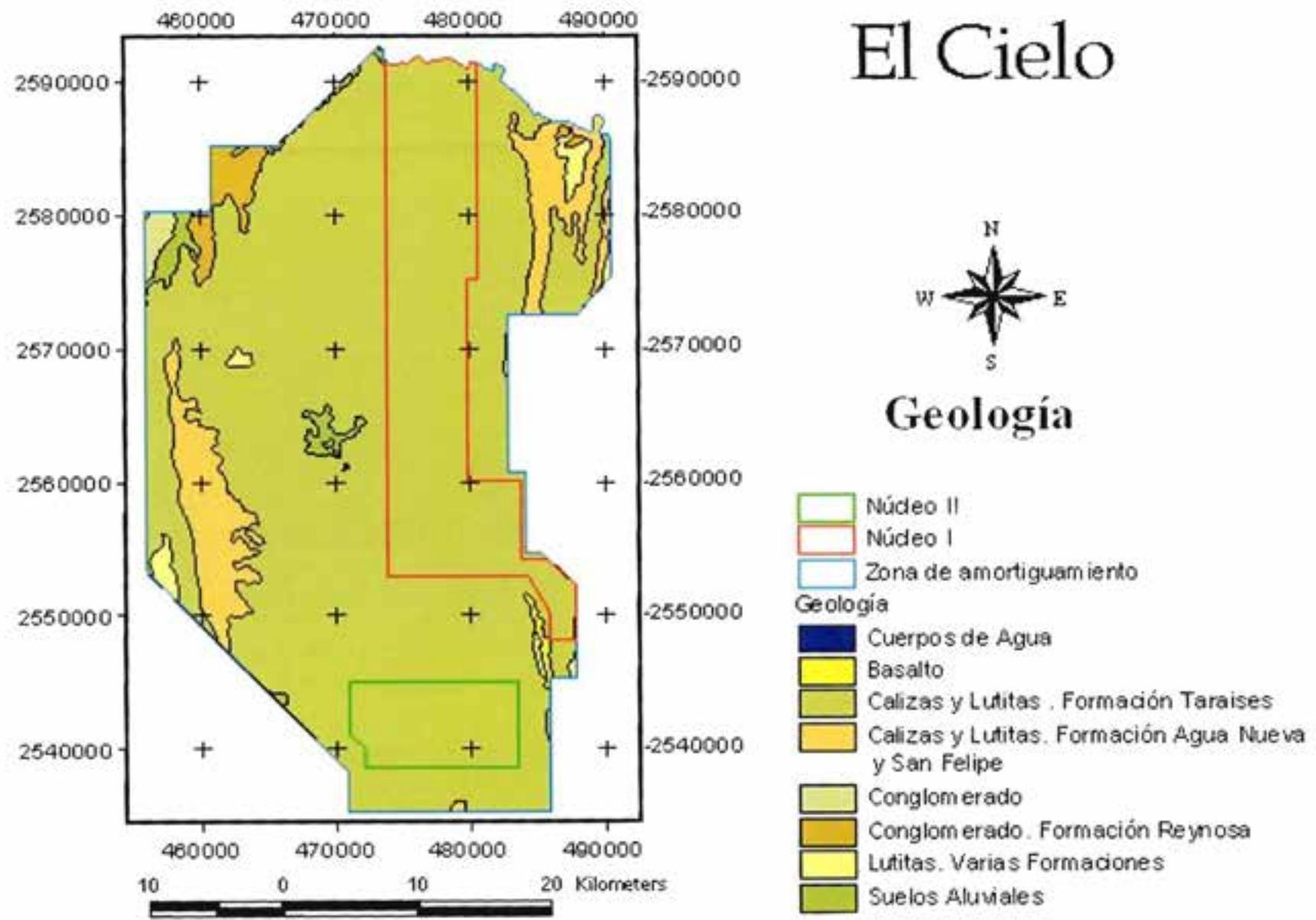


Figura 5. Formaciones geológicas en el área de la Reserva

El Cielo



Geología

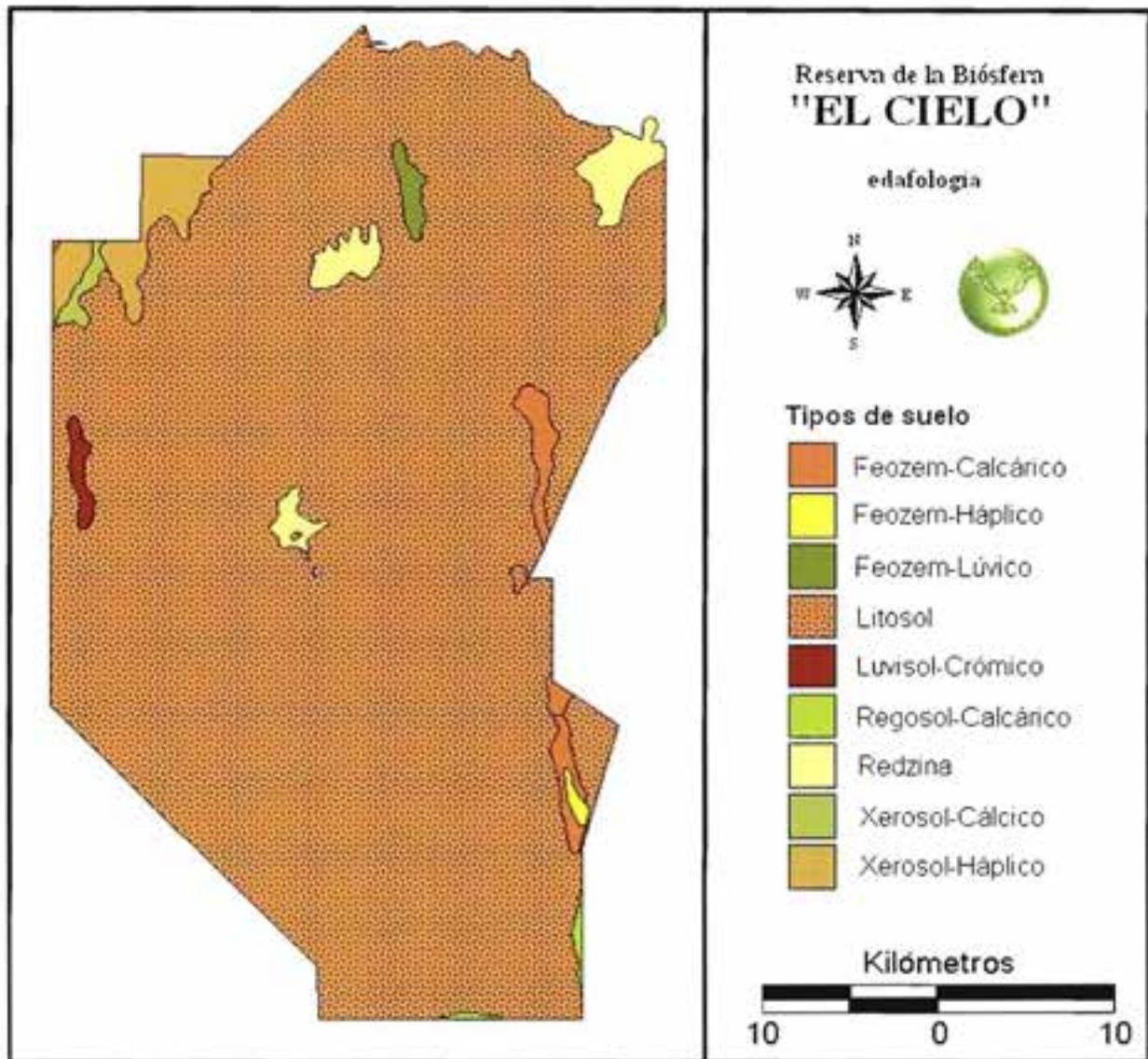


Figura 6. Tipos de suelos presentes en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Las condiciones geográficas de la Reserva, su orografía y cercanía con el Golfo de México, conforman una barrera natural para los vientos húmedos del este y del suroeste; de esta manera se descargan aquí grandes cantidades de humedad, en forma de lluvia o de niebla.

Los climas de la Reserva (Fig. 7) se pueden agrupar en cuatro tipos principales, de acuerdo a la altitud: el cálido subhúmedo se presenta entre los 300 y 800 m snm, con precipitaciones anuales entre 1,500 a 2,000 mm.

El clima semicálido subhúmedo, donde se encuentra la mayor parte del bosque mesófilo, y se presentan precipitaciones mayores de 2,000 mm anuales, a una altura de 700 a 1,400 m snm; en el clima templado subhúmedo, que prevalece entre 1,400 y 2,400 metros, ocurre una precipitación de 500 a 800 mm anuales; finalmente, a una altura de 1,600 metros y ubicado hacia las laderas del noreste de la Reserva, se presenta el clima más seco, donde llueve menos de 200 mm al año, (Cuadro 4).

Los tipos de vegetación están asociados a las condiciones climatológicas y topográficas de la Reserva (Fig. 8). Los principales tipos de comunidades vegetales son: En la parte más baja (200 a 800 m de altitud), domina el bosque tropical subcaducifolio, con vegetación que alcanza alturas de 20 m en promedio. El bosque de *Quercus* (o encinar), se desarrolla entre 700 a 1000 metros sobre el nivel del mar; el bosque mesófilo de montaña, predominan árboles de 25 a 30 metros, y se ubica de los 700 a los 1,400 m snm; en el bosque de coníferas dominan varias especies de pinos y de encinos, ubicándose por encima de los 1,400 metros. Finalmente, el matorral xerófilo, se localiza en las laderas de sotavento del noreste, a una altitud de 1,600 metros, y presenta una vegetación de altura promedio de uno a ocho metros.

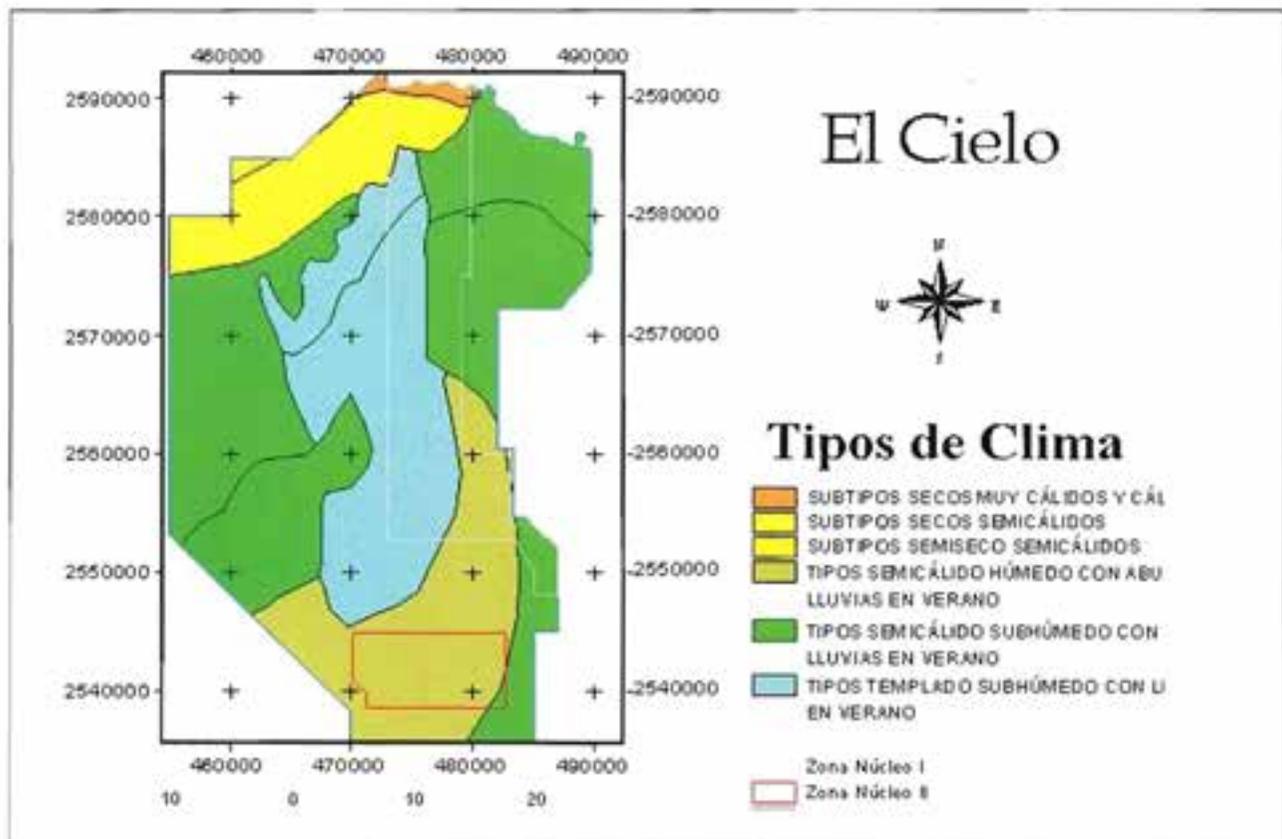


Figura 7. Climatología en la Reserva de la Biósfera "El Cielo"

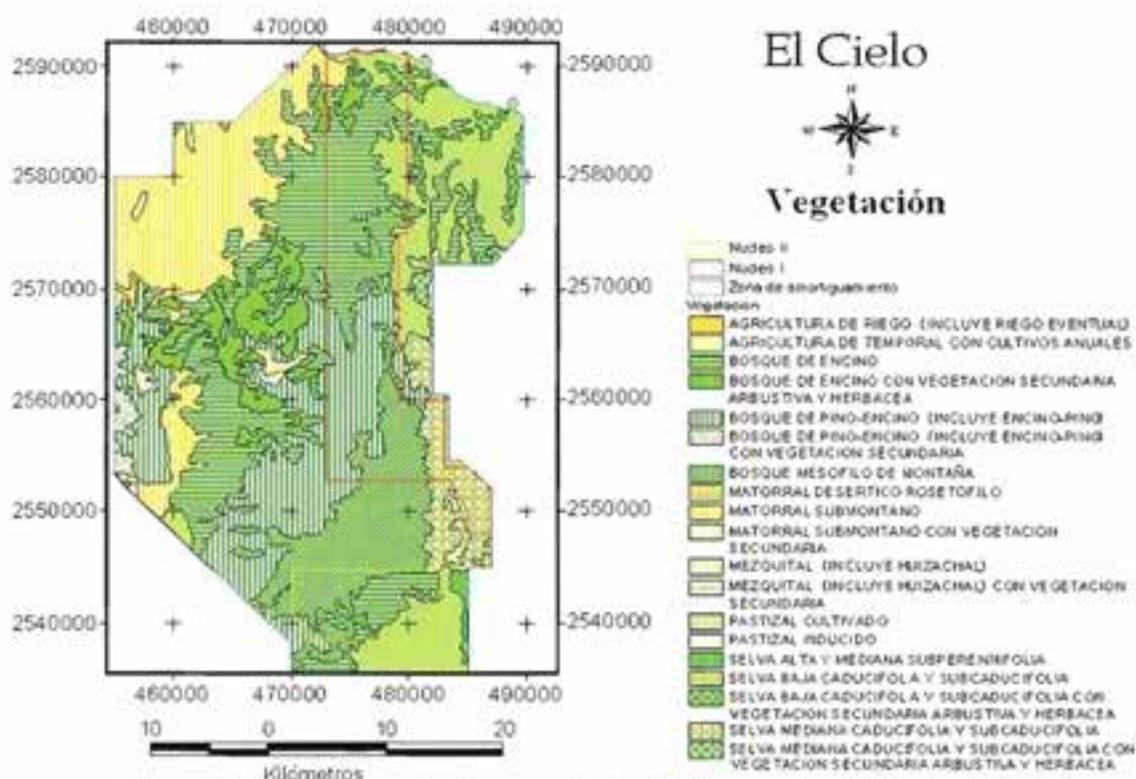


Figura 8. Mapa de la cobertura vegetal en la Reserva de la Biósfera El Cielo (fuente: Inventario Nacional Forestal, 2001)

Cuadro 4. Descripción y clave de los climas presentes en el polígono de la Reserva.

CLIMA TIPO	DESCRIPCIÓN	SUBCLASE
BS _{hw}	Semisecos semicálidos	
(A)C(w ₂)	Semicálidos subhúmedo con lluvias en verano con un por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos menos húmedos de los semicálidos subhúmedos
(A)C(w ₁)	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano con un por ciento de lluvias invernal menor de 5 mm	Agrupar los subtipos de humedad media de los semicálidos subhúmedos
Aw ₁	Cálidos subhúmedos con lluvias en verano con un por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos de humedad media de los cálidos
(A)C(w ₂)	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano con un por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos más húmedos de los Semicálidos subhúmedos
C(w ₂)	Templado subhúmedo con lluvias en verano con un por ciento de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos más húmedos de los Templados subhúmedos
C(w ₁)	Templado subhúmedo con lluvias en verano con un por ciento de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos de humedad media de los templados subhúmedos
Aw ₂	Cálidos subhúmedos con lluvias en verano con un por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 mm	Agrupar los subtipos más húmedos de los cálidos subhúmedos

La vegetación local incluye combinaciones hasta cierto punto extravagantes, ya que lagunaspalmas típicas del oriente mexicano crecen junto a nogales que son más característicos de Norteamérica. Es posible observar orquídeas tropicales creciendo sobre ramas de roble, así como la convivencia armónica de acacias, cactus, begonias y cientos de especies de los diferentes tipos de vegetación presentes en este relativamente pequeño, pero extremadamente fascinante territorio.

Destacan especies como la magnolia y especies de distribución restringida en el país como el oyamel, el haya y el cedrillo.

Información satelital

La aplicación el modelo numérico de terreno a la imagen de satélite permitió definir una perspectiva en tercera dimensión de la zona de la Reserva (Fig. 9). Por otro lado, se presenta la composición en falso color utilizando las bandas infrarroja, roja y verde de la imagen de satélite MSS del año 1973 (Fig. 10). En esta se observan dos localidades importantes: i). manchas urbanas en verde, que corresponden a las ciudades de Mante y Jaumave, localizadas al noroeste y sureste de la Reserva, existen accesos pavimentados, y ii). rutas en verde-negro, solamente en los límites del área protegida, a partir de las cuales, encontramos brechas, caminos y terracerías (líneas punteadas en amarillo ligero).

Las localidades ubicadas en la zonas de amortiguamiento y núcleo (**Cuadro 5**) corresponden principalmente a poblaciones con un número de habitantes que van de cuatro hasta 890 y altitudes que oscilan de 200 a 2,000 m snm (INEGI 2000).

Se identificaron diferentes usos de suelo en las series multitemporales de las imágenes Landsat, las cuales se ubican en el espaciograma definidos como principales rasgos geográficos sobresalientes en la Fig. 11. Mediante un proceso interactivo de sobreposición de manchas urbanas, distritos de riego e información digital temática y fotointerpretación se define una leyenda simple que facilita la lectura de la imagen.

Literatura Citada.

- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).** S.F. *Plan de Manejo Integral para el Área Protegida de la Biósfera denominada "Reserva de la Biósfera El Cielo"*. Documento inédito de Gobierno del Estado.
- Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).** 2001. *Diagnóstico Ecológico del Estado de Tamaulipas*. Documento preparado para Gobierno del Estado.
- INEGI, 2000.** *Estados Unidos Mexicanos. XII Censo General de Población y Vivienda*. INEGI.
- Hildebrandt, G. y Gross, C.P.** 1992. *Applications de la teledetection a l'observation de l'etat sanitaire des forets*. Communauté Européenne pour la protection des forets contre la pollution atmospherique. Walphot S.A. Belgique.
- Mas, J-F, Velázquez A., Palacio-Prieto y J.L., Bocco, G.** 2003. *Cartographie et inventaire forestier au Mexique*. *Bois et Forets des tropiques* 2003 No. 275 (1) 7-14.

Cuadro 5. Localidades en la Reserva, su altitud y número de habitantes (fuente: INEGI, 2000).

Localidad	Altitud	Número de habitantes
El Encino	200 m snm	67
La Florida	300	53
Gómez Farías	340	889
San Pedro	800	Sin datos
San Antonio	1000	Sin datos
El Refugio	1050	25
La Mesa Fría	1400	Sin datos
Los Ojos de Agua	1400	4
San José	1400	35
Veinte de Abril	1400	82
Joya de Molina	1700	9
El Porvenir	1900	Sin datos
Carabanchel	2000	4

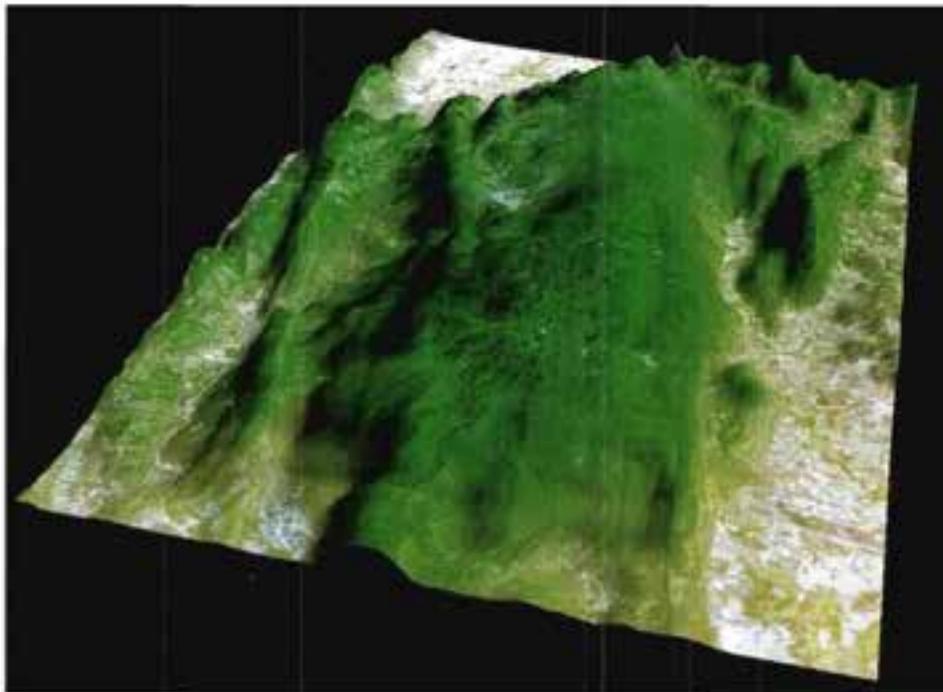


Figura 9. Perspectiva en tres dimensiones de la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

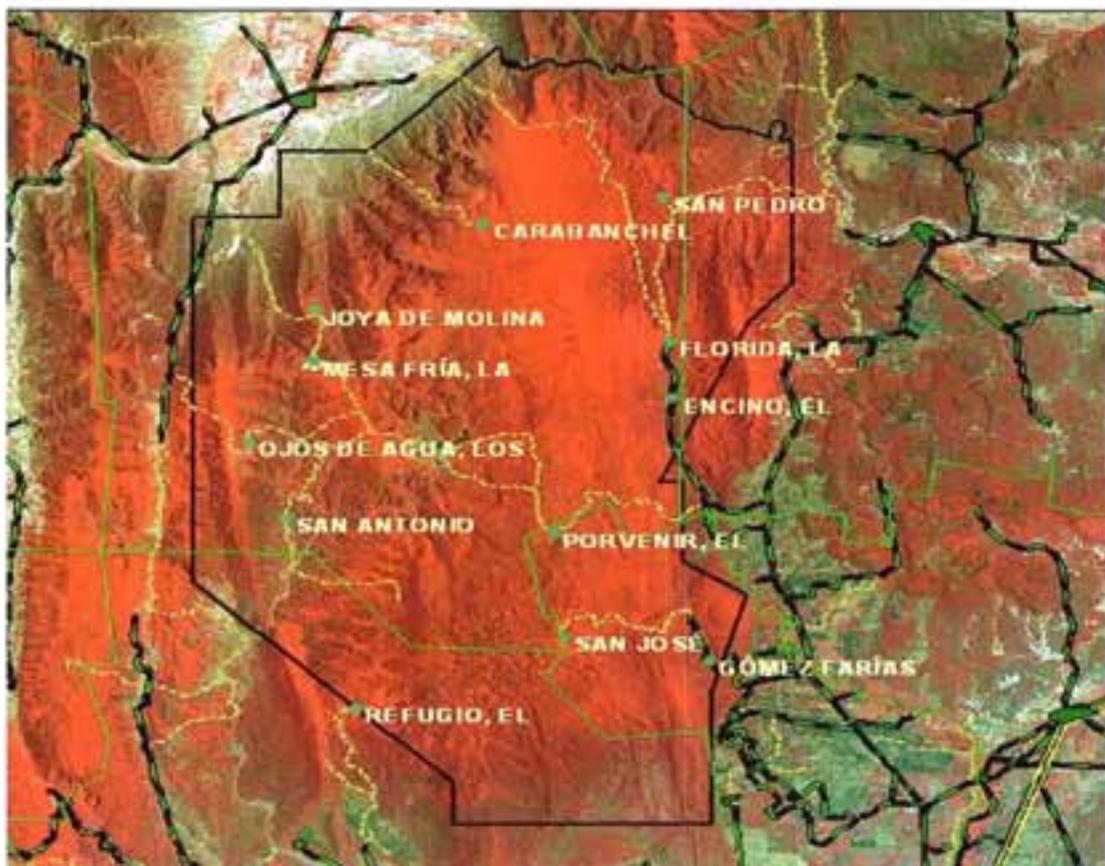


Figura 10. Extracto de una imagen MSS del 27 de Mayo de 1973. Composición en falso color (RGB/421) de la zona de la Reserva El Cielo, Tamaulipas con las principales localidades y vías de comunicación dentro de la poligonal.

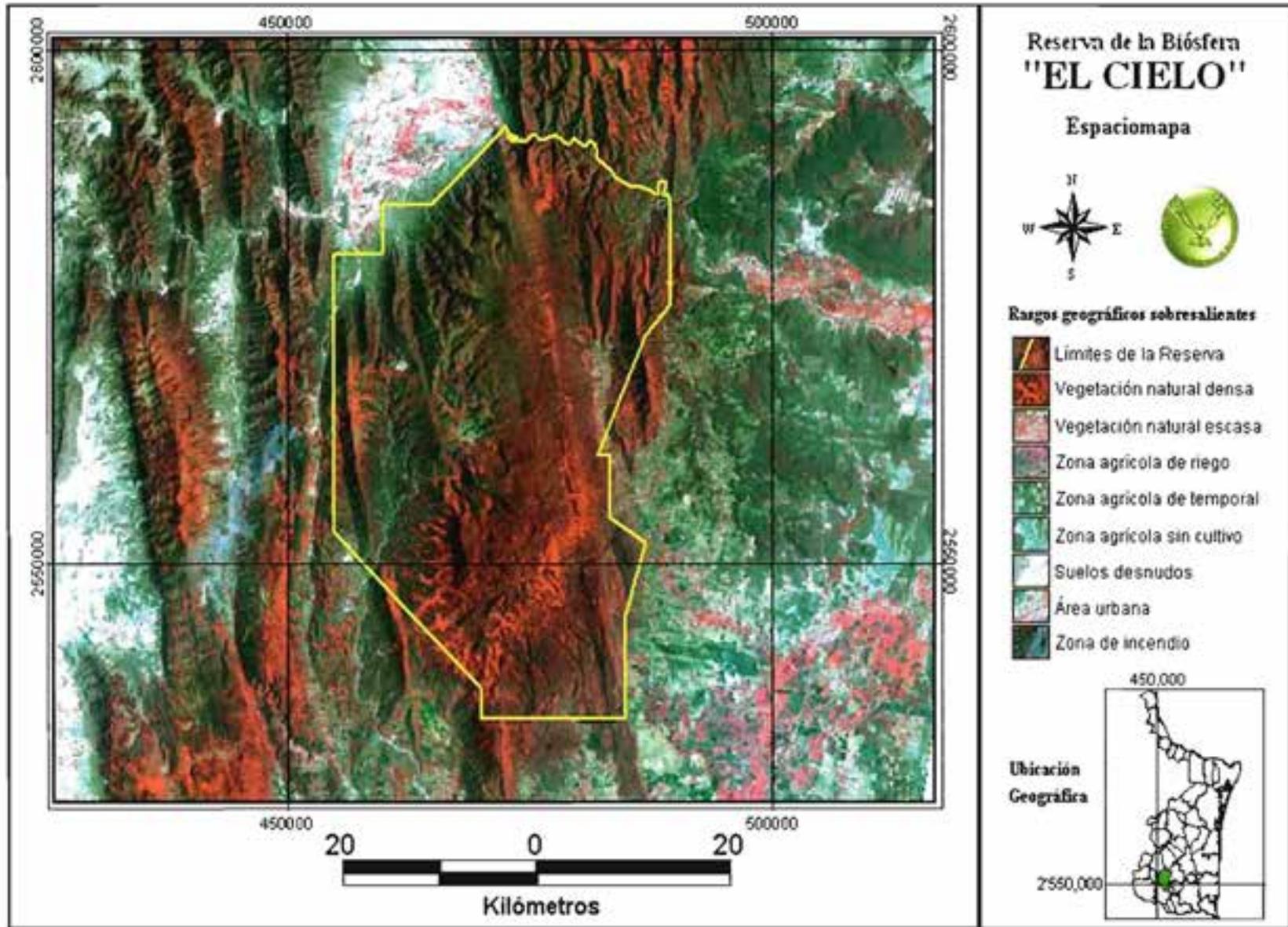


Figura 11. Espaciomapa de la zona de la Reserva de la Biósfera "El Cielo".

4. La fisiografía y la erosión

Blanca I. Castro Meza¹, José M. Plácido de la Cruz¹, Pedro Almaguer Sierra² y Américo Cardona Estrada³

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, A. P. 337 Centro Universitario Victoria. C. P. 87149. Cd. Victoria, Tam., MÉXICO.

²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Blvd. Emilio Portes Gil 1301 Poniente. A. P. 175. C. P. 87010. Cd. Victoria, Tam., MÉXICO.

³Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 13 Blvd. Adolfo López Mateos C. P. 87040. Cd. Victoria, Tam., MÉXICO.

Abstract

A physiographic survey was elaborated at the facet level. Maps at scale 1:100 000 were prepared. Three facets were determined: facet 1, consisting of sierras (mountains) with slopes greater than 20%; facet 2, corresponding to mountains, with slopes of 5 - 10% and facet 3, corresponding to plain and aluvial surfaces with slopes of 1-2%. Erosion studies of the area revealed a situation of high risk almost over all of the area, as a result of the irregular topography that predominates in the studied area.

Introducción

La ubicación del hombre sobre la Tierra ha sido influenciada por la forma, distribución y naturaleza de la superficie terrestre; factores que afectan la existencia de tierras de uso agrícola, ganadero y forestal. Para un mejor uso de la tierra, así como de todos los recursos naturales, el primer paso a seguir es hacer un estudio de dichos recursos clasificándolos y regionalizándolos. El levantamiento fisiográfico es la subdivisión del paisaje en facetas y sistemas terrestres; entendiendo a la primera, como una porción del paisaje, por lo general de forma simple sobre una misma roca o material superficial y con un suelo y régimen de humedad que es uniforme o varía en una forma simple y consistente dentro de la faceta. A la segunda, como un área geográfica que presenta una misma sucesión de facetas (Ponce y Cuanalo 1977). El sistema montañoso que atraviesa la República Mexicana, la escasez de tierras planas, los terrenos cultivados en fuertes pendientes, las lluvias torrenciales y las características físicas de algunos suelos, favorecen la remoción de la capa superficial del suelo, creando un problema tanto en el lugar donde se origina el movimiento del material, como en los lugares donde se deposita al llegar. El riesgo de erosión de los suelos, la magnitud y velocidad del proceso en los diferentes ecosistemas, la falta de información sobre la participación de los diversos agentes y factores de la erosión y sus consecuencias en la fertilidad nativa del suelo, son aspectos

prioritarios en el estudio de la conservación edáfica.

Para lo cual, se definieron los siguientes objetivos: 1) presentar la cartografía de facetas del Sistema Terrestre "Sierra Madre" (área de la Reserva de la Biósfera "El Cielo") y 2) obtener el mapa de riesgo de erosión.

Antecedentes

Levantamiento fisiográfico

Algunos estudios realizados en México por Cuanalo (1976), Zuleta (1976), Ponce y Cuanalo (1977), Avendaño (1979) muestran las ventajas del uso del levantamiento fisiográfico en la investigación tendiente a incrementar la productividad agrícola.

En 1979 el Programa de Fertilidad Estatal del Gobierno del estado de Tamaulipas, realizó el levantamiento fisiográfico de la Sierra Madre Oriental correspondiente a la entidad. Se encontraron 11 sistemas terrestres, entre ellos el Sierra Madre (SM), donde se ubica la Reserva de la Biosfera "El Cielo", dentro de él se definieron dos facetas: faceta 1 (taludes con pendientes muy fuertes mayores del 25 %) y, faceta 2 (que corresponde a depósitos aluviales y algunas planicies).

Riesgo de erosión

Las primeras referencias sobre estudios de la erosión en la República Mexicana con apoyo cartográfico, corresponden a un trabajo de carácter muy general a escala 1:10,000,000 del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1948. Otro trabajo con cartografía a escala 1:15,000,000 sobre la erosión del suelo de la República Mexicana, aparece publicado en el "Atlas of Mexico" de la Universidad de Texas en 1947. En el año 1960, la Dirección General de Conservación de Suelo y Agua de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, realiza un censo de erosión de la República Mexicana utilizando una escala de cinco grados: sin erosión,

erosión incipiente, erosión moderada, erosión acelerada y erosión total. Este trabajo se basa en estimaciones de hectáreas afectadas por cada grado y es actualizado por la misma dependencia en 1972. A partir del año 1973, la entonces Comisión de Estudios del Territorio Nacional, comienza a publicar cartas a escala 1:50 000 de uso del suelo, donde aparecen conceptos referidos a erosión eólica e hídrica en tres grados: leve, moderada y fuerte. En 1976 la Dirección General del Inventario Nacional Forestal en colaboración con el Centro Científico del IBM para América Latina, inició el análisis automático de imágenes LANDSAT, con el objeto de detectar y clasificar áreas erosionadas en el estado de México (Programa de Fertilidad Estatal 1977-1980). A partir de 1979, la Dirección General de Conservación de Suelos y Agua de la SARH inició el inventario nacional de erosión utilizando imágenes de satélite LANDSAT bajo la clasificación de la FAO (Ortiz 1984). García (1983) menciona que en 1982, según estimaciones de la SARH, aproximadamente 130 millones de hectáreas de la superficie del territorio nacional se encuentran afectadas con algún grado de erosión, de las cuales 55.7 millones presentan erosión leve, 66.9 millones erosión moderada, 13.1 millones erosión severa y apenas 3.6 millones con erosión muy severa. La evaluación del riesgo a la erosión en el estado de Tamaulipas, se presenta en el **Cuadro 1**. Lo anterior nos ubica dentro de los estados fuertemente afectados por el proceso erosivo, con un 80 % de la superficie con riesgos de erosión de medio a muy alto. En 1984 la Universidad Autónoma de Tamaulipas, dentro del

Área de Suelos del Instituto de Ecología y Alimentos, inicia un proyecto sobre evaluación del riesgo a la erosión en Tamaulipas, para el cual se seleccionaron áreas piloto que representaban la variación ambiental de la región sur del estado (**Cuadro 2**).

Metodología

Levantamiento fisiográfico.

En este sistema de clasificación se utiliza la faceta como una unidad de trabajo, su tamaño está influido por las características del paisaje, siendo la fotografía aérea la principal herramienta de trabajo. Es una condición de este estudio que la faceta pueda apreciarse mediante fotointerpretación.

La metodología del levantamiento fisiográfico se puede resumir de la siguiente manera:

- a) Conseguir toda la información existente de la zona.
- b) Fotointerpretación inicial de toda el área, localizando rasgos generales.
- c) Recorridos de campo con los que se localizan los rasgos generales y otros a mayor detalle (e.g. vegetación, profundidad del suelo, textura al tacto).
- d) Primer intento de definición de unidades.
- e) Fotointerpretación detallada.
- f) Definición final de las unidades de clasificación con todas sus características.
- g) Elaboración de diagramas idealizados y los pares estereoscópicos de áreas típicas de cada sistema terrestre con el trazo de sus respectivas facetas.
- h) Elaboración del mapa.

Cuadro 1. Evaluación de riesgo a la erosión de los suelos de Tamaulipas (Fuente, SARH 1982).

Superficie (ha)	Riesgo a la erosión	%
3 252 500	Muy alto	40.8
1 588 980	Alto	19.7
1 552 000	Medio	19.5
1 200 859	Poco	15.0
380 561	Área urbana	5.0
Total	7 982 900	100.0

Cuadro 2. Superficie y porcentaje de riesgo de erosión en la zona sur del estado de Tamaulipas.

Superficie (ha)	Riesgo a la erosión	%
428 400	Erosión ligera	28.75
624 800	Erosión moderada	42.20
108 800	Erosión alta	7.35
318 300	Erosión muy alta	21.50
Total	1 480 000	100.00

Descripción de las unidades fisiográficas: La forma en que se presenta la información sobre las unidades fisiográficas consta de cuatro partes:

a) Descripción general de los sistemas terrestres, b) Un diagrama idealizado en cada sistema terrestre, c) Descripción de las facetas que integran a cada sistema terrestre, d) Par estereoscópico que ilustre las facetas.

Descripción de los sistemas terrestres: Para la descripción de los sistemas terrestres, se adoptaron convenciones sobre el clima, la litología superficial, la hidrología, el suelo, el uso actual y la altitud. Para ayudar en la interpretación de la unidad descrita, se realizó un diagrama idealizado (Fig. 1) para dar una idea general de las variaciones del paisaje y señalar todas las facetas que lo integran. Además, se muestra la ubicación del sistema terrestre, así como un corte transversal donde se indican los cambios de pendientes.

Descripción de las facetas: Se consideran los siguientes puntos: número, forma, suelo (profundidad y textura) y cubierta vegetal.

Par estereoscópico: Para auxiliar en la identificación y el mejor entendimiento de la unidad en cuestión, al final de la descripción se muestra un par de fotografías de las facetas típicas del sistema terrestre (Fig. 2). Estas fotografías deben ser observadas con el estereoscopio.

Riesgo de erosión: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo. En el cálculo de riesgo de erosión se utilizó la metodología de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo ($A = R K L S C P$) para su uso a nivel mundial (Mitchell y Bubenzer 1984), en donde:

A = Pérdida de suelo, calculada en las dimensiones seleccionadas para K y por el periodo de tiempo para R.

R = Factor de precipitación, expresado comúnmente en unidades del índice de erosividad de la lluvia (EI30).

K = Factor de erodabilidad del suelo, expresado en t/ha/unidad de EI30.

L = Factor de longitud de la pendiente.

S = factor de inclinación de la pendiente.

C = factor de cultivo y manejo de cultivos.

P = factor de prácticas de conservación del suelo.

En términos generales los cuatro primeros factores tienen valores fijos en una localidad dada y determinan el potencial de pérdida de suelo para ese sitio (riesgo de erosión).

Los dos factores restantes son atenuantes de la erosión que cambian con el uso y manejo de los suelos y cultivos, a la vez afectan grandemente la relación entre las pérdidas de suelo actual y la potencial usando los factores R, K, L, S (Figueroa 1975). El índice de erosividad de la lluvia se calculó utilizando el índice de Fournier, modificado por la FAO. El índice de erodabilidad del suelo se calculó siguiendo el criterio establecido por la FAO, y que consiste en multiplicar los valores numéricos asignados a los factores de unidad de suelos y textura. Para obtener el índice de inclinación y longitud de la pendiente se utilizó la fórmula propuesta por Wischmeier y Smith en 1957 (Mitchell y Bubenzer 1984).

Mapa de Riesgo y Erosión: El mapa de riesgo de erosión se determinó al sobreponer los mapas de cada índice, consistente en multiplicar los valores numéricos de los factores R, K y LS.

Resultados y discusión

Levantamiento fisiográfico: Se encontraron tres facetas en el levantamiento fisiográfico dentro de la Reserva de la Biosfera "El Cielo":

Faceta 1: Sierra con pendientes mayores del 20%.

Faceta 2: Lomeríos con pendientes de 5 a 10%.

Faceta 3: Planicie aluvial con pendientes de 1 a 2%.

La superficie de la planicie aluvial (Faceta 3) fue de 1,694 ha, la de lomeríos (Faceta 2) fue de 746 ha, que corresponden al 1.17% y 0.52% respectivamente, el resto (Faceta 1) de la superficie 142,900 ha corresponden al 98.31% del área total.

(Fig. 3). En los Cuadros 3 y 4 se describen el Sistema Sierra Madre y las facetas respectivamente.

Riesgo de erosión: De acuerdo a la metodología descrita se delimitaron 21 subcuencas en el área de estudio utilizando cartas topográficas del INEGI (mapa de subcuencas), escala 1:50,000 (Fig. 4).

Factor R (erosividad de la lluvia): Para la obtención de este factor se consideraron estaciones climatológicas de la zona centro y sur del estado. De la zona centro se seleccionaron las estaciones: Jaumave, San Vicente, Joya de Salas, La Encantada y El Encino. De la zona sur del estado se eligieron: Chamal Nuevo, Gómez Farías.

La clasificación de la erosividad en todas las estaciones fue moderada (Cuadro 5). Jaumave con el menor índice de erosividad de la lluvia ($R = 57.96$), que corresponde a la parte árida de la Reserva y

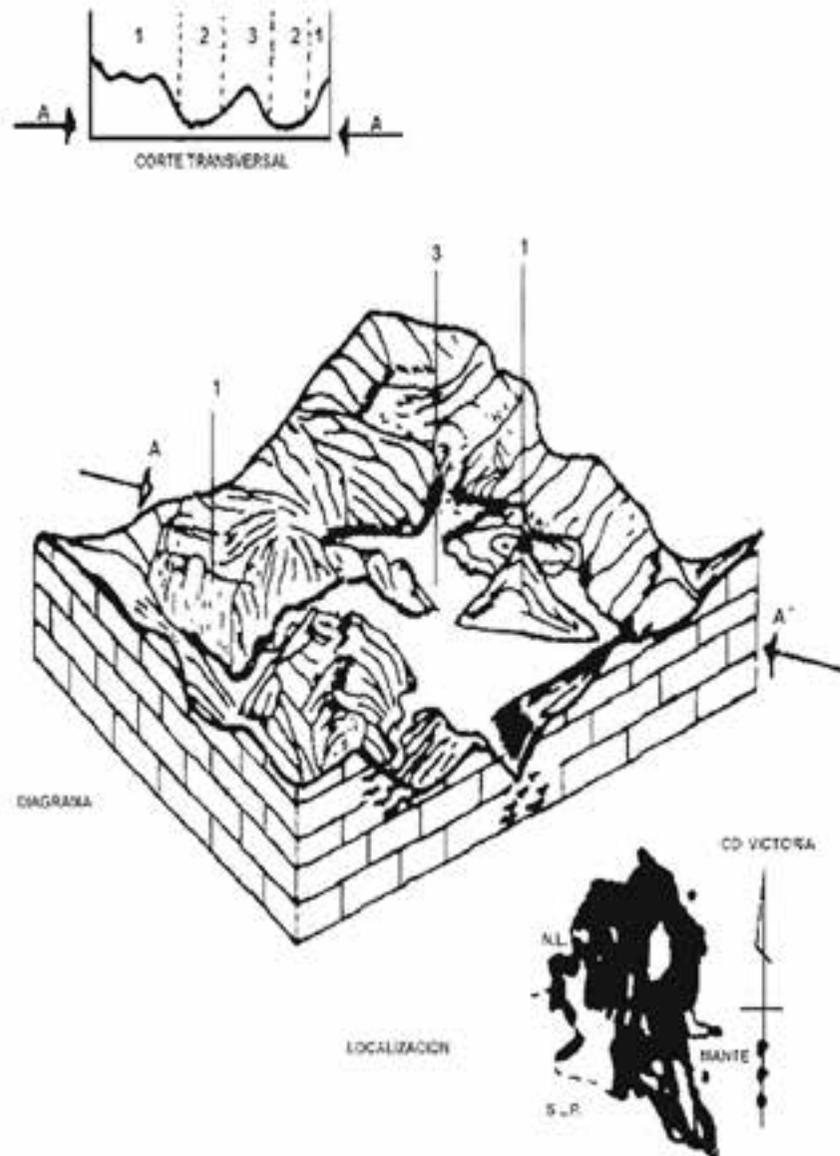


Figura 1. Diagrama idealizado, localización y corte transversal del Sistema Terrestre (SM).

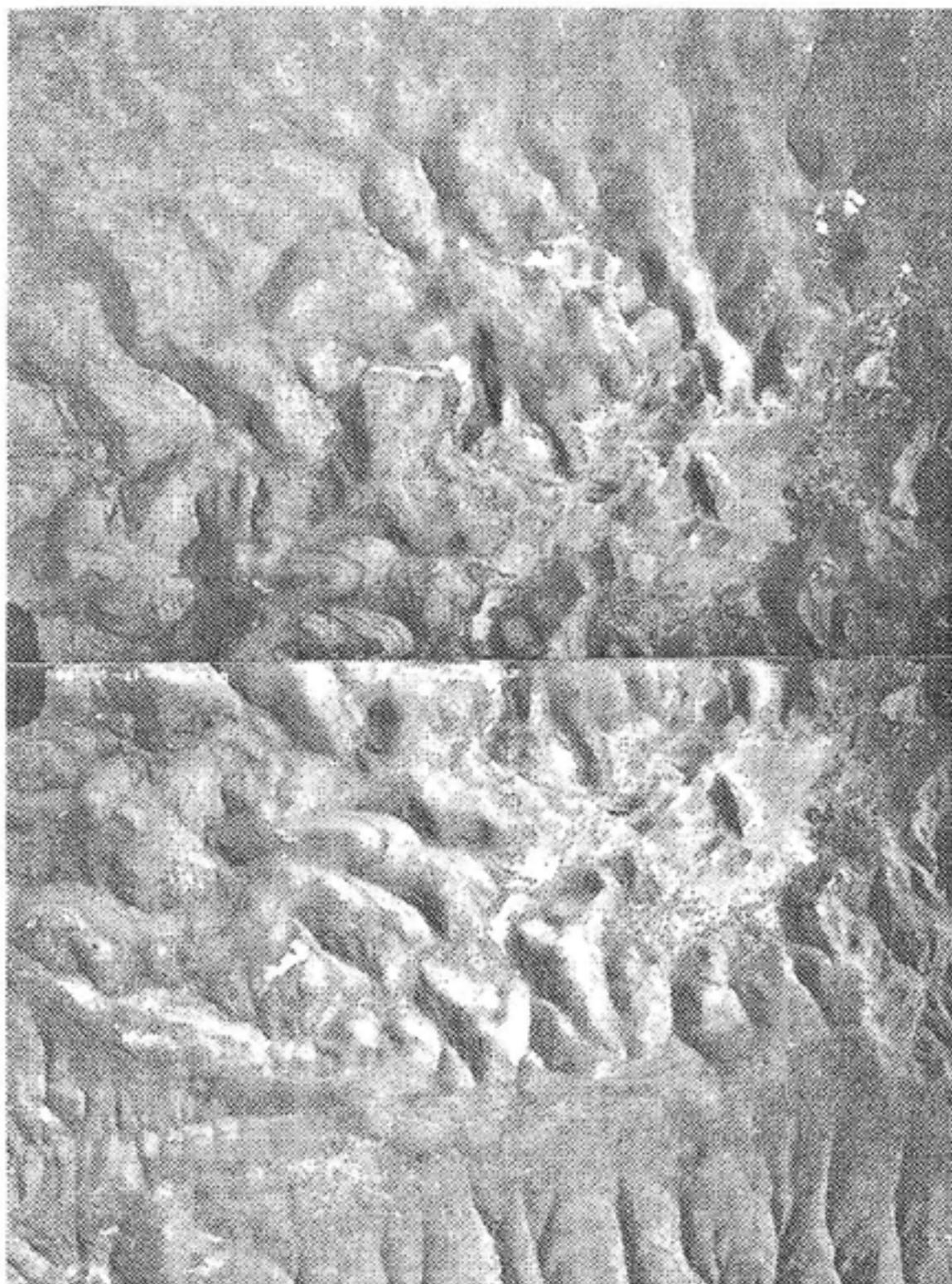


Figura 2. Par estereoscópico de las facetas típicas del Sistema Terrestre.

Cuadro 3. Sistema terrestre Sierra Madre (área de la Reserva de la Biosfera "El Cielo").

CLIMA: Temperatura media anual de 16°C a 24°C Precipitación media anual de 400 a 2,000 mm.

LITOLOGÍA

SUPERFICIAL: Calizas en sus diferentes familias: cremas, arcillosas, laminadas. Depósitos aluviales.

PAISAJE: Montañas en numerosos plegamientos con pequeñas planicies.

HIDROLOGÍA: Ríos de agua permanente, manantiales y arroyos torrenciales de temporada.

SUELOS: Esqueléticos y someros, de color negro y pardo oscuro, textura de media a gruesa.

USO ACTUAL: Explotación forestal, ganadería extensiva y áreas de agricultura de temporal y riego.

VEGETACIÓN: Varía con el clima y la altitud, presentándose un gradiente que va desde el Bosque Tropical Subcaducifolio, pasando por el Bosque Mesófilo de Montaña hasta el Bosque de Pino-Encino en sotavento, descendiendo en barlovento a Chaparrales y Matorral Submontano.

ALTITUD: De 200 a 2,200 m snm.

SUPERFICIE: 144,530 hectáreas.

Cuadro 4. Facetas del sistema terrestre Sierra Madre (área de la Reserva de la Biosfera "El Cielo").

Faceta ^o	Forma y Uso del Suelo	Suelo	Cubierta vegetal	Extensión(%)
1	Taludes con pendientes > 20%	Esqueléticos de color oscuro textura gruesa a media en algunos casos no hay suelo.	Desde el matorral submontano y bosque tropical subcaducifolio hasta el bosque pino-encino. Hay áreas desprovistas de vegetación.	98.31
2	Lomerios con pendientes de 5 a 10%	Esqueléticos de color oscuro textura gruesa a media.	Bosque tropical subcaducifolio y acahuales	0.52
3	Planicie aluvial con pendientes de 1 a 2%	Someros, color pardo oscuro, texturas gruesas a medias.	Matorral submontano y algunas áreas con agricultura de temporal y riego, ganadería extensiva.	1.17

Cuadro 5. Estaciones climatológicas consideradas para la obtención del factor R (erosividad de la lluvia) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Estación	Pi ^{2*}	P ^{**}	R ^{***}
San Vicente	31,249.56	511.11	61.14
Jaumave	27,113.65	467.76	57.96
Joya de Salas	137,124.93	934.69	146.71
La Encantada	134,832.05	999.04	134.96
El Encino	240,077.65	1,298.45	184.89
Chamal Nuevo	264,532.19	1,298.35	203.74
Gómez Farías	519,931.52	1,940.17	267.98

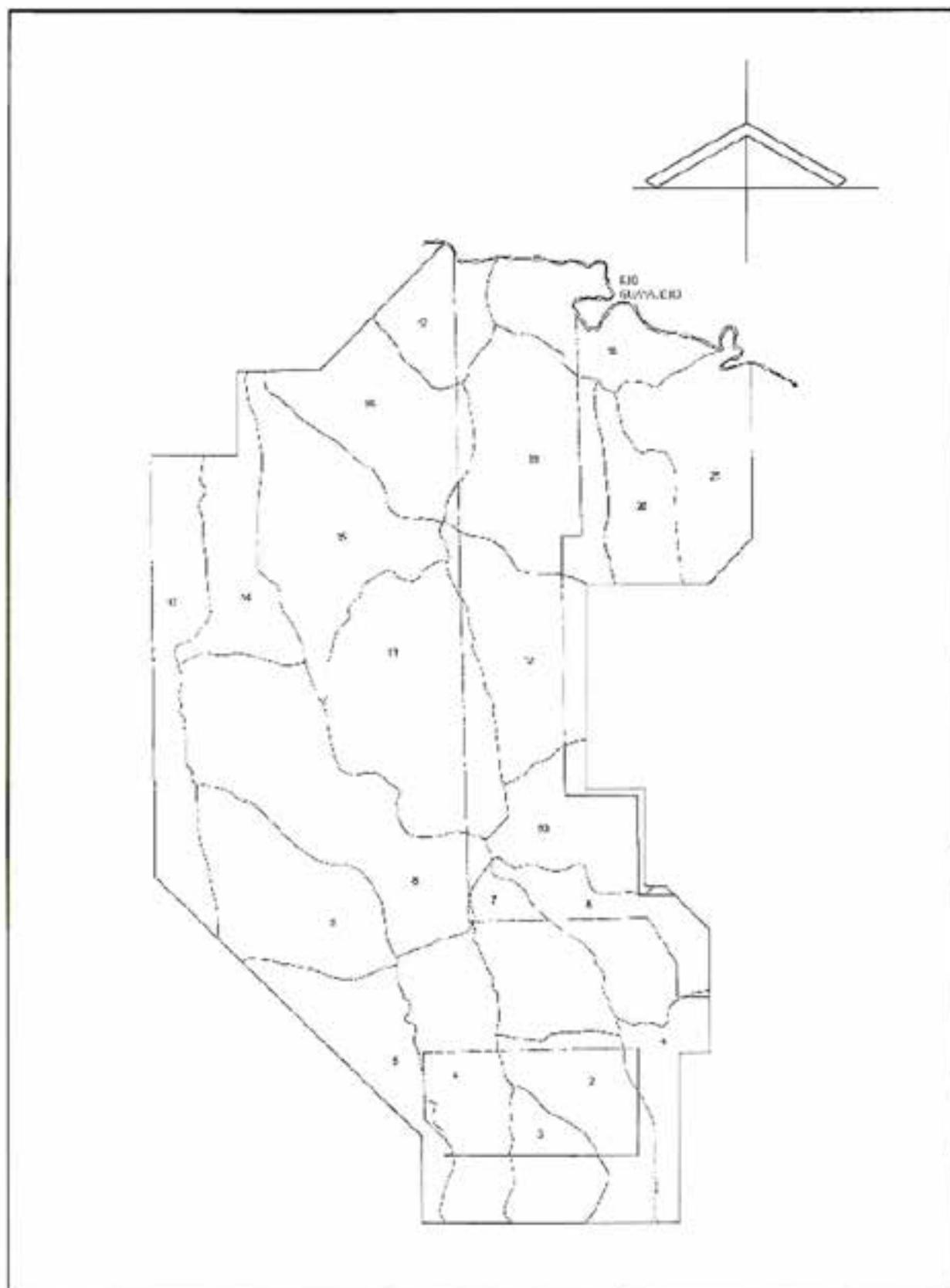


Figura 4. Mapa de subcuencas de la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Gómez Farías con el mayor índice ($R = 267.98$). El valor de R que se tomó para cada subcuenca corresponde al de la estación de clima más cercana.

Factor K (erodabilidad del suelo): Para la estimación de este factor, se sobrepuso la carta edafológica de la zona en el mapa de subcuencas y se obtuvo el valor de K , según el tipo de suelo y la clase textural que le correspondía. En la mayor parte de la zona de estudio encontramos litosoles y rendzinas, éstos tienen la clase de erodabilidad I.

Existen fluvisoles en la margen del río Guayalejo, siendo éste el límite norte de la Reserva, a este tipo de suelo le corresponde la clase de erodabilidad I. En el poblado de El Julito encontramos asociaciones de fluvisol crómico con rendzina. En Gómez Farías existe feozem háplico, litosol, rendzina. En Joya de Salas: rendzina, vertisol pélico y litosol. Por otro lado encontramos luvisoles crómicos en Alta Cima y Joya de Salas. En Joya de Molina, asociaciones de regosol calcárico con

litosol. En la porción semiárida de la Reserva, es posible encontrar xerosoles cálcicos de texturas medias, en tanto que los suelos de San José (bosque mesófilo de montaña), son en su mayoría litosoles y rendzinas. Factor LS (inclinación y longitud de la pendiente): En el mapa de grupos de pendientes (**Fig. 5**) se puede observar que existen en la mayor parte de la zona de estudio pendientes "d" y "e" con niveles de 12-20% y mayores de 20%, respectivamente.

Los valores de longitud y grado de inclinación de la pendiente son los factores que determinan en gran medida las clases de riesgo de erosión en la zona de estudio.

Cálculo de riesgo de erosión: En el **Cuadro 6** se presenta el análisis de riesgo de erosión para cada una de las 21 subcuencas delimitadas. Se observa que el potencial de erosión fue, en la mayor parte del área, muy alto con valores desde 178.16 hasta 1,775.5 t/ha/año. El mapa de riesgo de erosión escala 1:100,000 se observa en la **Fig. 6**.

Cuadro 6. Concentración del cálculo de riesgo de erosión en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Subcuenca N°	R	K*	LS	Erosión(t/ha/año)	Clase de riesgo potencial**
1	267.98	I	37.61	1,511.80	R4
2	267.98	I	44.17	1,775.50	R4
3	203.74	II	40.20	409.51	R4
4	203.74	II	36.21	368.87	R4
5	203.74	II	33.34	339.63	R4
6	267.98	II	38.61	517.33	R4
7	267.98	II	43.38	581.24	R4
8	146.71	I	42.20	928.67	R4
9	203.74	I	38.37	1,172.62	R4
10	267.98	II	41.26	441.68	R4
11	146.71	II	45.32	332.44	R4
12	184.89	II	38.90	359.61	R4
13	57.96	III	30.74	178.16	R3
14	57.96	I	29.15	253.43	R4
15	57.96	I	35.76	310.89	R4
16	61.14	I	40.99	375.91	R4
17	61.14	I	36.57	335.38	R4
18	134.96	I	36.45	737.89	R4
19	134.96	II	46.09	311.01	R4
20	134.96	I	34.61	700.64	R4
21	134.96	II	37.34	251.97	R4

* I = 0.5×0.3

II = 0.5×0.1

III = 1.0×0.1

** R3 = Alto

R4 = Muy alto

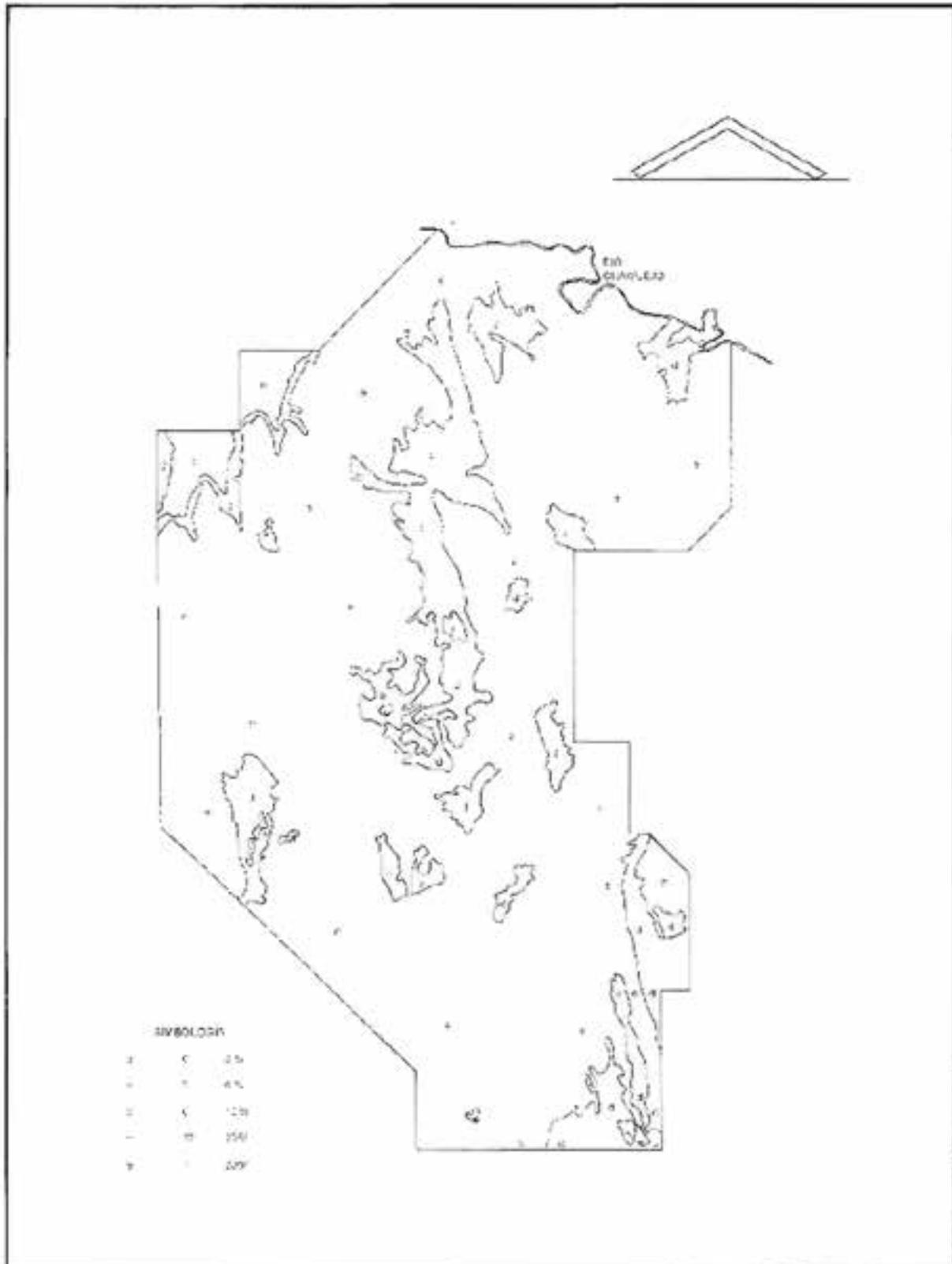


Figura 5 Mapa de grupos de pendientes de la Reserva de la Biosfera 'El Cielo'

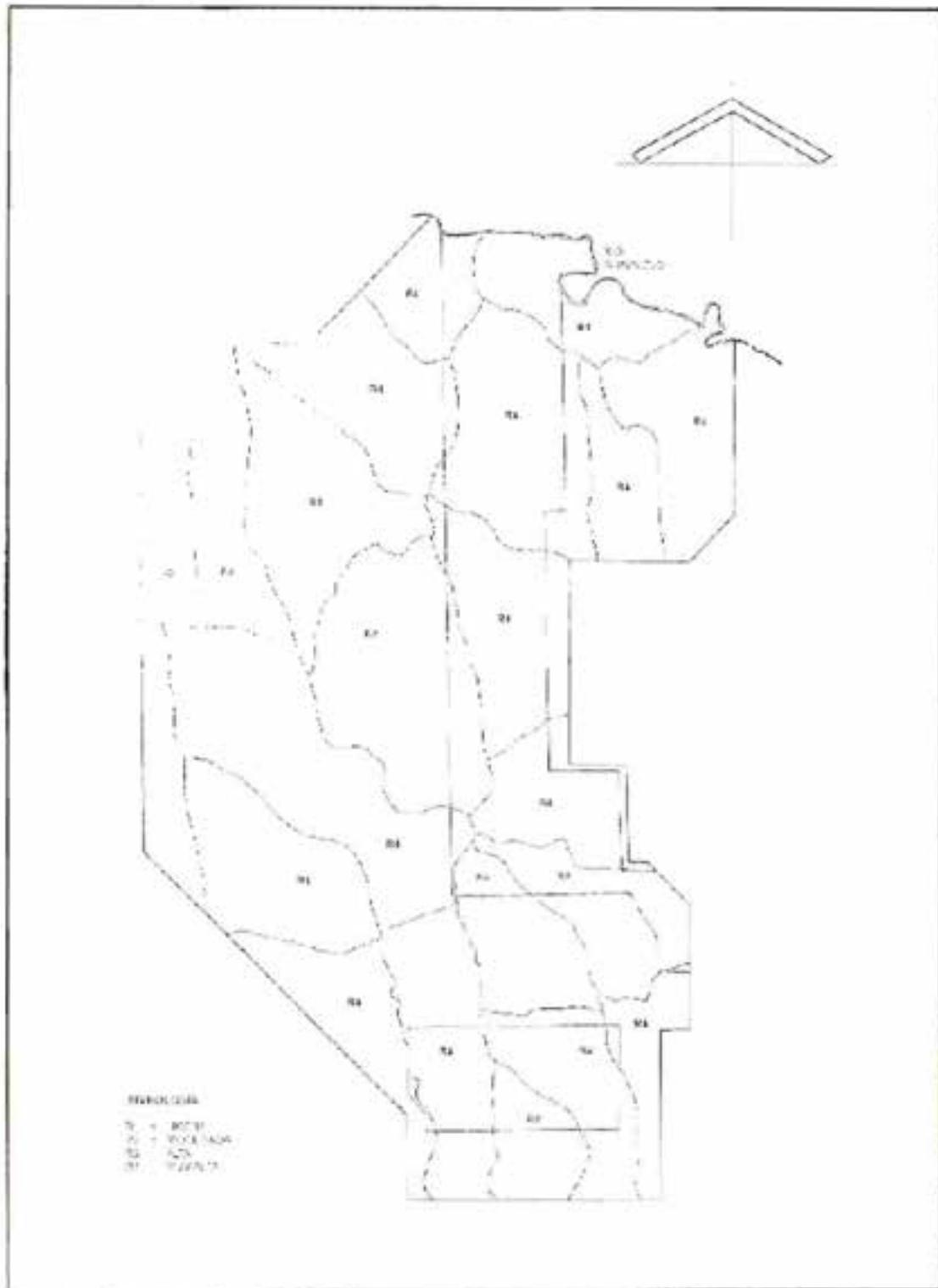


Figura 6. Mapa de Riesgo de erosión de la Reserva de la Biosfera "El Cielo"

Conclusiones

En relación con los resultados anteriores se puede decir que: Se encontró una faceta más, representada por lomeríos con pendientes de 5 a 10%, que antes no había sido descrita. La ventaja principal sobre la cartografía de riesgo de erosión, además de que sirve para localizar las áreas con mayor problema, es que permite detectar superficies más susceptibles de erosión a nivel predio, esto debido a la escala 1:50,000 con que se trabajó.

La metodología que se utilizó es muy probable que omita los detalles de topografía accidentada ya que se promedian los valores de R, K, L y S. Actualmente se trabaja incluyendo el factor C (cobertura vegetal) de la ecuación universal de pérdida de suelo para determinar erosión actual. Por decreto estatal y reconocimiento de MAB-UNESCO de que esta zona se declaró Reserva de la Biosfera, el uso del suelo debe estar en función de un enfoque ecológico y socioeconómico: Esto implica que el aprovechamiento de algunas áreas no esté de acuerdo con su aptitud de uso, sino más bien a las necesidades de la comunidad.

Literatura citada

- Avendaño, S. R. 1979.** *El agrosistema, su definición y su relación con la precisión en la generación de tecnologías en agricultura de temporal. Evaluación de cuatro métodos para definir agrosistemas en los Llanos de Huamantla, Tlaxcala.* Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Cuanalo, de la C., H. 1976.** *Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. Rama de suelos.* Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Figueroa, S., B. 1975.** *Pérdidas de suelo y nutrimentos y su relación con el uso del suelo en la cuenca del río Texcoco.* Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- García, L. R. 1983.** Diagnóstico sobre el estado actual de la erosión en México. *Terra Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.* México, D. F.
- Mitchell, J. K y Bubbenzer, G. D. 1984.** Estimación de la pérdida del suelo. En: **Kirkby, M. J. y Morgan, R. P. C.** (eds.), *Erosión de Suelos*, Capítulo 2. Editorial Limusa, México, D. F. pág. 35-88.
- Ortiz, S., C. 1984.** *Elementos de agrometeorología cuantitativa. Departamento de Suelos.* Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ponce, H., R. y Cuanalo de la C., H. 1977.** *Regionalización del ambiente basado en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. Agrosistemas de México. Contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.* Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Programa de Fertilidad Estatal. 1977-1980.** *Informes Técnicos.* Gobierno del Estado de Tamaulipas.
- S.A.R.H. 1982.** *Integración de unidades de suelo del estado de Tamaulipas.* Subsecretaría de Agricultura y Operación. Dirección General de Conservación de Suelo y Agua. México, D. F.
- Zuleta, L. A. 1976.** *Evaluación del levantamiento fisiográfico como recurso en el diseño de fórmulas de producción para maíz de temporal en la zona oriental del Estado de México.* Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

5. Un karst tropical en la Sierra Madre Oriental

Rafael Cámara Artigas¹ y Laura González Rodríguez²

¹Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Geografía Física y Análisis geográfico Regional, Universidad de Sevilla. Doña María Padilla S/N., CP. 41004, ESPAÑA. rcamara@us.es

² Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 13 Blvd. Adolfo López Mateos 928. CP. 87040, Cd. Victoria, Tamaulipas. MÉXICO. lgonzalez@uat.edu.mx

Abstract

The Biosphere Reserve El Cielo displays a unique environmental situation conformed by a characteristic morphology of tropical karst of medium tropical hills/mountains. At the eastern portion we identified karst that have been modeled by a set of four staggered surfaces with heights ranging from 2200 to 1000 meters above sea level, and karstic depressions in the valleys of the types of Dolinas, Uvalas and Poljies. Within the karstic hills different typologies were found, which enrich the karst in "El Cielo", including: conical hills (kegelkarst), domes (Kuppenkarst) and some "tower" type morphologies (turmkarst). Other minor morphologies that are present in the karst of "El Cielo" are the limestone protrusions of medium sized denominated pinnacles. Within the topsoil formations we found those of the terra-rosa kind, related to the poljies. Finally, given the geomorphology, lithology and relief, we found that the predominant soils in the area are litosols-redzinas located in the tropical forest; litosols and ferric luvisols in the cloud forest; redzinas in the pine-oak forest; while the valleys and piedmonts have soils that are derived from shallow lutite and basalts.

Introducción

La representación de áreas de karst en las Reservas de Biosfera en América Latina es muy escasa, cuenta sólo con seis ejemplos: tres en México (Sian Ka'an, Calakmul y El Cielo), dos en Cuba (Rosario y Guanahacabibes) y uno más en Guatemala (Maya). Entre ellos predomina el karst tropical de colinas sobre el de plataforma (terrazas marinas coralinas). Sólo existen dos casos: El Cielo en México y Sierra del Rosario en Cuba, en los que encontramos junto el karst de colinas tropical y la montaña. Sin embargo, sólo en el caso de México se presenta dentro del ámbito continental, lo cual hace a la Reserva de la Biosfera El Cielo un enclave único (Halffter 1989, Sánchez-Ramos 1993) en América, al conjuntar este doble carácter de ecosistema de montaña y geosistema kárstico tropical.

Aún fuera de la figura de protección de Reserva de Biosfera, esta situación ambiental karst tropical de colinas-montaña media tropical no es una situación corriente, en el conjunto de América sólo se conocen algunos casos en República Dominicana (Jamao).

El karst de colinas y depresiones de El Cielo

La Reserva El Cielo se encuentra situada en la Sierra de Las Cucharas, antigua Sierra de Guatemala (Muir 1936), que tiene una cota máxima en 2,320 m snm, y está dispuesta de Norte a Sur según la dirección general de la Sierra Madre Oriental. Está limitada al Norte por la Joya de Jaumave, al Sur por el río Boquilla, al Este por la Sierra La Cuchilla de San Pedro y Sierra Chiquita que la separan de la llanura Oriental del Golfo y al Oeste por el valle del río de Las Ánimas-Sierra del Magueyoso-Valle de San Lorenzo a través de los cuales entra en contacto a través de la depresión de Palmillas (1,500 m) y la Sierra Mocha (2,800 m) con el Altiplano Septentrional, a una cota de 1,500 m snm. En el conjunto de la Sierra destaca la presencia de depresiones, algunas con encharcamiento estacional o permanente, como la gran depresión de la Joya de Salas (1,500 m) al Norte y otras de menor extensión como Joya de Molina (800-900 m) al Norte, San Antonio (800-900 m) al Oeste, La Gloria (1,700 m), San José (1,500 m) y Alta Cimas (1,000 m) al Sur. Su constitución litológica está representada por las formaciones del Cretácico Inferior y Superior definidas por las formaciones de las calizas cristalinas de El Abra y Cuesta del Cura del primer periodo, y las formaciones Agua Nueva y San Felipe del segundo.

La formación El Abra está formada por calizas de plataforma y presenta tres facies (SPP 1982): a) facies prearrecifal, con brechas bioclásticas y calizas clásticas y bioclásticas interdigitadas con calizas arcillosas con pedernal, al NE del Gómez Farías, con 200 m de espesor; b) facies arrecifales, estructurada por una franja angosta de bancos

arrecifales con calcarenitas oolíticas, con un espesor de 800 m, en Gómez Farías; y c) facies post-arrecifal, con una gran secuencia de calcilutitas, calizas bioclásticas y calcarenitas, dolomías y calizas parcialmente dolomitizadas, se presenta en estratos medianos y gruesos y en biostromas. La Formación Cuesta del Cura (SPP 1982), configurada por calizas de grano fino y margas laminadas de color gris oscuro, estratos medianos con abundantes bandas de pedernal negro y algunos horizontes bentónicos, con un espesor que varía entre 150 y 200 m.

En el Cretácico Superior la formación Agua Nueva integrada por calizas finamente bandeadas, capas de caliza de grano fino, lutitas laminares en estratos medianos y gruesos, con presencia de pedernal negro en bandas y lentes. Es concordante con la formación Cuesta del Cura y subyace discordante sobre las facies arrecifales de la formación El Abra. La formación San Felipe por su parte, presenta calizas, calizas arcillosas, lutitas, horizontes bentónicos y algunas calizas arenosas. Concordante sobre la formación Agua Nueva y discordante sobre la formación El Abra (SPP 1982).

En estas litologías antes referidas, sólo las facies arrecifales de la Formación El Abra y de Cuesta del Cura, presentan rasgos de karstificación o de circulación hídrica endokarstica con presencia de manantiales y cavidades (Joya de Salas).

Superficies del karst en la Reserva El Cielo

El conjunto está modelado por un conjunto de cuatro superficies que se encuentran escalonadas entre los 2,200, 1,700, 1,500 y 1,000 m (Fig. 1).

La primera superficie es la culminante y se encuentra representada en dos sectores: Al Norte y Sur de la Reserva (Cerro el Cántaro), así como al Oeste en la Sierra del Duraznillo. La superficie de 1,700 m, que se encuentra vinculada a la depresión de La Gloria, se extiende alrededor de la antes citada, en unidades más dispersas y al Oeste en la Sierra del Magueloso. Las otras dos superficies parecen estar viculadas a esta última y su individualización parece ser producto de la tectónica, ya que solo se encuentran representadas al Este y en el contacto entre la Sierra Madre Oriental y la Llanura Oriental del Golfo. En este contacto existe una extrusión de tipo basáltico del Terciario Superior, con olivino negro, presenta una estructura vesicular que ha dejado como dispositivo morfológico un cráter volcánico abierto hacia el Este.



Figura 1. Cerro el cántaro (sur de la Reserva).

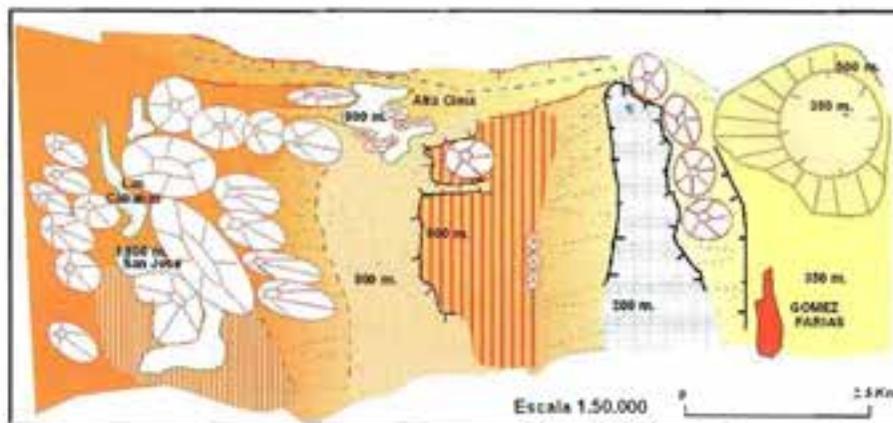
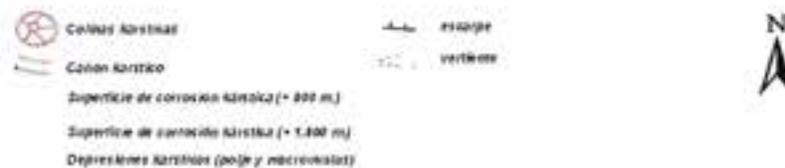


Figura 3. Mapa geomorfológico de transecto Gómez Farías-San José (Reserva de la Biosfera El Cielo)



Las morfologías exógenas del karst y sus relaciones con el endokarst

Hacia el sector oriental de la Reserva próximo a Gómez Farías (Fig. 2 y 3), se pueden identificar las diferentes manifestaciones del karst.

Estos elementos son por una parte características de los karst en general, como son las superficies o los diferentes tipos de depresiones que se hayan asociadas al karst, mientras que otras,

como las colinas kársticas, constituyen elementos típicos de los karst tropicales, que en el caso de El Cielo, presentan, como hemos dicho, la peculiaridad de presentarse en una montaña media tropical, como es la Sierra Madre Oriental de México.

Depresiones kársticas. Son morfologías kársticas exteriores o del exokarst, de carácter destructivo o denudativo (también llamadas formas de relieve negativas, frente a las positivas que constituyen, en el karst tropical, las colinas), ya sea

por procesos físico-químicos (disolución) o mecánicos (hundimientos). En el karst de El Cielo es posible observar estas morfologías en el recorrido entre Gómez Farías (300 m nm) hacia Alta Cimas (1,000 m snm) en el ascenso a la Sierra Cucharas: dolinas, son abundantes en el recorrido, algunas de ellas incluidas en los valles antes citados; uvalas, jalonadas en sus bordes por kegelkarst, especialmente presentes en la superficie de 1,000 m en el tramo de recorrido al que estamos aludiendo; y poljes, los valles de Alta Cimas, Las Cabañas y La Gloria, así como la Joya de Salas (1,500 m) y Joya de Molina (800-900 m) al Norte, y San Antonio (800-900 m) al Oeste, conforman depresiones tipo polje. En la Reserva se pueden observar estas diferentes tipologías, lo que enriquece más la propia personalidad del karst de El Cielo. En el recorrido entre Gómez Farías hacia Alta Cimas, antes de iniciar el ascenso a la Sierra de Las Cucharas, nos encontramos un valle en el que nace el Río Frío y que está jalonado en su borde por colinas con morfología de cúpulas (kuppenkarst). Ya en la superficie de 1,000 m y antes de llegar a la depresión de Alta Cimas, aparecen colinas cónicas (kegelkarst) al igual que en el ascenso hacia San José, o ya de forma muy clara limitando los valles de Las Cabañas y de San José, en la superficie de 1,500. Este mismo tipo de colinas kársticas aparece en la superficie de 1,700 rodeando al valle de La Gloria. En su conjunto, presentan cotas relativas entre 50 y 100 m. Finalmente y hacia el Norte, en el ascenso hacia San José se pueden observar colinas kársticas individualizadas tipo torre (turmkarst) con cotas relativas de 100 m.

El endokarst de El Cielo. Los procesos que se producen en el subsuelo del karst o endokarst puede ser destructivos o constructivos. Los primeros engloban a galerías o cavidades y los segundos los espeleotemas y rellenos de conductos. Las cavernas o cavidades son conductos subterráneos originados por las aguas de percolación mediante el ensanchamiento de discontinuidades originadas por diaclasas, planos de estratificación, cambios de porosidad, etc. El agua puede circular inundando toda la cavidad en forma permanente (pasajes freáticos) pudiendo llegar a ser forzada (tubos de presión), o circulación parcial no inundando toda la cavidad o solo periódica o extraordinariamente (pasajes vadosos). Las formas constructivas del tipo espeleotemas proceden de la precipitación del carbonato (especialmente calcita y aragonito). En función de su morfología y origen se clasifican en cenitales o de techo (estalactitas), parietales o de pared (coladas, cortinas, banderas, gours, etc.), o

pavimentarias o de suelo (costras, coladas, estalagmitas) y algunas mixtas como las columnas (Pedraza 1996). Del endokarst de El Cielo sólo existen algunos datos de las cavidades de la Joya de Salas, pero existen diferentes manantiales que son más abundantes al SE, como los de Joya de Manantiales, Agua Linda, La Perra y Agua del Indio (Puig y Bracho 1987). Para un mejor conocimiento de la dinámica y funcionamiento de éste karst es preciso realizar estudios del endokarst apoyados en trabajos espeleológicos, con realización de topografías detalladas y su relación con el exokarst.

Formaciones superficiales asociadas. Las formaciones superficiales tipo terra-rosa aparecen asociadas a los poljes como el de Alta Cimas y Las Cabañas. Cuando estas formaciones presentan erosión en regueros, exhuman un lapiaz subaéreo, como se puede observar en el citado polje. Tomando en cuenta las características geomorfológicas, antes descritas se han identificado ocho unidades de suelo (FAO 1974): Litosoles (negros) rendzinas (negras) luvisoles crómicos (rojos), localizados en las vertientes y laderas del bosque tropical, luvisoles crómicos y férricos y acrisoles órticos, en las depresiones y superficies en las que se desarrolla el bosque mesófilo de montaña (Rzedowski 1973).

Los suelos dominantes son las rendzinas y litosoles sobre las vertientes que pasan a luvisoles crómicos y férricos y acrisoles órticos en las depresiones y superficies sobre los que se desarrolla el bosque mesófilo de montaña, y los pinares con *Podocarpus reichei* y *Liquidambar styraciflua*. Sobre algunas depresiones, como en la Joya de Salas aparecen vertisoles pélicos y luvisoles vérticos.

Literatura citada

- FAO. 1974. Approaches to land classification. *Soils Bulletin* 22. FAO, Rome. 120 p.
- Halffter, G. 1989. Reflexiones sobre las Reservas de la Biosfera de México. *Biotam* 1(1): 6-8.
- Muir, J.M. 1936. Geology of Tampico Region, Mexico. *American Assoc. Petrol. Geol.* 1-284.
- Pedraza, J. de. 1996. *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Editorial Rueda. Madrid.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. *El bosque mesófilo de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México D.F.
- Rzedowski, J. 1973. *Geographical relationships of the flora of Mexican dry regions*. In *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier Scientific Company, Amsterdam, pp. 61-62.
- Sánchez-Ramos, G. 1993. La Reserva de la Biosfera El Cielo: antecedentes, objetivos y problemática. *Biotam* 4(3): 1-8.
- SPP. 1982. *Carta geológica Ciudad Victoria F-14-2*, México, D.F.

6. La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo

Henri Puig

Laboratoire Dynamique de la Biodiversité (CNRS-UPS)
29, rue Jeanne Marvig BP 4349. 31055 Toulouse Cedex 4 – FRANCE

Abstract

The phytogeographic analysis of the Gómez Farias cloud forest shows that the floristic tropical element is more important than the temperate element. Tropical families are the most numerous and several genera and species give evidence of ties with Central and South America. Some floristic elements are characteristic of neotropical mountains, while some others are characteristic of the Mexican territory. A few genera have affinities with Asiatic and African tropical floras. Second in importance are the relations with the holarctic (or boreal) flora. Indeed, the studied area is one of the Mexican provinces where boreal elements are the most abundant, affinities being particularly clear with the flora of East and South USA, some elements of which have their southernmost distribution limit in Central America. The floristic affinities of the Gomez Farias mesophyllous forest with tropical dry forests have also been noticed, as indicated by the Sorensen Similarity Index. Finally, some endemic species of the arid zones of North-East Mexico are found in this forest in spite of its humid climate. Though paleobotanic information is poor, there is no doubt about the development of this flora under climatic regimes that were more humid and with lower thermal variations than in the present.

Introducción

La riqueza de la flora de México es un hecho admitido y reconocido por diversos autores. Quienes han analizado su flora consideran que aproximadamente existen de 22,000 a 30,000 especies de plantas vasculares (Flores Vilella y Gerez 1994; Rzedowski 1992a, 1992b, 1998; Challenger 1998; Toledo y Ordoñez 1998). El bosque mesófilo de montaña (bmm) de Tamaulipas, es un ecosistema complejo debido a su origen biogeográfico y su estructura. El bmm debe señalarse como un caso especial en la vegetación de México: este bosque cubre un porcentaje mínimo del territorio nacional (entre 0,5% a 1%). Debido a su distribución fragmentada es difícil de estimar con precisión la superficie exacta que ocupa, sin embargo, contiene la mayor riqueza biológica en términos del número de especies con relación a su superficie (Flores Vilella y Gerez 1994).

Según Rzedowski (1998), aunque cubre poco menos del 1% de la superficie total del país, el bmm representa el 10 % de su flora. Este mismo autor (1996) presenta una lista preliminar de 650 géneros de plantas vasculares que contienen al menos una especie ligada en forma exclusiva o preferencial con el bmm de México. La información más reciente sobre la riqueza de géneros de plantas fanerógamas en el bmm del país, revela que hay 995 géneros con al menos una especie presente (Alcántara *et al.* sometido). El índice de diversidad H' de Shannon es de 4.25 (Puig *et al.* 1987), índice relativamente alto y parecido a los observados en selvas húmedas perennifolias. Además de esta alta riqueza florística, el grado de endemismo es desproporcionadamente alto con relación a la superficie que ocupa (Dirzo 1992, Rzedowski 1992a). En realidad, el endemismo se puede considerar como bajo o medio a nivel genérico, y alto a nivel específico (Webster 1995).

Esta gran riqueza biológica se explica por las variadas condiciones fisiográficas y ecológicas que prevalecen en el país, así como por la situación geográfica que guarda con respecto al continente Americano. La posición geográfica de México, especialmente la del bmm, ha tenido gran importancia en las migraciones recíprocas de taxa sudamericanos, australes y andinos hacia el norte y de taxa norteamericanos y boreales hacia el sur.

Esta gran diversidad se manifiesta también en el bmm de la Reserva de la Biosfera El Cielo. Los trabajos realizados por varios autores (Puig y Bracho 1987) dentro de la región de Gómez Farias, han destacado algunas de las peculiaridades fitogeográficas de la vegetación de esta zona, principalmente la del bmm. Sin embargo, es importante señalar que la mayor parte de estos estudios no cuentan con listados florísticos completos, lo que ha impedido se analicen sus relaciones desde un punto de vista más amplio.

El objetivo del presente trabajo fue definir las relaciones fitogeográficas de la flora del bmm de la Reserva El Cielo a tres niveles taxonómicos: Familia, género y especie.

Para el primer nivel de análisis se utilizó la clasificación realizada para México por Sharp (1953), en la cual distingue la distribución geográfica de 143 familias de dicotiledóneas; se utilizó también el trabajo de Heywood (1978) para las familias de monocotiledóneas y para aquellas que no son consideradas en el trabajo de Sharp (**Apéndice 1**).

La determinación de las afinidades geográficas a nivel de género, se hizo con base en la regionalización e información contenida en la obra de Willis (1973). A partir de la lista florística con que se cuenta hasta el momento, se realizó una comparación a nivel específico con otras comunidades de bmm que se encuentran en el país, por medio del índice de similitud de Sorensen (Muller-Dombois y Ellenberg 1974). Finalmente se presenta un resumen sobre la distribución histórica del bmm de México basado en una breve revisión bibliográfica (**Apéndice 2**).

Afinidades fitogeográficas

Con el fin de hacer más evidente la composición florística de este bosque, se realizó una comparación a nivel de familia con el ecosistema que lo limita hacia las cotas de menor altitud, que es el Bosque Tropical Subcaducifolio (Puig 1976, 1991).

Como se aprecia en el **Cuadro 1**, para ambas comunidades el elemento dominante es el termófilo tropical, siendo proporcionalmente más importante para el Bosque Tropical Subcaducifolio (76%) y menor para el bmm (52.5%). Es pertinente señalar que para el bmm, aunque sea una comunidad montañosa, las familias de afinidades templadas se encuentran en menor proporción que las de afinidades tropicales. La dominancia de familias de afinidades tropicales en el bmm podría traducir la antigüedad de este bosque si se considera que la flora tropical es más antigua, debido al hecho que se admite generalmente el origen tropical de las angiospermas.

Debido a la localización geográfica de la zona de estudio en el límite del Trópico de Cáncer, es claro que las afinidades florísticas del bosque estudiado se manifiestan principalmente en dos direcciones, hacia el norte (flora boreal) y hacia el sur (flora meridional o neotropical). Asimismo, existen afinidades con otros continentes, debidas a la historia florística del país.

A continuación se presenta un análisis detallado para los géneros y especies con base en la clasificación efectuada por Puig (1976, 1991) y en la que se destacan los tres principales componentes de la flora mexicana que son el tropical, el templado y el endémico.

Afinidades tropicales

La mayoría de los elementos tropicales que se encuentran en el bmm de El Cielo, tienen fuertes afinidades con la flora de América del Sur. Dentro de los géneros de filiación termófila se distinguieron las siguientes agrupaciones:

Elemento neotropical. En este grupo se considera a los géneros y especies que presentan relaciones con la flora centroamericana y sudamericana, y algunos de los géneros neotropicales que llegan solamente hasta Centroamérica como son: *Crusea*, *Chione* (**Apéndice 2**), lo cual se explica, de acuerdo con Gentry (1982), por la difícil vía de migración que constituye el istmo panameño.

Dentro de las especies de afinidades sudamericanas se incluyen a: *Bursera simaruba*, *Callicarpa acuminata*, *Cedrela mexicana*, *Celtis iguanea*, *Dendropanax arboreus*, *Guazuma ulmifolia*, *Hamelia erecta*, *Nectandra sanguinea*, *Randia aculeata*, *Tabernaemontana alba* y *Trichilia havanensis*. Rzedowski (1996), presenta la distribución geográfica de los 650 géneros de plantas vasculares registrados como los más característicos del bmm de México.

Cuadro 1. Porcentaje (%) de la distribución de familias en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y en el Bosque Tropical Subcaducifolio (BTS).

Distribución	Total	BMM	BTS
Tropical	52.5	52.5	76.0
Cosmopolita	19.5	18.5	18.5
Templada	21.5	22.0	5.5
Otras	6.5	7.0	-

La distribución de estos géneros confirma la gran preponderancia de afinidades sudamericanas.

Las plantas vinculadas con la flora de Sudamérica, en términos globales, son cinco veces más numerosas que las relacionadas con la flora del hemisferio norte. Sin embargo, la influencia de la flora sudamericana disminuye conforme aumenta la latitud.

El bmm de la Reserva El Cielo es el situado casi más al norte del país, de tal modo que la proporción de taxa de afinidades meridionales es mucho menor que en los bmm de Chiapas, que se encuentran en latitudes menores.

Elemento neotropical mesoamericano. En este apartado se incluyen especies cuya área de distribución se extiende en todo o parte de México y Centroamérica, por ejemplo: *Bomarea acutifolia*, *Cupania glabra*, *Mirandaceltis monoica*, *Piscidia communis*, *Rapanea myricoides*, *Smilax jalapensis*.

Elemento neotropical mexicano. Este elemento se refiere a especies distribuidas únicamente en zonas tropicales de México, algunas de ellas restringidas al este del país como son: *Gymnanthes longipes* y *Oyedaea ovalifolia*.

Elemento neotropical de montaña. Las plantas de este elemento se distribuyen de manera discontinua, en montañas de América tropical o por lo menos de México y Centroamérica. Dentro de éstas se citan especies como: *Beilschmiedia mexicana*, *Clethra pringlei*, *Magnolia schiedeana*, *Meliosma oaxacana*, *Styrax argenteus* var. *ramirezii*, *Turpinia occidentalis* y *Weinmannia pinnata*. También son dignas de mencionar *Tigridia*, *Eupatorium* y *Viguiera*, plantas comunes a la zona andina y a México, que se caracterizan, salvo algunas excepciones, por no estar representadas por las mismas especies (Rzedowski 1978).

Según Gentry (1982), muchos de los elementos de los bmm de México con afinidades sudamericanas tienen un centro de dispersión andino, es decir de elevaciones medianas del norte de los Andes. Muchos de los arbustos del sotobosque (Piperaceae, Rubiaceae, Myrsinaceae, Acanthaceae, Solanaceae) y de epifitas (*Peperomia* y otras Piperaceae, Orchidaceae, Araceae y Bromeliaceae) entran en esta categoría de afinidades andinas.

Elemento africano y asiático. El elemento africano presente en la zona de estudio es muy escaso. Siendo algunos de los ejemplos a nivel de género

Asclepias, *Sphaeralcea*, *Trichilia*, *Sclerocarpus*. Mientras que las afinidades con el continente asiático son notables a nivel de género, pudiéndose mencionar: *Acer*, *Berberis*, *Bocconia*, *Carpinus*, *Carya*, *Ilex*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Rhus*, *Sambucus*, *Styrax*, *Ternstroemia*, *Turpinia*, *Xylosma* y *Zanthoxylum*. A nivel específico solo se puede mencionar a *Rhus radicans*. Aunque sorprenden las afinidades florísticas con el continente asiático, éstas se deben a la historia de la flora del bmm, tal como lo analizamos posteriormente.

Elemento pantropical. Este elemento es escaso a nivel de especie. Aunque abundante a nivel genérico, en general es poco significativo.

Afinidades boreales

Las relaciones florísticas y afinidades entre la flora mexicana y el elemento holártico, principalmente con el este de los Estados Unidos de Norteamérica, han sido señaladas por numerosos autores, entre los que se encuentran Sharp *et al.* (1950), Miranda y Sharp (1950), Hernández-X *et al.* (1951), Sharp (1953), Graham (1973) y Rzedowski (1965, 1966, 1972, 1978, 1992 a, 1996). La Sierra Madre Oriental, dentro de la cual se localiza el área de estudio, es una de las provincias mexicanas donde la presencia de elementos septentrionales o boreales son abundantes. Debido a la localización norteña del bmm de El Cielo en el país, los vínculos con el elemento boreal son más altos en este bmm que en los bmm del sur del país. Por otra parte, así como lo señalaron Miranda y Sharp (1950), es el estrato arbóreo del bmm que tiene la más alta proporción de elementos boreales, mientras que en el sotobosque predominan las plantas de afinidades meridionales. Además, el estrato arbóreo de afinidades mayoritariamente holárticas, participa de manera mucho más alta a la biomasa y a la productividad del ecosistema. Las especies de más alta productividad son los árboles de los géneros *Liquidambar* y *Quercus* que son también las especies dominantes (Puig 1993).

Elemento holártico del este y sur de los Estados Unidos. Las especies incluidas dentro de este elemento, tienen un área de distribución discontinua desde el este de México hasta el norte de los Estados Unidos de Norteamérica: *Carpinus caroliniana*, *Carya ovata*, *Cercis canadensis*, *Fagus mexicana*, *Illicium floridanum*, *Liquidambar styraciflua*, *Ostrya virginiana*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Prunus serotina*, *Smilax bona-nox*, *Taxus globosa* y *Tilia houghii*.

Elemento holártico de México y del norte de América Central. Las siguientes especies, pertenecientes a familias boreales y a familias cosmopolitas, presentan una distribución reducida en México y América Central: *Acer skutchii*, *Ceanothus coeruleus*, *Cornus excelsa*, *Cornus disciflora* y *Styrax argenteus*.

Elemento holártico del este de México. Se refiere esencialmente a las especies endémicas de la Sierra Madre Oriental: *Quercus germana*, *Quercus xalapensis* y *Temstroemia sylvatica*. La distribución del bmm de México en archipiélagos de fragmentación forestal más o menos aislados favorece la especiación alopátrica, así como lo demuestra Vázquez-García (1995) con el ejemplo de *Magnolia*. Según este autor, la sección *Theorhodon* del género *Magnolia* presenta 17 especies o subespecies endémicas del bmm de México y Centroamérica.

Afinidades con el elemento endémico de zonas áridas

Los elementos autóctonos de las zonas áridas y semiáridas de México, tienen una importancia indiscutible en la historia de la flora mexicana. Sin embargo, debido al clima más húmedo del bmm aquí estudiado, el papel de este elemento es de menor importancia. A pesar de ello, se pueden mencionar algunas especies endémicas del noreste de México como: *Bernardia interrupta*, *Decatropis bicolor* y *Wimmeria concolor*.

En el **Cuadro 2** se presenta el número y porcentaje de los géneros del bmm y sus relaciones fitogeográficas, destacándose los elementos de amplia distribución en los trópicos: pantropicales y neotropicales. En cuanto al elemento endémico es importante señalar su ausencia o escasa presencia dentro de este tipo de vegetación.

Estos resultados concuerdan en términos generales con aquellos obtenidos por Vargas (1982) para Huayacocotla y *et al.* (1983) para Guerrero.

Simultáneamente se compararon con los listados florísticos de Rzedowski (1966, 1970), Puig (1976) y Carlson (1954) con el objeto de reconocer sus afinidades fitogeográficas. La diversidad genérica del bmm de El Cielo puede considerarse como mediana refiriéndose a Vázquez-García (1995), con 50 géneros comparados a 90 géneros en el bmm del Triunfo, Chiapas. Los datos presentados por este autor indican que, como regla general de patrones de dispersión fitogeográfica, la diversidad genérica aumenta al disminuir la latitud, es decir al acercarse al Ecuador, más aumenta la diversidad genérica. Los patrones anteriores se corroboraron al comparar los géneros del bmm de México (mediante el Índice de Similitud de Sorensen) con las siguientes regiones: Centroamérica, Antillas (Howard 1973), Sudamérica, Estados Unidos, África Tropical, Asia Tropical. (**Apéndice 3**). Se encontró una alta similitud del bmm de Gómez Farías con Centroamérica (71%); con respecto a las Antillas resultó lógico encontrar un valor menor (61%) debido a la historia geológica de las islas que, como menciona Rzedowski (1978), ha propiciado el desarrollo de un gran número de endemismos.

Cuadro 2. Análisis fitogeográfico a nivel de género.

Afinidades	No.	Porcentaje %
Pantropicales	38	26.5
Neotropicales	36	25.1
Tropicales y templados	12	8.3
Templados del hemisferio norte	11	7.6
Americanos	9	6.2
Cosmopolitas	13	9.0
América-Asia	11	7.6
América-África	5	3.4
Otras distribuciones	8	5.5
Total	143	99.2

La similitud con el este y el sur de Estados Unidos (54%), se debe principalmente a géneros de afinidades templadas que se encuentran en el bmm, pero también a algunos elementos tropicales que alcanzan al sur de ese país. Lo más sorprendente, como ha sido mencionado antes, es el alto índice de similitud con Asia (66%), superior al que presenta con África (55%). Esta afinidad asiática se debe a que comparte, además del elemento pantropical común a los tres continentes (América-Asia-Africa), géneros de la flora de las montañas tropicales que se encuentran tanto en Asia como en América. Es por ello importante retomar lo escrito por Rzedowski (1978), quien considera que dentro de los tipos de vegetación de México "el bmm es quizá donde el porcentaje de plantas de afinidad asiática resulta más significativo".

Afinidades con otros bosques mesófilos de México

Se llevó a cabo una comparación florística, tanto a nivel de género como a nivel de especie por medio del mismo índice de similitud, entre el bmm de Gómez Farías y otros Bosques Mesófilos de México, como son:

- a. Xilitla, San Luis Potosí (Rzedowski 1966).
- b. Tlanchinol y Tlahuelompa, Hidalgo (Puig 1976, 1991).
- c. Huayacocotla, Veracruz (Vargas 1982).
- d. Teocelo, Veracruz (Luna-Vega 1984).
- e. Huauchinango, Puebla (Puig 1976, 1991).
- f. Valle de México (Rzedowski 1970).
- g. Montebello, Chiapas (Carlson 1954).
- h. Atoyac, Guerrero (Lorenzo *et al.* 1983).

La comparación a nivel de géneros (**Apéndice 4**), se hizo con respecto al porcentaje de géneros comunes y al índice de similitud de Sorensen, obteniéndose los resultados siguientes: El porcentaje de géneros comunes es más alto con los bosques más cercanos (**Cuadro 3**); así, la mayor semejanza es con la comunidad de San Luis Potosí (66%) y la menor con la de Atoyac, Guerrero (28%). Sin embargo, los resultados obtenidos con el índice de similitud no presentan la misma correlación.

Esta diferencia puede deberse a las metodologías de muestreo utilizadas en cada uno de los estudios. En general se aprecia una mayor similitud del bmm de Tamaulipas con los bosques de Huayacocotla, Tlanchinol y de Xilitla (Veracruz, Hidalgo y San Luis Potosí, respectivamente) que con aquellos de los estados de Guerrero y Chiapas, así como el Valle de México.

Resultados similares se observan a nivel de especie, que de acuerdo con los valores de similitud se agruparon de la siguiente manera:

- Mayor al 20%: San Luis Potosí e Hidalgo con mayor valor de similitud y menor distancia.
 Entre 20 y 10%: Veracruz (Huayacocotla y Teocelo) y Puebla con valores intermedios de similitud y de distancia entre localidades.
 Menor al 10%: Valle de México y Chiapas con valor de similitud bajo y localidades alejadas de Gómez Farías.

Aún cuando los resultados resaltan la clara influencia de la distancia geográfica entre las localidades, las diferencias no pueden explicarse sólo por esto, siendo importante considerar también las particularidades propias de cada región. En el caso de Guerrero, debido a su ubicación sobre la Sierra Madre Occidental las comunidades de bmm carecen de géneros tales como *Liquidambar*, *Fagus* y *Nyssa* debido probablemente a que las precipitación es menor a la del Golfo de México.

Con respecto a los bosques de Veracruz, Hidalgo y San Luis Potosí se tiene una fuerte similitud a nivel de género, aunque no a nivel de especie. La gran semejanza con la comunidad de Xilitla, apunta hacia la posibilidad de que en el pasado ambos bosques hayan conformado uno solo, ya que las condiciones fisiográficas y climáticas son muy similares. En cuanto a los bajos índices de similitud que se observan con las comunidades de Chiapas y el Valle de México, para la primera se tiene una mayor influencia de géneros tropicales, por encontrarse más al sur.

Para el caso del Valle de México, como señala Rzedowski (1970), la ausencia de condiciones climáticas favorables y la altitud, pueden actuar como factores limitantes para la distribución de géneros como *Liquidambar*, *Carpinus* y *Fagus*.

Vázquez-García (1995) describe las variaciones provinciales dentro del bmm de México, distinguiendo cuatro provincias. El autor agrupa los bmm de El Cielo (Tamaulipas) y de Teocelo (Veracruz) en una misma provincia llamada "Atlantic, (NE to E)". De hecho, estos dos bosques presentan similar diversidad específica y genérica. Considera que los bmm de Xilitla, SLP, Tlanchinol y Tlahuelompa, Hidalgo; Huauchinango, Puebla, pertenecen también a la misma provincia. Vázquez-García (1995) atribuye los bmm de Montebello, Chiapas y del Valle de México a la provincia conocida como "Interior Highlands", confirmando así la comparación de este estudio.

Cuadro 3. Relaciones fitogeográficas a nivel género y especie (índice de similitud de Sorensen) entre diferentes Bosques Mesófilos de México.

Localidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Riqueza genérica	154	62	104	30	172	48	79	143	242
No. de géneros									
comunes con BMMT	-	41	57	62	62	26	37	47	68
% géneros comunes	-	66	55	48	37	54	47	33	28
Similitud con BMMT	-	0.38	0.44	0.42	0.39	0.25	0.31	0.31	0.34
Riqueza específica	132	99.0	150.0	55.0	258.0	53.0	110.0	148.0	-
No. de especies									
comunes con BMMT	-	23.0	35.0	23.0	23.0	14.0	5.0	9.0	-
Similitud con BMMT	-	0.20	0.25	0.16	0.12	0.15	0.04	0.06	-

Simbología:

BMMT = bmm de la Reserva El Cielo, Tamaulipas.

1. Gómez Farías, El Cielo (este trabajo)
2. Xilitla, S.L.P. (Rzedowski 1966).
3. Tlanchinol, Hgo. (Puig 1976).
4. Huayacocotla, Ver. (Vargas 1982).
5. Teocelo, Ver. (Luna-Vega 1984).
6. Puebla, Pue. (Puig 1976).
7. Valle de México (Rzedowski 1970).
8. Chiapas (Carlson 1954).
9. Guerrero (Lorenzo *et al.* 1983).

Distribución histórica del bosque mesófilo

El desarrollo de la flora del bmm ocurrió en climas primordialmente húmedos y con pocas variaciones de temperatura (Graham 1976). Como los de regiones tropicales y subtropicales de montaña.

Durante el Paleoceno este bosque formó parte de una flora tropical más extensa que se distribuyó por todo el hemisferio norte, la cual según Aubréville (1976) pudo haber sido parte de una flora laurásica-americana-euroasiática-indo-malasia. Aunque la existencia de material paleobotánico es escaso, algunos megafósiles y fósiles de polen, principalmente de Norteamérica (Berry 1937), permiten suponer que su mayor desarrollo fue durante el Eoceno medio e inferior.

Axelrod (1975) considera que durante esta época, la distribución del bosque de *Liquidambar* fue del centro de los Estados Unidos y la región de los Montes Apalaches, hasta las serranías de Guatemala, atravesando la cordillera de la Sierra Madre Oriental, la cual se encontraba formada desde el Cretácico Superior (Raven y Axelrod 1974). También se tienen registrados fósiles del este asiático (Tanai 1972, citado por Vargas 1982) y de la porción oeste de Europa (Aubréville 1976). En México existen registros desde el Cretácico Superior (Gaxiola y Weber, citados por Rzedowski 1978), de elementos

templados propios de las comunidades mesófilas, como *Carya* y *Betula*, siendo los trabajos más importantes los realizados para el Mioceno en el Istmo de Tehuantepec por Berry (1923) y por Graham (1972) para una comunidad del mismo periodo en el sur de Veracruz, las cuales reportan la presencia de especies como *Clethra*, *Engelhardtia*, *Fagus*, *Ilex*, *Juglans*, *Liquidambar* y *Trichilia*, entre otras. A pesar de la escasa información disponible, la aseveración más acertada es la de Rzedowski (1978), quien señala: "Es muy probable que los bosques con *Liquidambar* tenían en otras épocas una extensión más amplia que la actual, pues se ha encontrado polen fósil de este género en perforaciones realizadas en el Valle de México (González Quintero com. pers.), donde no existe en la actualidad". Posterior al trabajo de Raven y Axelrod (1974), Rzedowski (1998) menciona que existen géneros que prosperan tanto en el bmm como en selvas neotropicales, tales como: *Annona*, *Cedrela*, *Dendropanax*, *Meliosma*, *Persea*, *Saurauia*, *Stemmadenia*, *Symplocos*, *Ternstroemia*. Es verosímil que estos taxa proceden de antecesores de la flora laurásica que posteriormente penetraron del sur de México hacia Sudamérica. Los antecesores de esta flora laurásica eran comunes a

Norteamérica y Eurasia. Así se explican las afinidades de las floras de las montañas neotropicales con las de Asia. Wendt (1993) señala que la flora arbórea del dosel de las selvas tropicales húmedas de México reciben aportaciones laurásicas numerosas y diversas. Estos elementos descienden de linajes laurásicos presentes en Norteamérica hacia el Eoceno.

Por otra parte, señala también otro elemento reciente constituido por elementos descendientes de linajes llegados de Suramérica durante el Neogeno. Muchos taxa del dosel de las selvas húmedas de México se encuentran también en el bmm de la Reserva de la Biosfera El Cielo. La disminución paulatina que sufrieron estos bosques en sus áreas de distribución ocurrió, según Graham (1973), como consecuencia de la influencia de dos factores principales: a) por las glaciaciones del Pleistoceno y la actividad antropogénica en la parte occidental de Europa, y b) por el desarrollo de bosques de coníferas adaptadas a condiciones más secas y frías en latitudes superiores del Hemisferio Norte. A este respecto, Toledo (1976) considera que en México, durante los periodos fríos y secos, los Bosques de Pino-Encino desplazaron al bmm hacia regiones de menor altitud. Finalmente se puede considerar que la información tiende a resaltar que estos bosques se encontraron en otras épocas, en climas más húmedos que los actuales. Si bien, muchas de las plantas han subsistido hasta nuestros días, esto se debe a que han permanecido en refugios con estas características o porque algunas posiblemente se han adaptado a nuevas condiciones.

Conclusiones

Debido a su situación geográfica, el bmm de Gómez Farías se caracteriza por una mayor influencia tropical, tanto a nivel de familias, como de géneros y especies. Sin embargo, el estrato arbóreo, que es de mayor afinidad holártica, participa de manera más eficiente en la producción de biomasa y en la productividad del ecosistema (Fig. 1). El número de géneros neotropicales es de gran magnitud, resaltando también los que se comparten con las Antillas debido al hecho que la flora antillense es esencialmente neotropical. Tales similitudes son interesantes de resaltar a pesar del carácter insular de las mismas. En términos generales, las relaciones de la flora mexicana con el este de los Estados Unidos ha llamado la atención de los botánicos. La mayoría de los géneros en cuestión son árboles que tienen una amplia extensión en el vecino país, y que reaparecen de manera disyunta en las montañas mexicanas, en las cuales pueden actuar como

dominantes o codominantes. Algunos de ellos presentan en el este de Norteamérica especies vicariantes. Un importante grupo de especies, destaca las afinidades asiáticas que tiene el bmm.

Estos taxa al igual que los afines con la flora del este de Estados Unidos, procediendo de antecesores laurásicos, han podido persistir en la zona de estudio gracias a las condiciones climáticas óptimas para su desarrollo: alta humedad, clima templado y baja insolación.

Literatura citada

- Alcántara O., L. Luna y A. Velázquez. Distribution patterns of Mexican cloud forest based upon preferential characteristic genera. (sometido a *Journal of Plant Ecology*).
- Aubréville, A. 1976. Centres tertiaires d'origine, radiations et migrations des flores angiospermiennes tropicales. *Adansonia* (3) 16: 297-304.
- Axelrod, D.I. 1975. Evolution and biogeography of Madrean - Tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 62: 280-334.
- Berry, E.W. 1923. Miocene plants from southern Mexico. *Proc. US. Nat. MUB.* 62: 1-27.
- Berry, E.W. 1937. Tertiary floras of eastern North America. *Bot. Rev.* 3: 31-46.
- Carlson, M.C. 1954. Floras elements of the Pine-Oak-Liquidambar forest of Montebello, Chiapas, Mexico. *Bull. of the Torrey Bot. Club.* (81) 6: 387-399.
- Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro.* CONABIO, Instituto de Biología, Sierra Madre. 847pp.
- Dirzo, R. 1992. Florística y estado de la conservación de las selvas tropicales de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds). 1992 *México antes lo retos de la biodiversidad.* CONABIO México. 283-290.
- Flores Villela O. y A. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.* Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. UNAM. 439 pp.
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene Climatic fluctuation, or an accident of the andean orogeny? *Ann. Miss. Bot. Gard.* 69: 458-463.
- Graham, A. 1972. Outline of the origin and historical recognition of floristic affinities between Asia and eastern North America. In: *Floristic and paleofloristic of Asia and eastern North America.* Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam: 1-16.
- Graham, A. 1973. History of the arborescent temperate element in the northern Latin America. In: *Vegetation and vegetational history of northern Latin America.* Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam: 301-314.
- Graham, A. 1976. Studies in neotropical paleobotany II. The miocene communities of Veracruz, Mexico. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 56: 308-357.
- Hernández, X., H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club.* 78: 458-463.



Figura 1. Vista panorámica del bosque mesófilo de Tamaulipas. (Foto Ramón Ali).

- Heywood, V.H. 1978.** *Flowering plants of the world*. Oxford University Press. 335 pp.
- Howard, R. A. 1973.** The vegetation of the Antillas. In: *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam: 1-39.
- Lorenzo, S.A., L. Ramírez, A. Roa, M.A. Soto Arenas, A. Breceda, M. del C. Calderón, H. Cortéz, C. Puchet, M. Ramírez, R., Villalón y E. Zapata. 1983.** Notas sobre la fitogeografía del Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra Madre del Sur, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 44: 97-102.
- Miranda, F. y A. J. Sharp. 1950.** Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.
- Muller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974.** *Aims and methods of vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York.
- Puig, H. 1976.** *Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et ethnologique Française au Mexique*. México. 631 p., 3 cartes H.T. 27 tabl., 42 fig.
- Puig, H. 1991.** *Vegetación de la Huasteca: estudio ecológico y fitogeográfico*. Editions CEMCA et ORSTOM 1 vol. 625 pp.
- Puig, H. 1993.** *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Instituto de Ecología, A.C., CNRS, UNESCO. 84 pp.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987.** *El Bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México. 186 pp.
- Raven, H. P. y D.I. Axelrod. 1974.** Angiosperm biogeography and past continental movements. *Ann. Miss. Bot. Gard.* (61) 3: 539-673.
- Rzedowski, J. 1965.** Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 29: 121-177.
- Rzedowski, J. 1966.** Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Cient. Potosí.* 5: 5-291.
- Rzedowski, J. 1970.** Nota sobre el bosque mesófilo de Montaña en el Valle de México. *Ann. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* 18: 91-106.
- Rzedowski, J. 1972.** Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. II. Afinidades geográficas de la flora fanerogámica de diferentes regiones de la República Mexicana. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* 19: 45-48.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D F.432 p.
- Rzedowski, J. 1992a. Diversidad y orígenes de la Flora fanerogámica de México. En: G. Halffter (ed.) *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. CYTED-D. México: 313-335.
- Rzedowski, J. 1992b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. En: G. Halffter (ed.) *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. CYTED-D. México: 337-359.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35: 25-44.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Ramamoorthy, T.B., Bye, R., Lot, A. y Fa, J., (eds). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología: 129-145.
- Rzedowski, J. y McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9: 1-123.
- Sharp, A. J. 1953. Notes on the flora of Mexico; world distribution of the woody dycotyledonous families and the origin of the modern vegetation. *Journ. Ecol.* 41: 374-380.
- Sharp, A. J., E. Hernández, H. Crum y W. B. Fox. 1950. Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 11: 14.
- Tanai, T. 1972. Tertiary history of vegetation in Japan. In: *Floristic and paleofloristic of Asia and eastern North America*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. 253-254.
- Toledo, V. 1976. *Los cambios climáticos del Pleistoceno y sus efectos sobre la vegetación tropical cálida y húmeda de México*. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias, UNAM. México. 73 pp.
- Toledo, V. y M. de J. Ordoñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: Ramamoorthy, T.B., Bye, R., Lot, A. y Fa, J., (eds). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología: 739-757.
- Vargas, A.Y.A. 1982. *Análisis florístico y fitogeográfico de un Bosque Mesófilo de Montaña en Huayacocotla, Ver.* Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 105 pp.
- Vázquez-García, J.A. 1995. Cloud Forest Archipelagos: Preservation of Fragmented Montane Ecosystem in Tropical America. In: Hamilton, L.S., Juvik, J.O. y Scatena, F.N. (Eds). *Tropical Montane Cloud Forest*, Springer Verlag: 315-332.
- Webster, G.L. 1995. The Panorama of Neotropical Cloud Forest. In: Churchill, S.P., Baslev, H., Forero, E. y Luteyn, J.L. (Eds). *Biodiversity and Conservation of Neotropical montane Forest*. The New York Botanical Garden: 53-77.
- Wendt, T. 1993. Composition floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forest. En: T.P. Ramamoorthy Bye, R., Lot, A. y Fa, J., (eds). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 595-680.
- Willis, J. C. 1973. *A dictionary of the flowering plants and ferns*. Cambridge University Press. 8e. edition. 1214 pp.

Apéndice 1. Afinidades fitogeográficas a nivel de Familia.

1. Familias tropicales

Caesalpinaceae, Cunoniaceae, Dioscoreaceae, Flacourtiaceae, Moraceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Opiliaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sabiaceae, Sapindaceae, Zingiberaceae.

2. Familias tropicales y subtropicales

Acanthaceae, Amarillydaceae, Apocynaceae, Araceae, Arecaceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Commelinaceae, Ebenaceae, Gesneriaceae, Lauraceae, Loganiaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Oxalidaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Verbenaceae, Vitaceae.

3. Familias principalmente americanas

Bromeliaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Passifloraceae.

4. Familias de distribución generalizada pero mejor representada en los trópicos

Asclepiadaceae, Celastraceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Lobeliaceae, Malvaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae, Rutaceae, Solanaceae, Tiliaceae, Urticaceae.

5. Familias endémicas de América

6. Familias endémicas de México

7. Familias que se distribuyen principalmente en el Hemisferio Norte en las regiones templadas, pero algunos géneros se extienden hacia el Hemisferio Sur

Berberidaceae, Betulaceae, Cornaceae, Hamamelidaceae.

8. Familias principalmente de regiones templadas del Hemisferio Norte

Aceraceae, Fagaceae, Juglandaceae, Papaveraceae, Pinaceae, Staphyllaceae, Ulmaceae.

9. Familias que se distribuyen principalmente en regiones templadas

Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Geraniaceae, Ranunculaceae, Taxaceae, Umbelliferae.

10. Familias cosmopolitas

Aquifoliaceae, Boraginaceae, Cyperaceae, Rhamnaceae, Violaceae.

11. Familias cosmopolitas a excepción de las regiones polares

Araliaceae, Asteraceae, Iridaceae, Labiatae, Lentibulariaceae, Liliaceae, Orchidaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Papilionaceae, Poaceae.

12. Familias del Hemisferio

Podocarpaceae.

13. Otras distribuciones

Clethraceae, Magnoliaceae, Theaceae, Winteraceae.

Apéndice 2. Lista florística: familias y especies

Familias Taxonómicas	Especies	Bosque mesófilo	Bosque caducifolio
ABIETACEAE	<i>Abies vejarii</i> Martinez	+	
ACANTHACEAE	<i>Beloperone comosa</i> Nees	+	+
ACERACEAE	<i>Acer skutchii</i> Rehder	+	
AMARANTHACEAE	<i>Iresine</i> sp.	+	
AMARYLLIDACEAE	<i>Bomarea acutifolia</i> Herb	+	
	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	+	
ANACARDIACEAE	<i>Rhus radicans</i> L.	+	
	<i>Rhus virens</i> Lindl. var. <i>chorophylla</i> (Wootton et Standl.) Young	+	
ANNONACEAE	<i>Annona</i> sp.	+	
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana citrifolia</i> L.	+	+
	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) Merr.		+
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex discolor</i> Hemsl.		
ARACEAE	<i>Arisaema macrospatum</i> Benth.	+	
	<i>Philodendron</i> sp.	+	+
	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott.	+	+
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i> Planch. et Decaisne	+	+
ARECACEAE	<i>Chamaedorea radicalis</i> Mart.	+	+
	<i>Sabal mexicana</i> Mart.		+
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> L.	+	+
	<i>Gonolobus</i> sp.	+	
	<i>Marsdenia macrophylla</i> (H. et B.) Fourn.	+	
ASTERACEAE	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	+	+
	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	+	
	<i>Elephantopus mollis</i> HBK.	+	+
	<i>Eupatorium albicaule</i> Schultz Bip.	+	+
	<i>Gnaphalium</i> sp.	+	+
	<i>Oyedaea ovalifolia</i> A. Gray	+	
	<i>Polymnia maculata</i> Cav.	+	
	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Hemsl.	+	
	<i>Senecio lanicaulis</i> Greenm.	+	
	<i>Senecio</i> sp.	+	
	<i>Verbesina persicifolia</i> DC.	+	
	<i>Viguiera</i> sp.	+	
BEGONIACEAE	<i>Begonia</i> sp.	+	+
BERBERIDACEAE	<i>Berberis gracilis</i> Hartw.	+	
	<i>Berberis gracilis</i> Hartw. var. <i>madrensis</i> Marroquin	+	
	<i>Berberis hartwegii</i> Benth.	+	
BETULACEAE	<i>Carpinus caroliniana</i> Walt.	+	
	<i>Ostrya virginiana</i> Mill.	+	
BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) HBK.	+	
BOMBACACEAE	<i>Pseudobombax ellipticum</i> Kunth.	+	
BORAGINACEAE	<i>Borago</i> sp.	+	
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia</i> sp.	+	+
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	+	+
CACTACEAE	<i>Rhipsalis cassutha</i> (Gaerth.) Fruet. et Sem.	+	+
CAESALPINIACEAE	<i>Bauhinia mexicana</i> L.		+
	<i>Bauhinia</i> sp.	+	
	<i>Cassia emarginata</i> L.		+
	<i>Cassia laevigata</i> Willd.	+	
	<i>Cercis canadensis</i> L.	+	

Sección: I. La Riqueza Natural

CAPRIFOLIACEAE	<i>Sambucus mexicana</i> Presl.	+	
CARYOPHYLLACEAE	<i>Stellaria nemorum</i> L.	+	
CELASTRACEAE	<i>Wimmeria concolor</i> Schlecht. et Cham.	+	+
CLETHRACEAE	<i>Clethra pringlei</i> S. Wats.	+	
COMMELINACEAE	<i>Tripogandra</i> aff. <i>palmeri</i> (Rose) Woodson	+	+
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i> spp.	+	+
CORNACEAE	<i>Cornus disciflora</i> DC.	+	
	<i>Cornus excelsa</i> HBK.	+	
CUCURBITACEAE	<i>Sicyos</i> sp.	+	
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	+	
CYCADACEAE	<i>Zamia</i> sp.	+	
CYPERACEAE	<i>Kyllinga odorata</i> Vabl.	+	
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea convolvulacea</i> Schlecht. et Cham.	+	
	<i>Dioscorea</i> sp.		+
EBENACEAE	<i>Diospyros riojae</i> Gomez Pompa		
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha schlechtendaliana</i> Muell. Arg.	+	+
	<i>Bernardia interrupta</i> (Schlecht.) Muell. Arg.	+	
	<i>Cnidocolus multilobus</i> (Pax) Johnst.	+	+
	<i>Croton fragilis</i> HBK.	+	
	<i>Croton niveus</i> Jacq.		+
	<i>Croton</i> sp.	+	
	<i>Drypetes lateriflora</i> (Swartz) Krug et Urban	+	
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	+	
	<i>Gymnanthes longipes</i> Muell.	+	
	<i>Phyllanthus nobilis</i> (L.F.) Muell.	+	
FAGACEAE	<i>Fagus mexicana</i> Mart.	+	
	<i>Quercus germana</i> Cham. et Schlecht.	+	
	<i>Quercus laurina</i> H. et B.	+	
	<i>Quercus polymorpha</i> Scl. et Cham.	+	
	<i>Quercus rysophylla</i> Weatherby	+	
	<i>Quercus sartorii</i> Liebm.	+	
	<i>Quercus xalapensis</i> H. et B.	+	
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma flexuosum</i> Hemsl.	+	+
	<i>Xylosma panamense</i> Turcz	+	+
GERANIACEAE	<i>Geranium</i> sp.	+	
GESNERIACEAE	<i>Kohleria deppeana</i> (Schlecht. et Cham.) Fritsch.	+	
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	+	
IRIDACEAE	<i>Tigridia pavonia</i> (L.F.) DC	+	
	<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.	+	
JUGLANDACEAE	<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i> Manning	+	
	<i>Juglans mollis</i> Engelm.	+	
LABIATEAE	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	+	
	<i>Salvia</i> spp. +	+	
LAURACEAE	<i>Beilschmiedia mexicana</i> (Mez) Kozterm	+	
	<i>Nectandra sanguinea</i> Rottb.	+	+
	<i>Ocotea</i> sp.	+	
	<i>Phoebe tampicensis</i> (Mesin.) Mez		+
	<i>Phoebe</i> sp.	+	
LENTIBULARIACEAE	<i>Pinguicula caudata</i> Schlecht.	+	
LOBELIACEAE	<i>Lobelia</i> sp.	+	
LOGANIACEAE	<i>Buddleia</i> sp.	+	
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia schiedeana</i> Schlecht.	+	
MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i> L.	+	+
MALVACEAE	<i>Malvaviscus drummondii</i> Torr. et Gray.	+	+
	<i>Pavonia spinifex</i> Cav.	+	
	<i>Sphaeralcea umbellata</i> (Cav.) Don	+	
	<i>Robinsonella</i> sp.	+	+

MELASTOMACEAE	<i>Clidemia</i> sp.	+	+
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	+	+
	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	+	+
MIMOSACEAE	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	+	
	<i>Calliandra portoricensis</i> (Jacq.) Benth.	+	+
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.		+
	<i>Leucaena pulverulenta</i> (Schl.) Benth.		+
	<i>Lysiloma</i> sp.		+
	<i>Pithecellobium ebanum</i> Berl.		+
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.		+
	<i>Ficus</i> sp.	+	
	<i>Morus celtidifolia</i> HBK.	+	
	<i>Morus</i> sp.	+	
	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urban		+
MYRSINACEAE	<i>Rapanea myricoides</i> (Schl.) Lundell	+	
MYRTACEAE	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	+	
	<i>Eugenia capuli</i> (Schlecht. et Cham.) Berg.	+	
	<i>Eugenia</i> sp.		+
NYCTAGINACEAE	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	+	+
	<i>Pisonia aculeata</i> L.		+
ORCHIDACEAE	<i>Encyclia</i> sp.	+	
	<i>Epidendrum</i> sp.	+	
	<i>Stanhopea tigrina</i> Batem..	+	
OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i> sp.	+	
PAPAVERACEAE	<i>Bocconia frutescens</i> L.	+	
PAPILIONACEAE	<i>Desmodium psilophyllum</i> Schlecht.	+	+
	<i>Erythrina</i> sp.	+	+
	<i>Harpalyce arborescens</i> Gray		+
	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	+	
	<i>Piscidia communis</i> Blake		+
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora incarnata</i> L.	+	+
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	+	
PIPERACEAE	<i>Peperomia blanda</i> (Jacq.) HBK.	+	
	<i>Peperomia collocata</i> Trel.	+	
	<i>Piper</i> spp.	+	+
	<i>Potomorphe umbellatum</i> (L.) Miq.	+	+
POACEAE	<i>Lasiacis sloanei</i> (Griseb.) Hitch.	+	+
	<i>Oplismenus setarius</i> (Lam.) Roem. et Schult.+	+	
	<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	+	
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus reichei</i> Bucholtz et Gray	+	
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba</i> sp.		+
RANUNCULACEAE	<i>Clematis dioica</i> L.	+	
RHAMNACEAE	<i>Colubrina elliptica</i> (Sw.) B. et S.	+	
	<i>Rhamnus caroliniana</i> Waltt.	+	
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindley	+	
	<i>Prunus serotina</i> Ehreimb.	+	
	<i>Prunus</i> sp.	+	
	<i>Rubus</i> sp.	+	
RUBIACEAE	<i>Chione mexicana</i> Standl.	+	
	<i>Crusea</i> sp.	+	
	<i>Exostema mexicanum</i> A. Gray		+
	<i>Exostema</i> sp.		+
	<i>Hamelia erecta</i> Jacq.	+	+
	<i>Hoffmannia strigillosa</i> Mensl.	+	
	<i>Psychotria erythrocarpa</i> Schlecht.	+	
	<i>Psychotria papatfensis</i> (Oersted.) Hemsl.	+	+
	<i>Randia laetevirens</i> Standl.	+	+

RUTACEAE	<i>Decatropis bicolor</i> (Zucc. Radlk.)	+	+
	<i>Zantoxylum clava-herculis</i> L.	+	
	<i>Zanthoxylum pringlei</i> S. Wats.	+	
	<i>Zanthoxylum procerum</i> Donn.		+
SABIACEAE	<i>Meliosma alba</i> (Schlecht.) Walp.	+	
	<i>Meliosma iodex</i>	+	
	<i>Meliosma oaxacana</i> Standl.	+	
SAPINDACEAE	<i>Cupania glabra</i> SW.		+
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	+	+
	<i>Serjania</i> sp.	+	
	<i>Ungnadia speciosa</i> Endl.		+
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Bandeg.		+
SCROPHULARIACEAE	<i>Maurandia erubescens</i> (Don) A. Gray	+	
	<i>Russelia subcoriacea</i> Robins. et Seat.	+	
SMILACACEAE	<i>Smilax bona-nox</i> L.	+	+
	<i>Smilax cordifolia</i> H. et B.	+	
	<i>Smilax jalapensis</i> Schlecht.	+	
	<i>Smilax mollis</i> Willd	+	
	<i>Smilax subpubescens</i> A. DC.	+	
SOLANACEAE	<i>Cestrum flavescens</i> Greenm.	+	
	<i>Cestrum oblongifolium</i> Schlecht.	+	
	<i>Physalis melanocystis</i> (B.L. Robinson) Bitter	+	
	<i>Solanum diphyllum</i> L.	+	
	<i>Solanum</i> sp.	+	+
	<i>Witheringia aff. cuneata</i> (Standl.) Hunz.	+	
	<i>Witheringia mexicana</i> (Rob.) Hunz.	+	
STAPHYLLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i> (Swartz) Don	+	
STERCULIACEAE	<i>Byttneria aculeata</i> Jacq.	+	+
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	+	+
STYRACACEAE	<i>Styrax ramirezii</i> Grenm.	+	
TAXACEAE	<i>Taxus globosa</i> Schlecht.	+	
THEACEAE	<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schlecht. et Cham.	+	
TILIACEAE	<i>Tilia houghii</i> Rose	+	
ULMACEAE	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	+	+
	<i>Mirandaceltis monoica</i> (Hemsl.) Sharp	+	+
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	+	+
UMBELLIFERAE	<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	+	
URTICACEAE	<i>Pilea pubescens</i> Liebm.	+	
	<i>Urera caracassana</i> (Jacq.) Griseb.	+	+
VERBENACEAE	<i>Callicarpa acuminata</i> HBK.	+	+
	<i>Lippia</i> sp.	+	
	<i>Verbena</i> sp.	+	
VIOLACEAE	<i>Hybanthus mexicanus</i> Ging.		+
	<i>Viola</i> sp.	+	
VITACEAE	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	+	
	<i>Vitis berlandieri</i> Planch.	+	+
	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. et Bonpl.	+	
WINTERACEAE	<i>Illicium floridanum</i> Ellis	+	
ZINGIBERACEAE	<i>Costus mexicanus</i> Humb. et Bonpl.	+	+

Apéndice 3. Comparación de géneros en los bosques mesófilos de montaña.

GÉNEROS	GOMEZ FARIAS	CENTRO AMERICA	ANTILLAS	SUDAMERICA	ESTE Y SUR DE E.U.A.	AFRICA TROPICAL	ASIA
<i>Abies</i>	+	+			+	+	
<i>Acacia</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acalypha</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Hacer</i>	+	+			+	+	
<i>Acisanthera</i>		+	+	+			
<i>Agave</i>		+	+	+	+		
<i>Alnus</i>		+	+	+		+	
<i>Amphilophium</i>	+	+	+				
<i>Anthurium</i>		+	+	+		°	°
<i>Archibaccharis</i>		+					
<i>Ardisia</i>		+	+	+		(+)	+
<i>Arisaema</i>	+				+	+	+
<i>Arracacia</i>		+		+			
<i>Arthrostemma</i>		+	+	+			
<i>Asclepias</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Ascyrum</i>		+		+	+	(+)	(+)
<i>Axonopus</i>		+	+	+		+	
<i>Bacopa</i>		+	+		+	+	+
<i>Bauhinia</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Begonia</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Beilschmiedia</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Beloperone</i>	+	+	+	+			
<i>Berberis</i>	+	+		+	+	+	
<i>Bernardia</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Bidens</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bocconia</i>	+	+	+	+		+	
<i>Bomarea</i>	+	+	+	+		+	
<i>Bouvardia</i>		+			+		
<i>Buchnera</i>		+			+	+	
<i>Buddleia</i>	+	+		+	+	+	
<i>Bunchosia</i>		+	+	+			
<i>Bursera</i>	+	+		+		+	
<i>Byttneria</i>	+	+		+			
<i>Cacalia</i>		+	+		+	+	
<i>Calliandra</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callicarpa</i>	+	+		+	+	+	+
<i>Callisia</i>	+			+			
<i>Calyptanthes</i>		+	+	+			
<i>Carlowrightia</i>		+			+		
<i>Carpinus</i>	+	+			+	+	
<i>Carya</i>	+	+			+	+	
<i>Cassia</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Castilleja</i>		+		+	+		
<i>Cavendishia</i>		+		+			
<i>Ceanothus</i>		+			+		
<i>Cedrela</i>	+	+	+	+		(+)	(+)
<i>Cercis</i>	+				+		
<i>Cestrum</i>	+	+	+	+	+		
<i>Citharexylum</i>	+	+	+	+			
<i>Clematis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clethra</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Cleyera</i>		+	+			+	
<i>Clibadium</i>		+	+	+			
<i>Clusia</i>		+	+	+	+	°	
<i>Cnidioscolus</i>	+	+	+	+			
<i>Colubrina</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Columnnea</i>		+	+				
<i>Connarus</i>		+	+	+		+	+

GÉNEROS	GOMEZ FARIAS	CENTRO AMERICA	ANTILLAS	SUDAMERICA	ESTE Y SUR DE E.U.A.	AFRICA TROPICAL	ASIA
<i>Cornus</i>	+	+			+	++	
<i>Costus</i>	+	+	+	+		++	
<i>Crataegus</i>	+	+			+	°	
<i>Crotalaria</i>		+	+	+		++	
<i>Croton</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Crusea</i>	+	+					
<i>Cuphaea</i>		+	+	+	+		
<i>Cupressus</i>		+			+		
<i>Cyperus</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Chamaedorea</i>	+	+		+			
<i>Chimaphila</i>		+	+		+		
<i>Chiococca</i>		+	+	+	+		
<i>Chione</i>	+	+	+				
<i>Dahlia</i>	+	+					
<i>Dalbergia</i>		+	+	+		++	
<i>Dalea</i>		+	+	+	+		
<i>Decatropis</i>	+	+					
<i>Dendropanax</i>	+	+	+	+		++	
<i>Deppea</i>		+		+			
<i>Desmodium</i>	+	+	+	+		++	
<i>Dioscorea</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Diospyros</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Drypetes</i>		+	+	+		++	
<i>Elephantopus</i>	+	+	+	+		++	
<i>Encyclia</i>	+	+		+	+		
<i>Euterolobium</i>		+	+	+			
<i>Epidendrum</i>	+	+	+	+	+		
<i>Epiphyllum</i>	+	+	+	+			
<i>Eriosema</i>		+				++	
<i>Erythrina</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Eugenia</i>	+	+	+	+		++	
<i>Eupatorium</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Euphorbia</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Fagus</i>	+				+	+	
<i>Fraxinus</i>					+	+	
<i>Fuchsia</i>		+		+			
<i>Garrya</i>	+	+	+		+		
<i>Gaultheria</i>		+	+	+	+	+	
<i>Gilia</i>		+			+		
<i>Gnaphalium</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Gonolobus</i>	+	+	+	+			
<i>Guazuma</i>	+	+	+	+			
<i>Gymnanthes</i>	+	+	+		+		
<i>Habenaria</i>		+	+	+	+	++	
<i>Hamelia</i>	+	+	+	+			
<i>Heliconia</i>		+	+	+			
<i>Heliocarpus</i>		+	+	+			
<i>Heliopsis</i>		+		+	+		
<i>Hoffmannia</i>	+	+	+	+			
<i>Hydrocotyle</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Hypericum</i>		+		+	+	++	
<i>Hypoxis</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Hyptis</i>	+	+	+	+			
<i>Ilex</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Illicium</i>	+	+	+		+	+	
<i>Inga</i>		+	+	+			
<i>Ipomoea</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Iresine</i>		+	+	+	+	°°	

GÉNEROS	GOMEZ FARIAS	CENTRO AMERICA	ANTILLAS	SUDAMERICA	ESTE Y SUR DE E.U.A.	AFRICA TROPICAL	ASIA
<i>Juniperus</i>		+	+		+	++	
<i>Juglans</i>	+	+		+	+	+	
<i>Kohleria</i>	+	+		+			
<i>Kyllinga</i>	+	+	+	+		++	
<i>Lamourouxia</i>		+		+			
<i>Lasiacis</i>	+	+	+	+			
<i>Leucothoe</i>		+			+	+	
<i>Linum</i>		+			+		
<i>Lippia</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Liquidambar</i>	+	+		+		+	
<i>Litsea</i>		+			+	+	
<i>Lobelia</i>		+	+	+	+	++	
<i>Lonchocarpus</i>		+	+	+	+		
<i>Lozanella</i>		+		+			
<i>Lyonia</i>		+	+		+	+	
<i>Lysiloma</i>		+	+	+	+		
<i>Lythrum</i>		+		+	+	++	
<i>Magnolia</i>	+	+		+	+	+	
<i>Malpighia</i>	+	+	+	+	+		
<i>Malvaviscus</i>	+	+		+			
<i>Marsdenia</i>	+	+	+	+		++	
<i>Matelea</i>		+	+	+			
<i>Maurandia</i>	+	+	+		+	+	
<i>Melampodium</i>		+	+	+			
<i>Melasma</i>		+	+	+		++	
<i>Meliosma</i>	+	+	+	+		+	
<i>Miconia</i>		+	+	+			
<i>Microtropis</i>		+				+	
<i>Mimosa</i>		+	+	+	+	++	
<i>Mirabilis</i>	+	+	+	+		**	
<i>Mirandaceltis</i>	+	+					
<i>Monnina</i>		+		+			
<i>Monstera</i>		+	+	+			
<i>Montanoa</i>		+		+			
<i>Morus</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Myrica</i>		+	+	+	+	++	
<i>Nectandra</i>	+	+	+	+	+		
<i>Nyssa</i>		+			+	+	
<i>Odontoglossum</i>		+	+	+			
<i>Oplismenus</i>	+		+	+		++	
<i>Oreopanax</i>		+	+	+			
<i>Orthrosanthus</i>		+		+			
<i>Ostrya</i>	+	+			+	+	
<i>Oxalis</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Oyedaea</i>	+	+		+			
<i>Palicourea</i>		+	+	+			
<i>Panicum</i>		+	+	+		++	
<i>Parathesis</i>	+	+	+	+			
<i>Parthenocissus</i>	+	+			+	+	
<i>Passiflora</i>	+	+	+	+		+	
<i>Paullinia</i>		+	+	+		°	
<i>Pavonia</i>	+	+		+		++	
<i>Peperomia</i>	+	+	+	+		++	
<i>Perrottetia</i>		+		+		+	
<i>Persea</i>		+	+	+	+	**	
<i>Phaseolus</i>	+	+	+	+		++	
<i>Philadelphus</i>					+	+	
<i>Philodendron</i>	+	+	+	+			
<i>Phoradendron</i>		+	+	+	+		

GÉNEROS	GOMEZ FARIAS	CENTRO AMERICA	ANTILLAS	SUDAMERICA	ESTE Y SUR DE E.U.A.	AFRICA TROPICAL	ASIA
<i>Phyllanthus</i>	+	+	+	+		++	
<i>Physalis</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Phytolacca</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Picramnia</i>		+	+	+	+		
<i>Pilea</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Pinguicula</i>	+	+		+		+	
<i>Pinus</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Piper</i>	+	+	+	+		++	
<i>Piqueria</i>		+		+			
<i>Pithecellobium</i>		+	+	+	+	(+)	+
<i>Pleurothallis</i>		+	+	+	+		
<i>Pluchea</i>		+	+	+	+	++	
<i>Podocarpus</i>	+	+	+	+		++	
<i>Polygala</i>		+	+	+	+	++	
<i>Polygonum</i>		+	+	+	+	++	
<i>Polymnia</i>	+	+		+			
<i>Potomorphe</i>	+			+		++	
<i>Prunus</i>	+	+	+		+	++	
<i>Psidium</i>		+	+	+	+	++	
<i>Psittacanthus</i>		+	+	+			
<i>Psychotria</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Quercus</i>	+	+		+	+	+	
<i>Randia</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Rapanea</i>	+	+	+	+		++	
<i>Rhamnus</i>	+	+		+	+	++	
<i>Rhus</i>	+	+		+	+	++	
<i>Rhynchospora</i>		+	+	+	+	++	
<i>Rondeletia</i>		+	+	+		(+)	
<i>Rubus</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Russellia</i>	+	+		+			
<i>Salix</i>		+		+	+	++	
<i>Salvia</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Sambucus</i>	+	+		+	+	++	
<i>Sapindus</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Saurauia</i>		+		+		+	
<i>Sauvagesia</i>		+	+	+	+	++	
<i>Schaefferia</i>		+	+	+	+		
<i>Sclerocarpus</i>	+	+		+	+	+	
<i>Senecio</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Serjania</i>	+	+		+	+		
<i>Setaria</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Sida</i>		+	+	+	+	++	
<i>Sisyrinchium</i>	+	+	+	+			
<i>Smilax</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Sobralia</i>	+	+		+			
<i>Solandra</i>		+	+	+			
<i>Solanum</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Sphaeralcea</i>	+	+		+			
<i>Spermacoce</i>		+	+		+		
<i>Spilanthes</i>		+	+	+		++	
<i>Spiranthes</i>		+	+	+	+	++	
<i>Stachys</i>		+	+	+		++	
<i>Staphylea</i>	+				+		
<i>Stellaria</i>	+	+	+	+	+	++	
<i>Stevia</i>		+		+	+		
<i>Styrax</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Symplocos</i>		+	+		+	+	
<i>Syngonium</i>	+	+	+	+			
<i>Tabernaemontana</i>	+	+	+	+		++	

GÉNEROS	GOMEZ FARIAS	CENTRO AMERICA	ANTILLAS	SUDAMERICA	ESTE Y SUR DE E.U.A.	AFRICA TROPICAL	ASIA
<i>Taxus</i>	+	+			+	+	
<i>Teramnus</i>		+	+			+	
<i>Ternstroemia</i>	+	+	+	+		++	
<i>Tibouchina</i>		+	+	+			
<i>Tigridia</i>	+	+					
<i>Tilia</i>	+	+		+	+	+	
<i>Tillandsia</i>	+	+	+	+	+		
<i>Trema</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trichilia</i>	+	+	+	+		+	
<i>Tripogandra</i>	+	+		+			
<i>Triumfetta</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Turpinia</i>	+	+	+	+		+	
<i>Urera</i>	+	+	+	+		+	+
<i>Vaccinium</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Verbena</i>	+	+		+		+	+
<i>Verbesina</i>	+	+	+	+		+	
<i>Vernonia</i>		+	+	+		+	+
<i>Viburnum</i>		+			+	+	
<i>Vitis</i>	+	+		+	+	+	+
<i>Weinmannia</i>		+	+	+		+	
<i>Wimmeria</i>	+	+	+				
<i>Witheringia</i>	+	+					
<i>Xylosma</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Zamia</i>	+	+	+	+			
<i>Zanthoxylum</i>	+	+	+	+	+	+	
<i>Zinowiewia</i>		+		+			

* = generos introducidos ; (+) = sinónimos.

Apéndice 4. Especies vegetales en los bosques mesófilos de México.

ESPECIES	GOMEZ FARIAS FARIAS PUIG	SAN LUIS POTOSI RZEDOW.	HIDALGO PUIG	CHIAPAS CARLSON	TEOCELO VERACRUZ LUNA-VEGA	HUAYACO COTLA VERACRUZ PUIG	PUEBLA A.VARGAS	VALLE DE MEXICO RZEDOW.
	1989	1966	1976	1982	1984	1976	1970	1959
<i>Abies vejarii</i>	+				+			
<i>Acacia angustissima</i>	+							
<i>Acalypha schlechtendaliana</i>	+							
<i>Acer skutchii</i>	+							
<i>Amphilophium paniculatum</i>	+							
<i>Arisaema macrospatum</i>	+	+	+	+				
<i>Asclepias curassavica</i>	+			+				
<i>Beilschmieda mexicana</i>	+		+					
<i>Beloperone comosa</i>	+							
<i>Berberis gracilis</i>	+							
<i>B. gracilis</i> var. <i>madrensis</i>	+							
<i>Berberis hartwegii</i>	+							
<i>Bernardia interrupta</i>	+							
<i>Bidens squarrosa</i>	+				+			
<i>Bocconia frutescens</i>	+	+	+		+			
<i>Bomarea acutifolia</i>	+		+	+		+		+
<i>Byttneria aculeata</i>	+							
<i>Calliandra portoricensis</i>	+				+			
<i>Callicarpa acuminata</i>	+							
<i>Carpinus caroliniana</i>	+		+	+	+	+		
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	+		+					
<i>Cassia laevigata</i>	+							

<i>Cedreia odorata</i>	+								
<i>Celtis iguanaea</i>	+								
<i>Cercis canadensis</i>	+	+							
<i>Cestrum flavescens</i>	+								
<i>Clematis dioica</i>	+								
<i>Clethra pringlei</i>	+	+	+	+				+	
<i>Cnidioscolus multilobus</i>	+	+			+				
<i>Colubrina elliptica</i>	+								
<i>Cornus disciflora</i>	+	+	+	+				+	+
<i>Cornus excelsa</i>	+	+	+	+				+	
<i>Costus mexicanus</i>	+								
<i>Croton fragilis</i>	+								
<i>Chione mexicana</i>	+								
<i>Dahlia coccinea</i>	+								
<i>Decatropis bicolor</i>	+								
<i>Dendropanax arboreus</i>	+	+				+		+	
<i>Desmodium psylophyllum</i>	+		+						
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	+								
<i>Diospyros riojae</i>	+								
<i>Elephantopus mollis</i>	+					+			
<i>Eupatorium albicaule</i>	+								
<i>Eugenia capuli</i>	+					+			
<i>Euphorbia heterophylla</i>	+								
<i>Fagus mexicana</i>	+		+						
<i>Guazuma ulmifolia</i>	+								
<i>Gymnanthes longipes</i>	+								
<i>Hamelia erecta</i>	+								
<i>Hoffmania strigillosa</i>	+								
<i>Hyptis verticillata</i>	+								
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	+								
<i>Hypoxis decumbens</i>	+								
<i>Ilex discolor</i>	+					+			
<i>Illicium floridanum</i>	+								
<i>Juglans mollis</i>	+	+							
<i>Killingia odorata</i>	+								
<i>Kohleria deppeana</i>	+		+			+			+
<i>Liquidambar styraciflua</i>	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Magnolia schiedeana</i>	+	+	+	+			+		
<i>Malpighia glabra</i>	+					+			
<i>Malvaviscus drumondii</i>	+								
<i>Marsdenia macrophylla</i>	+								
<i>Maurandia erubescens</i>	+		+						
<i>Meliosma alba</i>	+								
<i>Meliosma oaxacana</i>	+								
<i>Mirabilis jalapa</i>	+								
<i>Mirandaceltis monoica</i>	+								
<i>Morus celtidifolia</i>	+	+							
<i>Nectandra sanguinea</i>	+		+						
<i>Oplismenus setarius</i>	+	+	+			+			
<i>Ostrya virginiana</i>	+		+	+	+	+	+		
<i>Oyedaea ovalifolia</i>	+		+						
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	+	+	+						
<i>Passiflora incarnata</i>	+								
<i>Pavonia spinifex</i>	+								
<i>Peperomia blanda</i>	+								
<i>Peperomia collocata</i>	+					+			
<i>Phaseolus coccineus</i>	+								
<i>Phytolacca icosandra</i>	+		+	+					+
<i>Pilea pubescens</i>	+								
<i>Pinguicula caudata</i>	+		+						

<i>Podocarpus reichei</i>	+		+		+		+	
<i>Polymnia maculata</i>	+							
<i>Potomorphe umbellatum</i>	+							
<i>Prunus serotina</i>	+		+		+		+	
<i>Psychotria erythrocarpa</i>	+							
<i>Quercus germana</i>	+	+	+		+		+	
<i>Quercus laurina</i>	+				+		+	
<i>Quercus rysophylla</i>	+							+
<i>Quercus sartorii</i>	+	+	+					
<i>Quercus xalapensis</i>	+		+		+		+	
<i>Randia laetevirens</i>	+				+			
<i>Rapanea myricoides</i>	+	+	+		+		+	
<i>Rhamnus caroliniana</i>	+							
<i>Rhus radicans</i>	+							
<i>Rhus virens</i>	+							
<i>Russelia subcoriacea</i>	+							
<i>Sambucus mexicana</i>	+	+	+			+	+	
<i>Sapindus saponaria</i>	+	+						
<i>Sclerocarpus uniserialis</i>	+							
<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	+							
<i>Smilax bona-nox</i>	+							
<i>Smilax cordifolia</i>	+		+					
<i>Smilax jalapensis</i>	+					+		
<i>Smilax subpubescens</i>	+							
<i>Solanum diphyllum</i>	+							
<i>Sphaeralcea umbellata</i>	+							
<i>Stellaria nemorum</i>	+							
<i>Styrax ramirezii</i>	+							
<i>Syngonium podophyllum</i>	+	+	+					+
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	+							
<i>Taxus globosa</i>	+				+			
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	+		+		+		+	
<i>Tigridia pavoniana</i>	+							
<i>Tilia houghii</i>	+	+						
<i>Trema micrantha</i>	+	+			+			
<i>Trichilia havanensis</i>	+		+		+			
<i>Tripogandra aff. palmeri</i>	+							
<i>Turpinia occidentalis</i>	+		+		+		+	
<i>Urera caracasana</i>	+							
<i>Verbesina persicifolia</i>	+							
<i>Vitis berlandieri</i>	+		+			+		
<i>Weinmannia pinnata</i>	+		+		+		+	
<i>Wimmeria concolor</i>	+							+
<i>Witheringia aff. cuneata</i>	+							
<i>Witheringia mexicana</i>	+							
<i>Xylosma panamense</i>	+							
<i>Zanthoxylum aff. pringlei</i>	+							
<i>Zanthoxylum procerum</i>	+							

7. La Vegetación

Francisco González Medrano

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Calle Lázaro Cárdenas M-103 y L-743, Col. Ampliación Hidalgo.
Delegación Tlalpan, 14250, México, D. F., MÉXICO. fgmedrano@yahoo.com.mx

Abstract

This chapter presents an analysis of the representative types of vegetation present in the Biosphere Reserve El Cielo. I found ten distinct floristic associations: tropical deciduous forests, tropical semideciduous forests, cloud forests, pine forests, oak forests, pine-oak forests, and four associations of xerophytic shrubs including species as *Yucca filifera*. The great floristic diversity of the area is accompanied by a considerable traditional knowledge of plants by local people. Current and historical events leading to habitat fragmentation, environmental heterogeneity and floristic variability due to mosaics of natural regeneration have the potential to change the original floristic assemblages. These aspects demand conservation plans and at the same time offer an opportunity for the study of several ecological processes.

Introducción

Las comunidades vegetales de la reserva, y la flora que las constituye son muy diversas. La historia geológica, la posición geográfica y las migraciones han favorecido que especies de afinidades boreales y neotropicales converjan en esta región; además, el elemento endémico en la flora, sin ser abundante, está bien representado. Otros factores, como la diversidad en la geomorfología, el clima, el sustrato geológico y los suelos derivados de éste, han favorecido la formación de diferentes hábitats.

Finalmente, otro factor que ha propiciado la diversificación de los ambientes ha sido la influencia humana. Si bien los asentamientos humanos en la zona son pocos y no muy numerosos, sí han dejado sentir su influencia en la reserva. El estudio de las comunidades vegetales en la Reserva ha sido un tanto irregular. Así, algunas áreas y/o comunidades vegetales han sido más estudiadas y se conocen relativamente bien. Tal es el caso del área donde se asienta el Rancho del Cielo y el bosque mesófilo que lo puebla; las partes bajas de la Reserva en sus márgenes orientales sostienen comunidades de selva mediana subperennifolia y selva baja caducifolia que han sido estudiadas, o bien los trabajos, que en la región de Joya de Salas, llevan a cabo biólogos de la UAM-Xochimilco. El resto de la reserva, salvo estudios hasta ahora inéditos del autor, no ha sido estudiada.

Antecedentes

Los aportes más remotos al conocimiento de la flora y la vegetación de la Reserva, son los realizados por Sharp *et al.* (1950) y Hernández-X *et al.* (1951), quienes iniciaron las exploraciones en el área de Rancho del Cielo y alrededores, principalmente recolectando en el bosque caducifolio o bosque mesófilo de montaña (BMM), destacando su riqueza florística y sus relaciones florísticas con los bosques de la porción oriental de Estados Unidos. Harrel (1951) y posteriormente Shanks (1954), incluyen datos del bosque caducifolio en la Sierra de Guatemala, cerca de Gómez Farías. Martín (1955a, 1955b, 1958) estudió la distribución de reptiles y anfibios, aportando datos importantes sobre la vegetación, así como perfiles diagramáticos de la vegetación.

Sharp (1953) se refiere a las pteridófitas del área de Rancho del Cielo. Lonard y Ross (1979) realizaron un análisis del BMM, usando un muestreo de puntos centrados en cuadrante, para la vegetación arbórea. Lof (1980) estudió los helechos de la región de Rancho del Cielo, basado en la clasificación de la vegetación de México propuesta por Leopold (1950) y reconoce siete zonas de vegetación en el área de Rancho del Cielo. Puig *et al.* (1987) estudiaron la composición florística y la estructura del BMM. Sosa (1987), al hablar de las generalidades de la región de Gómez Farías, menciona cinco tipos de vegetación, su distribución altitudinal, parte de su estructura, su localización, así como algunas de las especies más importantes. Arriaga (1987) estudió las perturbaciones naturales por caída de árboles en el BMM. Puig *et al.* (1987) estudiaron la composición florística y la estructura del BMM. Johnston *et al.* (1989) publicaron una lista florística de la Sierra de Guatemala, principalmente del bosque mesófilo de montaña y la selva baja. Puig (1989), Suzán *et al.* (1989) y Johnston *et al.* (1989) publicaron una lista de las plantas vasculares de la Sierra de Guatemala, la cual forma parte de la RBC. Puig (véase Capítulo de este libro), realizó un análisis Biogeográfico del BMM de Gómez Farías. Lonard y Ross (1989) llevaron a cabo un análisis del BMM de Gómez Farías, con dos tipos de muestreo. Valiente *et al.* (1984) estudiaron la vegetación selvática de Gómez Farías. Martínez Ávalos y Jiménez. (1993) realizaron un estudio sobre las cactáceas de la Reserva, encontrando 45 especies.

Edafología

Los suelos que se localizan en la Reserva son en su mayoría suelos desarrollados *in situ*, originados por la disolución de las rocas, principalmente calizas y lutitas. Otros suelos posibles de encontrar en la reserva, son aquellos que se han derivado de margas y aun basaltos. Sobre las áreas montañosas predominan los suelos muy someros, de color pardo oscuro, negro o pardo rojizo. Sus texturas varían desde migajón arcilloso o más finas; su profundidad escasamente rebasa los 30-35 cm desde la roca caliza de la cual se han derivado.

Su estructura es migajosa o bien forma pequeños bloques, constituidos por un solo horizonte superficial, normalmente con alto contenido de materia orgánica. Se clasifican como rendzinas o como litosoles. A barlovento de las sierras, en condiciones climáticas más húmedas, los litosoles y rendzinas pardos y rojizos y asociados con ellos, algunos suelos rojizos arcillosos más profundos, los llamados luvisoles crómicos. La vegetación que sustentan estos suelos varía desde selva baja, bosque caducifolio o bosque mesófilo de montaña (BMM).

Sobre las laderas aitas y cumbres se presentan bosques de encino, pino-encino, pinares y chaparral. En las bajadas de las sierras se presentan rendzinas, litosoles y regosoles, algunos de ellos son caliche u horizonte de induración, soportando matorrales altos subinermes. En sitios más secos con elevado porcentaje de afloramiento de roca madre y porcentajes elevados de pedregosidad concurren matorrales rosetófilos espinosos con *Agave* spp., *Dasyllirion miquihuanense* y *Dasyllirion quadrangulatum* con *Yucca camerosana*.

Los valles intermontanos de la parte central de la reserva soportan comunidades vegetales variadas, destacando los bosques de encino-pino, matorral submontano, encinares casi puros y en las partes elevadas sobre litosoles, los chaparrales.

Además de estos suelos es posible encontrar rendzinas y regosoles calcáricos. Hacia la región de Llera, el nordeste de la Reserva y al sur de Gómez Farías es posible encontrar suelos derivados de material ígneo extrusivo, constituyendo a veces malpaisés, sobre todo en los alrededores de Ocampo, aunque lo de aquí no pertenece a la Reserva.

Las comunidades vegetales que se desarrollan sobre estos afloramientos de basalto varían desde selva baja caducifolia hasta matorral alto subinorme y cerca de Ocampo se presenta un encinar tropical de *Quercus oleoides*.

Clima

Por su posición geográfica, localizada sobre la Sierra Madre Oriental al SO de Tamaulipas y dentro del trópico geográfico; durante el verano los vientos alisios soplan con gran intensidad de NE a SW en superficie y de E a W entre las partes altas, recogiendo humedad del Golfo de México y descargándola en su mayor parte en las vertientes a barlovento de la sierra (García 1973). Durante el verano y parte del otoño (septiembre y octubre), se originan en las Antillas y parte del Caribe mexicano tormentas tropicales y los ciclones o huracanes, los cuales inciden frecuentemente en Tamaulipas.

Jáuregui (1967) encontró que un poco más de un tercio de estos fenómenos meteorológicos afectan a Tamaulipas. Finalmente, durante el invierno gran parte del norte y nordeste del país y a veces una buena parte del centro, se ve afectado por masas de aire polar modificado, conocido como "nortes". Estos son el resultado del incremento de las presiones barométricas sobre el centro y norte de Norte América; desarrollando fuertes vientos del norte, acompañando la invasión de un área de alta presión (anticiclón polar), con aire muy seco. Éste, al ponerse en contacto con las aguas cálidas de la corriente del Golfo, absorbe gran cantidad de vapor de agua, la que es descargada por la lluvia de diferente intensidad, en las porciones montañosas de las laderas de la vertiente oriental tanto en Tamaulipas como en los estados vecinos (Mosiño 1969). La humedad depositada por los "nortes" actúa aminorando la condición de semiaridez del NE de México, generando un factor ecológico de compensación que hace más eficiente el aprovechamiento del agua durante la temporada de bajas temperaturas, disminuyendo así los valores de evapotranspiración. Según García (1973), en la reserva se presenta una variación temporal del clima, con una temporada de "nortes" de noviembre a febrero con 95.2 mm; una temporada de secas, durante marzo y abril, con 69.7 mm; y una de lluvias de mayo a octubre, con 1,028.7 mm, originada por la incidencia de los vientos alisios, ciclones y tormentas tropicales. Estos factores actúan en conjunción a las diferencias en altura que van desde 150 hasta los 2,200 m snm, con marcados accidentes geográficos. Las temperaturas medias anuales oscilan en la reserva desde 14 a 25.2 °C. Estos valores extremos son directamente proporcionales a la altura. La temperatura del mes más frío varía desde 9.7 a 1.8 °C. Además, la precipitación se ve influida por el efecto de sombra orográfica que ejercen las sierras, las cuales están

orientadas frontalmente a los vientos húmedos, sobre todo los alisios; en El Cielo los intervalos de precipitación abarcan desde 467 hasta 2,522 mm. Se pueden diferenciar tres zonas con diferente volumen de precipitación pluvial: Una zona de climas húmedos con 1,600 a 2,000 mm en promedio, la de los subhúmedos con 800 a 1,600 mm y la de los secos con 600 mm en promedio. El gradiente térmico calculado por García (1973) es de 0.6 °C por cada 100 m snm. Asimismo los autores diferencian cuatro tipos fundamentales de climas: Aw2(A), Ca, Cb, y BS, producto de combinación de los vientos dominantes y la orografía. Las variaciones microclimáticas obedecen principalmente a la altitud, la latitud y la cercanía de la reserva, al Golfo de México.

Hidrología

La Reserva se localiza en la cuenca hidrológica del Río Pánuco. El río Guayalejo o Tamesí es por los altos volúmenes de agua que genera directamente o a través de sus afluentes, el más importante de la Reserva y aún de Tamaulipas. Los ríos, arroyos y manantiales que lo forman se originan en la sierra.

El inicio de la corriente del Guayalejo se localiza en el valle de Palmillas en un lugar conocido como "Paso de Durazno", entre los límites de los municipios de Palmillas y Jaumave, cerca del rancho "El Tercero". Por su imagen recibe al río Chihue, el cual a su vez baja de la sierra de Los Angeles. Al oriente de Jaumave se localiza un manantial, Los Nogales, que aporta su caudal al Guayalejo; después, en el municipio de Llera, pasa a través de una cañada conocida como Boca de Jaumave; Boca de Santa Rosa y Boca de San Marcos, para finalmente salir al Valle de Llera, por el Cañón de la Mula. Antes de llegar a la cabecera municipal recibe un aporte permanente de agua del manantial de "Los Angeles". El río Sabinas, tiene su origen aproximado de 5 Km al norte del ejido La Libertad en el municipio de Llera, al pie de la llamada Sierra de Monte Carlo.

La Reserva genera el agua del río Frio, el cual es a su vez alimentado por el río Boquilla y el arroyo Terroncito, el cual se origina en los cerros "Tanchipa" y "Los Cuates". Un aspecto que hay que destacar es que en muchos sitios de la Reserva se forman varios manantiales, algunos tan importantes como el de Ojo de Agua del Indio al norte de Gómez Farías.

Éste aporta una cantidad considerable de agua a la cabecera municipal de Gómez Farías. Dentro de la reserva existen algunas cuencas endorreicas, las cuales favorecen parte de los asentamientos humanos y las actividades agropecuarias.

Vegetación

Para clasificar las comunidades vegetales de la reserva, se utilizó la propuesta por Miranda y Hernández-X. (1963), la cual se basa en la fisonomía y estructura de la vegetación. Estos parámetros están dados por las formas de vida dominantes, facilitando el reconocimiento y la clasificación de la mayoría de las comunidades. Para entender mejor la distribución de la vegetación, se describen primero las comunidades vegetales de la zona tropical húmeda, en la porción oriental de la sierra; después la vegetación de las zonas templadas y frías de las áreas montañosas y finalmente la vegetación de la zona semiárida localizada a sotavento de la Sierra Madre Oriental, así como la vegetación riparia. La flora y la vegetación de la Reserva son muy variadas.

Johnston *et al.* (1989) presentan una lista con 743 especies de plantas vasculares conocidas de la sierra de Guatemala, la cual abarca solo la porción centro-oriental de la Reserva, pero evidentemente este número debe aumentar considerablemente cuando sean muestreadas zonas hasta hoy desconocidas botánicamente. La flora, entendida como el conjunto de taxa presentes en una región, así como la vegetación, es decir, las comunidades vegetales que conforman los taxa dentro de un ambiente determinado, son muy variados. Diversos factores contribuyen y han contribuido a esta gran diversidad, destacando los siguientes:

- La porción geográfica de la Reserva y su cercanía con el Trópico de Cáncer, lo cual ha favorecido que especies de afinidades boreales y neotropicales se presenten en esta región. La Reserva representa el límite norte de varios taxa, de afinidades meridionales, principalmente neotropicales.

- La mayor parte de la Reserva se localiza sobre la Sierra Madre Oriental la cual, desde su levantamiento a principios del Terciario, ha permitido la migración de la biota en sentido norte-sur y viceversa, favoreciendo así el enriquecimiento de ésta. Otro factor es la topografía tan variada, así como las diferencias en altitud.

- La diversidad climática, con cuatro subtipos climáticos y bajo la influencia de tres sistemas de vientos (alisios, huracanes y "nortes").

- Aunque geológicamente la zona no es muy diversa, el substrato geológico contribuye a diversificar los hábitats, así como los suelos.

- Finalmente, el hombre con sus diferentes actividades, ha sido y es un modificador muy importante de los ambientes influyendo de una manera notoria sobre la diferenciación de las

comunidades bióticas, al modificar la vegetación y la fauna dependiente de ésta.

Los tipos de vegetación reconocidos en la reserva son los siguientes:

- Selva baja caducifolia (bosque tropical deciduo)
- Selva mediana superennifolia (bosque tropical parcialmente deciduo)
- Bosque caducifolio (bosque mesófilo de montaña)
- Bosque de pino (bosque de aciculifolios)
- Bosque de encino (bosque de latifoliados o encinar)
- Bosque mixto de pino-encino
- Chaparral (matorral esclerófilo)
- Matorral alto subinermé (matorral submontano)
- Matorral mediano subinermé con *Yucca*
- Vegetación riparia

Selva baja caducifolia (Fig. 1)

Comunidad vegetal en árboles dominantes de menos de 15 m de alto, los que pierden el follaje durante la época seca; generalmente con pocas especies espinosas. Se desarrolla en las partes bajas de la reserva, en su porción oriental, desde los 150 hasta 700/800 m snm, en la porción nordeste.

Los climas en que se desarrolla son secos semiáridos, con temperaturas medias anuales de 25.2 °C, con temperaturas del mes más frío (enero) de 18.7 °C y el mes más cálido (junio) con 29.6 °C, es decir, con una oscilación térmica extremosa; la precipitación anual es de 675 mm, con una sequía intraestival (canícula); la lluvia invernal es de 6.3%.

Hacia el sur el clima se va haciendo más húmedo, hasta culminar en un clima semicálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 23 °C. El mes más frío (enero), tiene una temperatura de 16.7 °C y los meses más cálidos son mayo y junio con 27.2 °C, también con una oscilación térmica extremosa. La precipitación media anual asciende hasta 1379 mm, con un porcentaje de lluvia invernal de 3.6. Se desarrolla preferentemente sobre calizas y en lutitas, pero cerca de Gómez Farías y en Ocampo, lo hace sobre basaltos.

Fisonómicamente esta selva muestra un contraste muy marcado entre el aspecto invernal y el estival, pues durante el invierno la mayoría de los árboles dominantes pierden el follaje, dando a la vegetación un aspecto grisáceo y monótono, lo que contrasta con el verdor de la época veraniega.



Figura 1. Selva baja caducifolia (Foto, Arturo Mora).

Es notable que en la porción nordeste de la Reserva de las partes bajas, menores de 600 m, en los lomeríos calizos o con lutitas, cerca de la cabecera municipal de Llera, se establece una fase más xérica de esta selva, llegando incluso a desarrollarse matorrales altos subinermes. Hacia el centro y sur de la Reserva, como respuesta al incremento de la humedad, se desarrolla una fase más exuberante de la selva baja, e incluso en las cañadas se presenta una selva subperennifolia.

La selva que se establece en el nordeste de la reserva es una comunidad moderadamente abierta; con árboles bajos de 8 a 10 m de alto.

La ramificación de estos se presenta en la parte media del tronco; otros, por el contrario, se ramifican desde el tercio superior. Las copas son generalmente irregulares, a veces esféricas. El tamaño de las hojas y folíolos varían, pero generalmente son pequeños, de 3 a 5 cm de largo. Árboles y arbustos si bien no son abundantes, son frecuentes. Estructuralmente destaca una simorfia, con árboles de 8 a 10 m de alto, entre los que destacan:

Acacia coulteri, *Acacia unijuga*, *Amyris madrensis*, *Bursera simaruba*, *Capparis flexuosa*, *Casimiroa pringlei*, *Cephalocereus palmeri*, *Crescentia alata*, *Esenbeckia runyonii*, *Guazuma ulmifolia*, *Harpalyce arborescens*, *Krugiodendron ferreum*, *Lysiloma divaricata*, *Mirandaceltis monoica*, *Morisonia americana*, *Ocotea tampicensis*, *Phyllostylon brasiliense*, *Pistacia mexicana*, *Pithecellobium ebano*, *Pithecellobium pallens*, *Plumeria acutifolia*, *Robinsonella discolor*, *Sabal mexicana*, *Tabernaemontana alba*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Thevetia peruviana*, *Trema micrantha*, *Trophis racemosa*.

Un estrato con árboles más bajos, de 3 a 4 m o bien con arbustos altos de 2 a 4 m, está constituido entre otras especies por: *Acacia cornigera*, *Acacia rigidula*, *Achatocarpus nigricans*, *Agonandra racemosa*, *Annona globiflora*, *Celtis iguanea*, *Comocladia engleriana*, *Croton ciliatoglandulifer*, *Croton niveus*, *Hippocratea celastroides*, *Piper amalago*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium pallens*, *Pseudobombax ellipticum*, *Randia laetevirens*, *Rhacoma scoparia*, *Rourea glabra*, *Schoepfia schreberi*, *Thouinia villosa*, *Tournefortia volubilis*.

Otras formas de vida incluyendo tanto hierbas anuales como perennes y aún subfrutices, llegan a ser abundantes. Entre otras son frecuentes:

Acalypha schiedeana, *Achmella oppositifolia*, *Achyranthes aspera*, *Agave celsii*, *Agave lophantha*,

Aneilema geniculata, *Anredera scandens*, *Aphelandra deppeana*, *Asclepias curassavica*, *Begonia heracleifolia*, *Beloperone guttata*, *Bidens pilosa*, *Bromelia pinguin*, *Calyptocarpus vialis*, *Elephantopus spicatus*, *Eupatorium collinum*, *Flyriella harrimanii*, *Heliotropium angiospermum*, *Iresine rhizomatosa*, *Marsdenia pringlei*, *Matelea velutina*, *Senecio andrieuxii*, *Syngonium podophyllum*, *Tradescantia pallida*, *Tretamerium hispidum*, *Tridax procumbens*, *Zebrina pendula*.

Algunas de la epifitas y/o trepadoras de esta comunidad son: *Arrabidaea pubescens*, *Macfadyena unguis-cati*, *Pithecoctenium echinatum*, *Rhipsalis baccifera*, *Selenicereus kunthianus*, *Tillandsia fasciculata*, *Tillandsia ionantha*, *Tillandsia karwinskiana*, *Tillandsia recuorvata*.

En la porción sur y sudeste de Ocampo.

Esta selva es más exuberante que la de la porción norte, más rica florísticamente y hasta ahora parece estar mejor conservada. Fisonómicamente parece más compacta, con una estructura más cerrada.

La presencia del "soyate", *Beaucarnea inermis*, y una mayor abundancia de *Cephalocereus palmeri*, le dan una característica muy peculiar, al resaltar, sobre todo en la época de pérdida del follaje.

Los árboles más importantes son entre otros: *Acacia coulteri*, *Acrocomia mexicana*, *Brosimum alicastrum*, *Bumelia laetevirens*, *Bursera simaruba*, *Casearia aff. nitida*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Cnidioscolus multilobus*, *Coccoloba barbadensis*, *Conostegia xalapensis*, *Cordia dentata*, *Croton draco*, *Cupania dentata*, *Dendropanax arboreus*, *Diospyros palmeri*, *Dipholis durifolia*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia runyonii*, *Eugenia fragrans*, *Eugenia oestadiana*, *Exostema mexicanum*, *Ficus cookii*, *Ficus cotinifolia*, *Ficus padifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Harpalyce mexicana*, *Helicarpus donnell-smithii*, *Hybanthus mexicanus*, *Hybanthus oppositifolius*, *Icacorea aff. paniculata*, *Leucaena leucocephala*, *Leucaena pulverulenta*, *Lysiloma divaricata*, *Maclura tinctoria*, *Malvaviscus arboreus*, *Mirandaceltis monoica*, *Morisonia americana*, *Myrcianthes fragrans*, *Neobuxbaumia euphorbioides*, *Nopalea dejecta*, *Parathesis serrulata*, *Phoebe tampicensis*, *Phyllostylon brasiliense*, *Piscidia piscipula*, *Pistacia mexicana*, *Pithecellobium ebano*, *Pithecellobium pallens*, *Plumeria acutifolia*, *Pseudobombax ellipticum*, *Psidium guajava*, *Rapanea guyanensis*, *Robinsonella discolor*, *Rourea glabra*, *Sabal mexicana*, *Salvia sesiliflora*, *Sapindus saponaria*,

Tabebuia rosea, *Tabernaemontana alba*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Thevetia peruviana*, *Thouinia villosa*, *Trema micrantha*, *Trichilia havanensis*, *Trichilia hirta*, *Trophis racemosa*, *Unghadia speciosa*.

También se desarrolla un segundo estrato con árboles más bajos, de unos 4 a 6 (8) m de alto, entre los cuales se mezclan algunos arbustos de 2 a 3 m de alto. Destacan en éste: *Acanthocereus pentagonus*, *Annona globiflora*, *Bauhinia macranthera*, *Bauhinia mexicana*, *Beaucarnea inermis*, *Caesalpinia mexicana*, *Calliandra capillata*, *Calliandra houstoniana*, *Calliandra villosa*, *Callicarpa acuminata*, *Cephalocereus palmeri*, *Citharexylum berlandieri*, *Colubrina greggii*, *Cordia dentata*, *Croton cortesianus*, *Eugenia fragrans*, *Eugenia oerstediana*, *Exostema caribaeum*, *Hamelia patens*, *Nectandra loeseneri*, *Nectandra salicifolia*, *Ocotea tampicensis*, *Plumeria acutifolia*, *Pseudobombax allipticum*, *Psychotria tenuifolia*, *Randia laetevirens*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Trichilia hirta*, *Xylosma flexuosum*.

Las hierbas y subfrutices, suelen estar bien representados, destacando entre otros:

Aneilema geniculata, *Begonia* aff. *barkeri*, *Beloperone guttata*, *Callista flavescens*, *Colocasia antiquorum*, *Corchorus siliquosus*, *Costus pulverulentus*, *Eupatorium odoratum*, *Malvastrum coromandelianum*, *Mirabilis longiflora*, *Petiveria alliacea*, *rivina humilis*, *Sclerocarpus uniserialis*, *Solanum erianthum*, *Solanum hirtum*, *Tetramerium hispidum*, *Tradescantia pallida*, *Zyngonium podophyllum*.

Las trepadoras y epifitas están bien representadas. Destacan entre ellas las siguientes: *Anredera scandens*, *Aristolochia littoralis*, *Arrabidaea pubescens*, *Cardiospermum microphyllum*, *Cissus sicyoides*, *Clematis dioica*, *Cyclanthera dissecta*, *Macroptilium atropurpureum*, *Paullinia costata*, *Peperomia quadrifolia*, *Peperomia glutinosa*, *Phaseolus glabellus*, *Pithecoctenium echinatum*, *Plumbago scandens*, *Selenicereus spinulosus*, *Serjania cardiospermoides*, *Smilax herbacea*, *Toxicodendron radicans*.

Selva mediana subperennifolia (Fig. 2)

En aquellos sitios en donde la disponibilidad de la humedad es mayor, como en barrancas o cerca de cursos de agua, esta selva se desarrolla mejor, con una fisonomía y una estructura de selva mediana subperennifolia, los árboles alcanzan 18 a 20 m y aún más, pero su distribución es muy limitada. Las especies dominantes son prácticamente las mismas, salvo que los árboles se desarrollan más. Algunos de los árboles más comunes en esta selva son:

Acrocomia mexicana, *Brosimum alicastrum*, *Bumelia laetevirens*, *Bursera simaruba*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Coccoloba barbadensis*, *Cupania dentata*, *Decatropis bicolor*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia runyonii*, *Exosterna mexicana*, *Ficus padifolia*, *Hybanthus mexicanus*, *Krugiodendron ferreum*, *Lysiloma divaricata*, *Mirandaceltis monoica*, *Morisonia americana*, *Nectandra sanguinea*, *Phyllostylon brasiliense*, *Piscidia piscipula*, *Robinsonella discolor*, *Zuelania guidonia*.

Los arbustos y árboles bajos están bien representados y destacan: *Acalypha schiedeana*, *Acalypha schlechtendaliana*, *Achatocarpus nigricans*, *Annona globiflora*, *Calliandra houstoniana*, *Callicarpa acuminata*, *Eugenia fragrans*, *Hippocratea celatroides*, *Parathesis serrulata*, *Piper amalago*, *Psychotria erythrocarpa*, *Randia laetevirens*, *Schoepfia schreberi*, *Thouinia villosa*, *Zapoteca formosa* ssp. *formosa*.

Las hierbas perennes son frecuentes, tales como: *Peperomia* spp., *Pseuderanthemum alatum*, *Tradescantia pallida*, *Zebrina pendula*, *Zingonium podophyllum*.

Algunas trepadoras en esta comunidad son: *Anredera scandens*, *Aristolochia littoralis* y *Petrea volubilis*.



Figura 2. Selva mediana subperenifolia.

Bosque caducifolio (bosque mesófilo de montaña, (Fig. 3)

Con este nombre se diferencia una comunidad vegetal muy rica florísticamente y muy variada en su estructura y fisonomía. En la reserva ocupa una franja orientada de sur a norte, la cual es más ensanchada al sur, sobre la Sierra de Guatemala. Puig *et al.* (1987) mencionan que sus límites altitudinales van de 800 a 1500 m snm y que cubren una superficie de 100 Km², aunque considero que una superficie de unos 160 Km² está más apegada a la realidad. El término bosque mesófilo de montaña fue propuesto por Miranda (1947), quien es su trabajo sobre los rasgos de la vegetación de la cuenca del río de Los Balsas para referirse a una comunidad que se establece en el mismo piso altitudinal que los encinares, pero en lugares en donde se conserva mejor la humedad, como en cañadas y en sitios en donde la altura sobre el nivel

del mar y la exposición a los vientos húmedos favorece la formación de la neblina. El término bosque mesófilo de montaña se restringió durante algún tiempo a las comunidades vegetales localizadas en la vertiente del Pacífico Mexicano, para referirse a comunidades análogas pero en el Golfo de México se usaba el nombre de bosque caducifolio o bosque de niebla. Actualmente, tanto a las comunidades que se presentan en ambos litorales y aún a los de tierra adentro se le denomina indistintamente, como bosque mesófilo de montaña. Los datos climáticos de la estación del Cielo a 1150 m snm, mencionan precipitaciones promedio de 2,522 mm, lo que representa el sitio más húmedo de Tamaulipas y aún del nordeste de México.



Figura 3. Bosque mesófilo de montaña (Foto, Jean Luis Lacaille).

Fisonómicamente, es una comunidad altamente contrastante, si se compara la época seca y fría que corresponde al invierno y parte de la primavera, con la época del verano y otoño.

Fisonómicamente, el bosque mesófilo muestra un contraste muy marcado entre el aspecto invernal y el estival, pues durante el invierno la mayoría de los árboles dominantes pierden el follaje, dando a la vegetación un aspecto grisáceo y monótono, lo que contrasta con el verdor de la época veraniega. Estructuralmente es muy variada, destacando un estrato superior constituido por árboles de más de 25 m de alto; otro de árboles medianos de 15 a 18 (20) m de alto, y otro más con árboles bajos de 5 a 8 m. Entremezclados con estos es posible encontrar arbustos de 2 a 3 m de alto y herbáceas perennes, sobre todo en algunos claros del bosque. Florísticamente es muy rico. Los árboles del estrato superior son, entre otros: *Abies* aff. *vejarii*, *Acer skutchii*, *Clethra pringlei*, *Fagus mexicana*, *Hammamelis virginiana*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia tamaulipana*, *Meliosma alba*, *Meliosma oaxacana*, *Nyssa sylvatica*, *Osmanthus americanus*, *Pinus patula*, *Quercus affinis*, *Quercus germana*, *Quercus polymorpha*, *Quercus sartorii*, *Sapindus saponaria*, *Taxus globosa*, *Tilia houghii* y *Turpinia occidentalis*.

El estrato con árboles de 18 a 20 m de alto, es muy diverso. A lo largo del gradiente altitudinal es posible encontrar tanto árboles (1) como arbustos (2):

(1) *Carpinus caroliniana*, *Carya myristicaeformis*, *Carya ovata* var. *mexicana*, *Comus disciflora*, *Comus excelsa*, *Diospyros riojae*, *Eugenia xalapensis*, *Ilex discolor*, *Ilex rubra*, *Meliosma dentata*, *Nectandra loesenerii*, *Nectandra salicifolia*, *Nectandra sanguinea*, *Nissa sylvatica*, *Ostrya virginiana*, *Persea* aff. *liebmanii*, *Persea podadenia*, *Podocarpus reichei*, *Prunus serotina*, *Quercus rysophylla*, *Rhamnus caroliniana*, *Staphylea pringlei*, *Tilia houghii* y *Tilia mexicana*.

(2) *Acacia angustissima*, *Bernardia interrupta*, *Chiococca pachyphylla*, *Phyllanthus nobilis*, *Rhamnus capraefolia*, *Rhus schiedeana* ssp. *profusa*, *Solanum nigrescens*, *Urera caracasana*, *Weinmannia pinnata*, *Witheringia cuneata*, *Xylosma flexuosum*, *Zapoteca formosa* spp. *formosa* y *Zapoteca portoricensis* spp. *portoricensis*.

Algunos árboles bajos de menos de 15 m de alto, normalmente entre 8 a 12 m o bien arbustos de 2 a 3 m, suelen ser frecuentes:

Cercis canadensis, *Dendropanax arboreus*, *Garrya laurifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Ilex discolor*, *Juglans*

mollis, *Morus celtidifolia*, *Nectandra salicifolia*, *Nectandra sanguinea*, *Quercus laeta*, *Robinsonella discolor*, *Styrax argenteus*, *Ternstroemia sylvatica*, *Trichilia havanensis*, *Turpinia occidentalis* y *Zanthoxylum pringlei*.

Entre los arbustos destacan: *Abutilon procerum*, *Berberis gracilis*, *Berberis gracilis var. madrensis*, *Bernardia interrupta*, *Bocconia frutescens*, *Cestrum flavescens*, *Cnidioscolus multilobus*, *Illicium floridanum*, *Myrica mexicana*, *Phyllanthus barbarae*, *Psychotria erythrocarpa*, *Randia laetevirens*, *Rapanea guyanensis*, *Rapanea myricoides*, *Solanum cervantesii*, *Triumfetta semitriloba*, *Viburnum elatum*, *Whiteringia mexicana*.

Las plantas herbáceas, tanto anuales como perennes, están bien representadas. Destacan las siguientes: *Acalypha multicaulis*, *Acalypha tamaulipensis*, *Ageratina ligustrina*, *Arisaema dracontium*, *Arracacia guatemalensis*, *Bomarea acutifolia*, *Canna edulis*, *Carex involucratella*, *Carex polystachya*, *Chamaedorea pringlei*, *Chaptalia nutans*, *Chrysactinia pinnata*, *Colocasia antiquorum*, *Conyza apurensis*, *Cyperus sesquifolius*, *Elephantopus mollis*, *Erigeron karwinskianus*, *Eryngium hemsleyanum*, *Eupatorium albicaule*, *Eupatorium lozanum*, *Eupatorium tamaulipanum*, *Eupatorium vernale*, *Euphorbia ocymoidea*, *Galinsoga parviflora*, *Geranium seemanii*, *Gibasis pellucida*, *Greenmaniella resinosa*, *Heliopsis parvifolia*, *Holographis ehrenbergiana*, *Jaegeria hirta*, *Juncus coriaceus*, *Koanophyllum richardsonii*, *Kyllingia odorata*, *Lepechinia schiedeana*, *Loxothysanus pedunculatus*, *Melothria pendula*, *Miryocarpa longipes*, *Myosotis alpestris*, *Nothoscordum bivalve*, *Oenothera rosea*, *Orthosanthus chimboracensis*, *Perymenium ovalifolium*, *Phytolacca americana*, *Phytolacca rivinoides*, *Pilea microphylla*, *Pilea pubescens*, *Plantago australis*, *Plantago major*, *Rhynchospora aristata*, *Salvia hispanica*, *Scutellaria pseudocoerulea*, *Senecio richardsonii*, *Sida acuta*, *Sida rhombifolia*, *Stachys parvifolia*, *Stellaria cuspidata*, *Stellaria media*, *Stellaria ovata*, *Stevia pilosa*, *Teucrium cubense*, *Thryallis glauca*, *Tillandsia schiedeana*, *Tinantia erecta*, *Tripogondra purpurascens* y *Viola sororia*.

Las trepadoras suelen ser abundantes, destacando: *Cobaea pringlei*, *Gonolobus uniflorus*, *Lonicera periclymenum*, *Marsdenia pringlei*, *Mascagnia macroptera*, *Melothria pendula*,

Passiflora konzattiana, *Phaseolus coccineus* y *Toxicodendron radicans*.

Las epifitas están muy bien representadas, evidenciando la humedad ambiental; destacan orquídeas como: *Cranichis sylvatica*, *Encyclia livida*, *Encyclia mariae*, *Epidendrum ibaquense*, *Isochilus linearis*, *Lycaste sp.*, *Malaxis corymbosa* y *Malaxis histioantha*. Otras epifitas son: *Rhopsalis baccifera*, *Tillandsia schiedeana* y *T. usneoides*. Algunos hábitats rupestres presentes incluyen las siguientes especies: *Peperomia collocata*, *Pinguicula moranensis*, *Sedum calcicola*, *Sedum retusum*.

Algunos subfrutices y hierbas perennes presentes son: *Asclepias curassavica*, *Beloperone comosa*, *Bonplandia geminiflora*, *Chamaedorea radicalis*, *Chimaphila maculata*, *Costus mexicanus*, *Dahlia coccinea*, *Eryngium gramineum*, *Eupatorium albicaule*, *Genciana sphatacea*, *Hoffmania strigillosa*, *Kohleria deppeana*, *Lippia myriocephala*, *Lobelia berlandieri*, *Monnina xalapensis*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Pilea pubescens*, *Russelia subcoriacea*, *Smilax bona-nox*, *Spermacoce laevis*, *Sphaeralcea umbellata*, *Syngonium podophyllum*, *Vaccinium kunthianum*.

Algunas gramíneas comunes son: *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Paspalum notatum*, *Sporobolus indicus*.

Un grupo de plantas que merece especial atención, son aquellas endémicas a la Reserva, principalmente del bosque caducifolio. Hasta ahora se han reconocido las siguientes: *Abutilon procerum*, *Acalypha tamaulipensis*, *Comarostaphylis sharpii*, *Eupatorium richardsonii*, *Louteridium tamaulipense*, *Macromeria alba*, *Omphalodes richardsonii*, *Phyllanthus barbarae*, *Verbesina richardsonii*.

Bosque mixto de encino-pino

Sobre la vertiente de barlovento de las sierras, siguiendo un gradiente altitudinal por encima del límite superior del bosque caducifolio, se establece el bosque mixto de encino-pino. La transición entre el bosque caducifolio y el bosque mixto de encino-pino es gradual. El cambio se presenta entre los 1,200 a 1,300, o bien en el límite superior del bosque caducifolio, o sea, entre los 1,400 y 1,500. Los límites altitudinales varían entre los 1,800 y los 1,900 m, en donde se definen algunos manchones de pinar casi puro.

Sus límites en la Reserva no son muy precisos; a veces variaciones locales de suelo y exposición favorecen que se desarrollen más los encinares en detrimento de los pinos, o bien si dentro del área del bosque mixto se presentan cañadas o barrancas, se establece un bosque caducifolio.

Fisionómicamente es una comunidad algo abierta, aunque las copas de los encinos se tocan entre sí y a veces llegan a sobreponerse; los pinos generalmente emergen entre los encinos.

Las partes de la sierra orientadas a barlovento sostienen una fase más húmeda que aquellas localizadas a sotavento, por lo que varios elementos florísticos más frecuentes o abundantes en el bosque caducifolio se entremezclan. Los datos climáticos que se tienen para estos bosques son muy escasos; para la vertiente a barlovento se tiene la estación de Joya de Salas a 1,555 m snm, con una temperatura promedio anual de 16°C y una precipitación de 889 mm promedio anual y un gradiente térmico de 0.9°C.

En cuanto a los datos climáticos en la parte a sotavento, en la estación de San Vicente (Jaumave) al noroeste de la Reserva, a 735 m snm refiere 21.7°C de temperatura promedio anual y la estación Paso Real de Guerrero al sudoeste de la Reserva a 1,300 msnm, señala una temperatura promedio anual de 18.2°C y 811 mm de precipitación promedio anual.

El gradiente térmico entre estas dos estaciones es de 0.9 (García 1973), por encima del gradiente térmico promedio de la zona donde se localiza la Reserva, que es de 0.6°C por cada 100 m de altura. La estructura de estos bosques es relativamente simple. Los árboles dominantes son de unos 12 a 15 (18) m de alto, tanto de latifoliadas, principalmente encinos, como de aciculifoliadas, principalmente encinos, como de aciculifolias, representadas por *Pinus montezumae* y *Pinus teocote*.

Algunas especies de árboles son:

Carpinus caroliniana, *Carya myristiciformis*, *Carya ovata* var. *Mexicana*, *Cercis canadensis*, *Clethra pringlei*, *Cornus disciflora*, *Cornus excelsa*, *Cupressus benthamii*, *Decatropis bicolor*, *Garrya glaberrima*, *Garrya laurifolia*, *Hamamelis virginiana*, *Juniperus deppeana*, *Liquidambar styraciflua*, *Osmanthus americanus*, *Ostrya virginiana*, *Pinus montezumae*, *Pinus teocote*, *Prunus serotina*, *Quercus affinis*, *Quercus castanea*, *Quercus convallata*, *Quercus mexicana*, *Quercus polymorpha*, *Quercus rysophylla*, *Quercus sartorii*, *Rhamnus serrata*, *Tilia houghii*, *Tilia mexicana*,

Ungnadia speciosa.

Los arbustos y subfrutices son frecuentes; entre otros se encuentran:

Acacia angustissima, *Bocconia frutescens*, *Bouvardia temifolia*, *Castilleja tenuiflora*, *Cologania broussonetii*, *Crataegus* sp., *Croton fruticulosus*, *Croton monanthogynus*, *Desmodium* sp., *Deutzia pringlei*, *Eryngium hemsleyanum*, *Heuchera mexicana*, *Litsea glaucescens*, *Lophospermum erubescens*, *Moninna xalapensis*, *Myosotis alpestris*, *Pavonea spinifex*, *Philadelphus coulteri*, *Ptelea trifoliata*, *Randia watsonii*, *Rapanea guyanensis*, *Rhamnus serrata*, *Rhus virens*, *Russelia syringifolia*, *Sambucus mexicana*, *Solanum cervantesii*, *Solanum douglasii*, *Thryallis glauca*, *Vaccinium kunthianum*, *Verbena caroliniana*, *Verbena elegans*, *Verbena littoralis*.

Las hierbas, trepadoras y epifitas más comunes son: *Conyza bonariensis*, *Dahlia coccinea*, *Eryngium hemsleyanum*, *Galinsoga parviflora*, *Hydrocotyle* sp., *Hypoxis decumbens*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Sanicula liberta*, *Toxicodendron radicans*.

Algunas orquídeas que es posible encontrar son: *Isochilus linearis*, *Laelia anceps*, *Malaxis corymbosa*, *Malaxis histionantha*, *Ponthieva* sp.

La fase más seca del bosque mixto de encino-pino, se encuentra a sotavento de la Sierra Madre Oriental, en el límite occidental de la Reserva y se localiza a partir de los 900 m snm, alcanzando su límite superior hacia los 1,800 m snm. Los datos climáticos son escasos. Se tienen datos de dos estaciones localizadas en el occidente de la reserva: San Vicente (Jaumave) a 735 m snm con 21.7°C de temperatura media anual y 504.7 mm de precipitación promedio anual en la porción noroeste de la Reserva, y Paso Real de Guerrero al sudoeste, localizada a 1300 msnm, con 18.2°C de temperatura media anual y una precipitación anual promedio de 811 mm. Esta variante del bosque mixto es una comunidad más abierta que la anterior; el tamaño de los árboles es más bajo, promediando los 20 m.

Algunas de las especies se comportan como caducifolias, aunque epifitas como bromeliáceas, helechos y aún orquídeas se desarrollan sobre los encinos, aunque en menor proporción que en los árboles de la fase húmeda. Las especies de encino dominan y definen la fisonomía y estructura de la comunidad. Entre los encinos destacan algunos individuos de *Pinus teocote*, *Juniperus flaccida*, *Nolina Nelsonii*, *Dasyllirion miquihuanense* y *Brahea*

decumbens.

Las especies de encino en esta comunidad son: *Quercus castanea*, *Quercus convallata*, *Quercus crassipes*, *Quercus mexicana*, *Quercus polymorpha*, *Quercus rysophylla*, *Quercus serotina*.

Otros árboles que se intercalan entre el bosque de encino-pino son: *Carya myristiciformis*, *Garrya laurifolia* ssp. *macrophylla*, *Lonchocarpus* sp., *Pinus teocote*, *Prunus serotina*.

La simorfia de arbustos medianos y altos está muy bien representada, destacando: *Acacia angustissima*, *Acacia parviflora*, *Amelanchier paniculada*, *Bauhinia coulteri*, *Berberis hartwegii*, *Beschorneria rigida*, *Bouvardia ternifolia*, *Brongniartia magnibracteata*, *Buddleia tomentella*, *Calliandra tergemina*, *Casimiroa pringlei*, *Ceanothus coeruleus*, *Cercocarpus montanus*, *Cnidioscolus multilobus*, *Colubrina greggii*, *Comarostaphylis sharpii*, *Croton fruticulosus*, *Dalea botterii*, *Decatropis bicolor*, *Deutzia pringlei*, *Dodonaea viscosa*, *Krameria cytisoides*, *Myrsine coriacea*, *Philadelphus coulteri*, *Ptelea trifoliata*, *Randia watsoni*, *Rapanea guianensis*, *Rhamnus serrata*, *Rhus trilobata*, *Rhus virens*, *Russelia syringifolia*, *Rzedowskia tolantongensis*, *Sambucus mexicana*, *Thryallis glauca*, *Ungnadia speciosa*, *Vaccinium kunthianum*, *Vallesia glabra*, *Verbesina coulteri*.

Entre los arbustos altos y medianos destacan: *Agave striata*, *Ceanothus coeruleus*, *Eysenhardtia polystachya*, *Litsea glaucescens*, *Mimosa eurycarpa*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Quercus opaca*, *Rhamnus serrata*.

Las simorfias de sufrútices y hierbas tanto anuales como perennes, sin ser muy diversas, están bien representadas, destacando: *Amycia zygomeris*, *Arracacia hemsleyana*, *Arracacia temata*, *Arracacia tolucensis*, *Ascyrum hypericoides*, *Astranthium purpurascens*, *Baccharis trinervis*, *Bouvardia laevis*, *Calyptocarpus vialis*, *Cardamine auriculata*, *Castilleja arvensis*, *Castilleja tenunflora*, *Chimaphila maculata*, *Cirsium mexicanum*, *Cologania broussonetii*, *Conyza bonariensis*, *Corydalis pseudomicrantha*, *Cosmos diversifolius*, *Cuphea cyanea*, *Cyperus thyrsoiflorus*, *Dahlia coccinea*, *Duchesnea indica*, *Eryngium hemsleyanum*, *Euphorbia furcillata*, *Galinsoga parvifolia*, *Galium orizabense*, *Galium triflorum*, *Heliopsis parvifolia*, *Hesperozygis marifolia*, *Heuchera mexicana*, *Hydrocotyle mexicana*, *Hypericum* aff. *collinum*,

Lantana frutilla, *Lantana hirta*, *Linum schiedeanum*, *Lopezia recemosa*, *Mitchella repens*, *Myosotis alpestris*, *Myriocarpa longipes*, *Omphalodes richardsonii*, *Pinguicola gracilis*, *Polimnia uvedalia*, *Polypodium guttatum*, *Piperomia blanda*, *Ranunculus peruvianus*, *Rosa serrulata*, *Salvia greggii*, *Sanicula liberta*, *Solanum cervantesii*, *Solanum douglasii*, *Stevia serrata*, *Tagetes lucida*, *Thalictrum deamii*, *Toxicodendron radicans*, *Tradescantia pallida*, *Verbena elegans*, *Verbena littoralis*, *Viola hookeriana*, *Zexmenia lantanifolia*.

Las trepadoras son más bien escasas; entre ellas destacan: *Celastrus pringlei*, *Cyclanthera dissecta*, *Ipomoea orizabensis*, *Lonicera periclymenum*, *Philadelphus coulteri*, *Smilax bonnox* var. *hederaefolia*, *Toxicodendron radicans*, *Vitis tilifolia*.

A veces sobre los encinos, además de líquenes y musgos, se destaca *Laelia speciosa*, hermosa orquídea, sobre todo cuando florece.

Algunas gramíneas frecuentes son: *Bromus polyanthus*, *Eleusine indica*, *Paspalum langei*, *Sporobolus indicus*.

Bosque de pino (pinar o bosque de aciculifolios)

Los pinares se localizan en forma discontinua en las partes más elevadas; dependiendo de la zona se les puede encontrar desde 1,800-1,850 m hasta 2,100-2,200 m. Actualmente se les localiza en pequeñas áreas, a menudo rodeados de matorral esclerófilo o chaparral, sobre los lomeríos orientados al norte o en pequeñas depresiones. No existen datos climáticos en su área de distribución, pero algunas estaciones meteorológicas cercanas aportan las características del clima: Joya de Salas a 1,555 m snm, con una temperatura media anual de 16°C y 889 mm de precipitación promedio anual, y Paso Real a 1,300 m snm con 18.2°C de temperatura media anual, y considerando que tienen un gradiente térmico de 0.9°C. Con estos datos, considero que la temperatura de los bosques de pino sea entre 14 y 15°C y la precipitación anual estimada de 900 a 950 mm.

Fisionómicamente es una comunidad algo monótona por la dominancia casi absoluta de los pinos (Fig. 4), los cuales alcanzan alturas de unos 18 a 20 (22) m de alto. *Pinus montezumae*, *P. estevezii* y *P. teocote*, son los pinos dominantes.

Subordinados a estos podemos encontrar algunos encinos aislados como *Quercus affinis*, *Q. castanea* y *Q. polymorpha*, pero la dominancia de



Figura 4. Bosque de pino. (Foto, Gerardo Sánchez).

los pinos es notoria. Otros árboles que pueden encontrarse entremezclados en el pinar son:

Abies aff. *Vejari*, *Arbutus xalapensis*, *Carya ovata*, *Cercis canadensis*, *Cercocarpus montanus*, *Clethra pringlei*, *Comus* aff. *drumondii*, *Cornus disciflora*, *Cornus excelsa*, *Decatropis bicolor*, *Garrya glaberrima*, *Garrya laurifolia* ssp. *macrophylla*, *Juniperus flaccida*, *Prunus serotina*.

Los arbustos de 1 a 2 (3) m de alto constituyen una simorfia bien representada, en la que destacan: *Acacia angustissima*, *Agave striata*, *Amelanchier denticulata*, *Bauhinia coulteri*, *Berberis hartwegii*, *Berberis ilicina*, *Brahea decumbens*, *Calliandra houstoniana*, *Calliandra tergemina*, *Ceanothus coeruleus*, *Cologania broussonetii*, *Colubrina greggii*, *Comarostaphylis sharpii*, *Croton fruticosus*, *Croton monanthogynus*, *Dalea botteri*, *Desmodium* sp., *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena* sp., *Litsea glaucescens*, *Mimosa eurycarpa*, *Rhamnus serrata*, *Rhus trilobata*, *Rhus virens*, *Vaccinium kunthianum*, *Verbesina coulteri*, *Verbesina persicifolia*, *Zexmenia lantanifolia*.

Las hierbas, tanto anuales como perennes no son muy abundantes, pero es posible encontrar:

Acalypha phleoides, *Cirsium mexicanum*, *Cuphea cyanea*, *Desmodium viridiflorum*, *Dyssodia pinnata*, *Geranium seemanii*, *Gnaphalium writhtlii*, *Gymnosperma glutinosum*, *Stevia berlandieri*, *Stevia salicifolia*, *Stevia serrata*, *Tagetes lucida*, *Trifolium amabile*, *Vernonia greggii*, *Verbena ciliata*, *Verbesina coulteri*, *Zexmenia greggii*.

Matorral esclerófilo o chaparral (Fig. 5)

Con este nombre se conoce una comunidad de arbustos de 1 a 2 m de alto, a veces con arbolillos intercalados que alcanzan los 3 ó 4. Otras formas de vida frecuentes son plantas rosetófilas tanto con espinas (*Yucca*, *Agave* y *Dasyllirion*) como inermes (*Nolina* y *Dasyllirion*).

Los arbustos dominantes son de hojas coriáceas o esclerosas, persistentes. Predominan las plantas inermes, pero en algunos sitios, tal vez por disturbio, aumenta la proporción de espinosos, confiriendo entonces el carácter de subinermes a la comunidad. La presencia constante de especies de encino (*Quercus*) hace que también se le denomine como encinar arbustivo, matorral esclerófilo subperennifolio o simplemente chaparral.



Figura 5. Matorral esclerófilo.

Dentro de la Reserva se le conoce como "charrasquilla", aludiendo a la abundancia local de algunas especies espinosas conocidas como "charrasquillo", como *Mimosa* spp., *Pithecellobium leptophyllum* y otras.

Se localiza sobre el borde de la sierra a altitudes que varían entre los 1,900 a 2,200 m; las temperaturas promedio anuales estimadas oscilan entre los 13 a 14°C, con precipitaciones de 800 a 900 mm. Las heladas suelen ser frecuentes.

Fisionómicamente es una comunidad compacta; a veces lo es tanto que se dificulta su paso entre ella. Los arbustos son los dominantes y el tamaño varía desde 1 a 1.5 (2) m. A veces algunos árboles bajos sobresalen alcanzando 3 a 4 m de alto, o bien destacan las rosetófilas ya mencionadas.

Las herbáceas, subfrútiles y epifitas son más escasas.

Especies de encino, son los dominantes o bien son especies importantes para dar la fisonomía y parte de la estructura de la vegetación, incluyendo: *Quercus cambyi*, *Quercus crassipes*, *Quercus laeta*, *Quercus mexicana*, *Quercus opaca*, *Quercus sartorii*.

Otros arbustos también perennifolios y de hojas coriáceas son:

Acacia micrantha, *Agave lechuguilla*, *Amelanchier denticulada*, *Arctostaphylos pungens*, *Berberis hartwegii*, *Berberis trifoliolata*, *Brahea decumbens*, *Ceanothus coeruleus*, *Ceanothus greggii*, *Cercocarpus* aff. *Mojadensis*, *Cercocarpus montanus*, *Colubrina greggii*, *Dasyllirion* aff. *miquihuanensis*, *Deutzia pringlei*, *Fraxinus greggii*, *Garrya laurifolia*, *Gouania alicata*, *Juniperus monosperma* var. *gracilis*, *Lindleyella mespiloides*, *Litsea glaucescens*, *Mimosa leucaenoides*, *Mortonia greggii*, *Myrthus ehrenbergii*, *Nolina Nelsonii*, *Ptelea trifoliata*, *Rhamnus serrata*, *Rhus virens*, *Sophora secundiflora*, *Vauquelinia corymbosa*.

Los subfrútiles y las hierbas perennes son frecuentes, destacando entre otras:

Amycia zygomeris, *Calliandra eriophylla*, *Chrysactinia mexicana*, *Dalea greggii*, *Dalea melanita*, *Ephedra* aff. *aspera*, *Eysenhardtia texana*, *Fendlera linearis*, *Gymnosperma glutinosum*, *Hechtia* sp., *Hesperozygis marifolia*, *Hypericum* sp., *Krameria cytisoides*, *Penstemon lanceolatus*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Salvia* sp., *Teucrium cubense*, *Zinnia acerosa*.

Matorral alto subinermes (matorral submontano o matorral de piedemonte).

Esta comunidad vegetal es una de las más variadas desde el punto de vista ecológico y florístico, pero tanto su fisonomía como su estructura son muy similares, lo cual justifica su denominación.

En la Reserva se localiza en dos partes: una en el noreste, cerca de la cabecera municipal de Llera, a unos 300 m snm; y la otra en la porción occidental, a sotavento de la Reserva, en altitudes variables, desde 700 a 900 m. El substrato en el cual se desarrolla es de material sedimentario, calizas y lutitas, pero hacia la parte noreste parte del matorral se localiza sobre un afloramiento de basalto.

La topografía es de lomeríos de pendientes moderadas a fuertes (25 a 35 grados). Los suelos son oscuros, someros; el afloramiento de la roca madre es frecuente, así como altos porcentajes de pedregosidad.

Por las diferencias en altitud y su localización a barlovento y sotavento de la tierra, las condiciones climáticas son también muy contrastantes. El matorral del noreste de la Reserva tenemos los datos de Llera, a 290 m snm, con 25.2°C de temperatura media anual y 675 mm de precipitación media anual y la Encantada, a 500 m snm, con 23.2°C de temperatura promedio anual y 949.5 mm de precipitación promedio anual; éstas contrastan con Jaumave (San Vicente) a 735 m y 21.7°C y 504.7 mm, respectivamente, o aún más con Paso Real de Guerrero con 18.2°C y 811.2 mm.

En ambos substratos geológicos, el matorral alcanza de 2 a 3 m de alto, aunque algunas especies arbóreas alcanzan hasta 4 m de alto, si bien plantas como *Cordia boissieri* y *Prosopis laevigata*, adoptan la forma de árbol bajo.

Otra forma de vida que destaca en estos matorrales son las plantas rosetófilas, como *Yucca* y *Dasylium*, que en forma aislada se intercalan en la comunidad, así como otros rosetófilos casi acaules como: *Agave striata*, *Agave lechuguilla* y *Hechtia glomerata*.

Un carácter distintivo de la comunidad y que contribuye a su denominación es que casi la mitad de las formas de vida son espinosas y las otras inermes o carentes de espinas. La mayoría son perennifolias, aunque si la sequía es notoria, algunas especies pierden el follaje. En la parte noreste de la Reserva este matorral se desarrolla sobre basaltos o sobre lutitas depositadas sobre calizas o bien en calizas sobre el material sedimentario. Las especies de estrato superior mayor a 2 m son, entre otras:

Acacia berlandieri, *Acacia rigidula*, *Acanthocereus pentagonus*, *Amyris madrensis*, *Bernardia myricifolia*, *Bouvardia ternifolia*, *Caesalpinia mexicana*, *Capparis incana*, *Castela tortuosa*, *Celtis pallida*, *Chiococca alba*, *Condalia obovata*, *Cordia boissieri*, *Coursetia axilaris*, *Croton cortesianus*, *Diospyros palmeri*, *Dodonaea viscosa*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Eysenhardtia polystachya*, *Flourensia laurifolia*, *Forestiera angustifolia*, *Gochnatia hypoleuca*, *Harpalyce arborescens*, *Helietta parvifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucophyllum frutescens*, *Mimosa leucaenoides*, *Neopringlea intergrifolia*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia lindheimeri*, *Pithecellobium pallens*, *Podopterus mexicanus*, *Portieria angustifolia*, *Prosopis laevigata*, *Ptelea trifoliata*, *Randia aculeata*, *Schaefferia cuneifolia*, *Stenocereus griseus*, *Tecoma stans*, *Yucca treculeana*, *Zanthoxylum fagara*.

Los subarbustos y hierbas, tanto anuales como perennes están bien representados, destacando: *Agave lechuguilla*, *Agave lophanta*, *Calliandra eriophylla*, *Cassia greggii*, *Cevallia sinuata*, *Dyssodia* sp., *Heliotropium calcicola*, *Krameria ramosissima*, *Lantana camara*, *Lippia alba*, *Salvia ballotaeflora*, *Salvia greggii*, *Tumera difusa*, *Zexmenia* sp.

Las gramíneas más frecuentes son: *Aristida adscensionis*, *Bouteloua trifida*, *Cenchrus pauciflorus*, *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata*.

Los matorrales altos subinermes que se localizan en las laderas a sotavento de la Sierra Madre Oriental, se desarrollan sobre calizas o en conglomerados de éstas, preferentemente sobre los suelos de colusión o en lomeríos de fuertes pendientes. Hacia abajo, y presenta integrada con los matorrales medianos espinosos con *Yucca* que se desarrollan en los suelos más profundos en el aluvión, lo que los hace un poco diferentes florísticamente. El aspecto de la vegetación es un poco más xerófilo, aunque estructuralmente muy similar al de la vertiente de barlovento. En ambientes más áridos se desarrolla mejor en las laderas orientadas al norte. Con discontinuidades, en la reserva se desarrolla desde el sur-sudeste de Jaumave al sudeste de Padrón y Juárez y hacia Paso Real de Guerrero. La fisonomía y la estructura de la vegetación se modifica por la aparición de plantas rosetófilas altas como algunas pertenecientes a los géneros *Dasylium*, *Yucca*, *Nolina* y aún *Agave*, que sin ser tan abundantes como para aparentar un matorral rosetófilo, si son frecuentes.

Los arbustos y rosetófilos del estrato superior de más de 2 m son:

Acacia aff. anisophylla, *Acacia angustissima*, *Acacia berlandieri*, *Acacia micrantha*, *Acacia pennatula*, *Acacia rigidula*, *Acacia roemeriana*, *Agave sp.*, *Cordia boissieri*, *Dasyllirion miquihuanensis*, *Dasyllirion quadrangulatum*, *Decatropis bicolor*, *Eysenhardtia polystachya*, *Flourensia laurifolia*, *Gochnatia hypoleuca*, *Helietta parvifolia*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa leucaenoides*, *Morkillia acuminata*, *Neopringlea integrifolia*, *Nolina nelsonii*, *Philadelphus coulteri*, *Polyaster boronoides*, *Rhus lanceolata*, *Rhus microphylla*, *Rzedowskia tolantonguensis*, *Savia neurocarpa*, *Yucca carerosana*.

Los arbustos medianos entre 1 y 2 m llegan a ser frecuentes y destacan entre otros:

Orthosphenia mexicana, *Portieria angustifolia*, *Schaefferia cuneifolia*, *Vallesia glabra*.

Las cactáceas están muy bien representadas, y entre otras podemos encontrar:

Ariocarpus trigonus, *Coryphanta radians*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocactus texensis*, *Echinocereus berlandieri*, *Mammillaria candida*, *Obregonia denegri*, *Opuntia berlandieri*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia lindheimeri*, *Opuntia microdasys*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia stenopetala*, *Opuntia tunicata*.

Martínez Ávalos *et al.* (1996) proporcionan una información mayor sobre otras especies de cactáceas en la Reserva y alrededores. Los subfrútices y hierbas perennes, no son muy abundantes, pero destacan:

Buddleia marrubifolia, *Chrysactinia mexicana*, *Citharexylum brachyanthum*, *Croton dioicus*, *Dalea spp.*, *Dyssodia setifolia*, *Euphorbia antisiphylitica*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Kallstroemia mexicana*, *Parthenium hysterophorus*, *Salvia ballotaeflora*, *Tidestromia lanuginosa*, *Turnera difusa*, *Zinnia acerosa*.

Algunas gramíneas frecuentes en estos matorrales son:

Aristida pansa, *Bouteloua trifida*, *Buchloe dactyloides*, *Eragrostis sp.*, *Tridens pulchellus*.

Crasirrosulifolios espinosos (matorral rosetófilo espinoso, lechuguillales, magueyales, guapillales).

Con este nombre, Miranda y Hernández-X (*op. cit.*) se refieren a agrupaciones de plantas de hojas en rosetas, carnosas y espinosas, como por ejemplo los magueyes (*Agave spp.*). Esta comunidad se localiza en la vertiente occidental de la Reserva, sobre los afloramientos de calizas, en suelos muy someros, de fuertes pendientes, con elevados porcentajes de afloramiento de roca madre y pedregosidad, a altitudes variables, desde los 1,000 a 1,800-1,900 m.

Los datos climáticos de la estación Paso Real de Guerrero a 1,300 m snm, con 18.2°C de temperatura media anual y 811 mm de precipitación promedio anual aportan una idea general acerca del clima en el que se desarrolla esta comunidad.

En la Reserva no se presenta una comunidad dominada por lechuguilla (*Agave lechuguilla*), como en otros lugares de Tamaulipas o en el centro norte de México, sino que la comunidad está conformada por un conjunto un tanto abigarrado de rosetófilos bajos, inermes y espinosos, así como otras formas de vida, como arbustos y aún crasicuales. La fisonomía está dada por arbustos medianos a altos con rosetófilos altos, pertenecientes a géneros como *Dasyllirion* y *Nolina*; subordinados a estos es posible encontrar especies de *Agave* y *Hechtia*.

El estrato inferior de estos matorrales está dominado por plantas rosetófilas espinosas, como *Agave lechuguilla*, *Agave striata* y *Hechtia podanta*; sin embargo es posible encontrar algunos arbustos medianos a altos de 1 a 2 m o más, sobre todo hacia las partes bajas en el piedemonte, en donde estos matorrales intergradan con el matorral alto subinermes, con los que a veces comparten algunas de sus especies.

Otras formas de vida notoria en estos matorrales son los matorrales rosetófilos altos como *Nolina nelsonii*, *Dasyllirion quadrangulatum* y *D. miquihuanense* o bien *Yucca carerosana*. Otros arbustos a veces frecuentes en estos matorrales rosetófilos son: *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Aloysia macrostachya*, *Aralia regeliana*, *Bernardia sp.*, *Brahea decumbens*, *Brongniartia integrifolia*, *Celtis pallida*, *Dasyllirion miquihuanense*, *Dasyllirion quadrangulatum*, *Decatropis bicolor*, *Exostema coulteri*, *Eysenhardtia polystachya*, *Eysenhardtia texana*, *Flourensia laurifolia*, *Gochnatia hypoleuca*, *Heliotropium calcicola*, *Leucophyllum minus*, *Lindleya mespiloides*, *Litsea glaucescens*, *Mimosa leucaenoides*, *Neopringlea integrifolia*, *Pistacia*

mexicana, *Polyaster boronoides*, *Prosopis laevigata*, *Ptelea trifoliata*, *Rhus pachyrrachis*, *Rhus virens*, *Rzedowskia tolantonguensis*, *Savia neurocarpa*, *Sophora secundiflora*, *Tecoma stans*, *Toumefortia volubilis*, *Yucca camerosana*, *Zanthoxylum fagara*.

Los subfrutices y hierbas perennes están bien representados y destacan:

Agave lechuguilla, *Agave striata*, *Brickellia veronicifolia*, *Bursera fagaroides*, *Calliandra eriophylla*, *Cassia greggii*, *Cevallia sinuata*, *Chrysactinia mexicana*, *Croton cortesianus*, *Croton fruticosus*, *Dyssodia setifolia*, *Eupatorium espinosarum*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Eysenhardtia texana*, *Gymnosperma glutinosa*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Krameria cytisoides*, *Leucophyllum minus*, *Lippia aff. berlandieri*, *Loeselia coerulea*, *Matelea lanata*, *Mimosa aff. biuncifera*, *Mimosa zygophylla*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Polanisia uniglandulosa*, *Salvia ballotaeflora*, *Sanvitalia sp.*, *Telosiphonia macrosiphon*, *Thryallis glauca*, *Zinnia acerosa*.

Las cactáceas están muy bien representadas y destacan: *Astrophytum myriostigma*, *Coryphantha radians*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus pentalophus*, *Ferocactus pilosus*, *Mammillaria candida*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia microdasys*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia stenopetala*, *Stenocactus multicostatus*.

Vegetación riparia.

Con esta denominación se reconocen diferentes agrupaciones de plantas, que se establecen a lo largo de cursos permanentes de agua, a lo largo de ríos o arroyos. A veces, cuando las copas de los árboles son tan densas y se tocan las de una ribera con las de la otra, a la vegetación se le denomina bosque en galería.

En la Reserva se tienen algunos cursos de agua permanentes que soportan diferentes comunidades de vegetación riparia.

Sobre las márgenes del río Guayalejo, en la parte norte de la Reserva, se establece en pequeños enclaves una selva baja perennifolia. Algunas de las especies frecuentes son: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Carica papaya*, *Celtis iguanaea*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Drypetes lateriflora*, *Nopalea dejecta*, *Parkinsonia aculeata*, *Phyllostylon brasiliense*, *Pithecellobium pachypus*, *Platanus*

mexicana, *Salix humboldtiana*, *Trema micrantha*.

Los carrizos de *Arundo donax* son frecuentes en los bordes del río. Otro curso de agua en la proción oriental de la reserva es el río Sabinas, el cual desde su nacimiento, cerca del ejido "La Libertad", soporta en sus márgenes una selva mediana casi perennifolia con árboles de 18 a 20 (22) m de alto, entre los cuales destacan:

Brosimum alicastrum, *Bursera simaruba*, *Drypetes lateriflora*, *Esenbeckia runyonii*, *Ficus spp.*, *Lysiloma divaricata*, *Parkinsonia aculeata*, *Robinsonella discolor*, *Sapindus saponaria*, *Thevetia peruviana*.

En los pequeños remanentes del río es posible encontrar plantas acuáticas flotantes, como: *Hydrocotyle verticillata*, *Nuphar luteum ssp. macrophyllum*, *Potamogeton sp.*, *Salvinia sp.*

En los bordes de los cursos de agua es frecuente encontrar: *Corchorus siliquosus*, *Heimia salicifolia*, *Ludwigia repens*, *Melochia pyramidata*, *Phyla nodiflora*, *Polygonum lapathifolium*, *Ranunculus sp.*, *Xanthosoma robusta*.

Cerca del ejido "La Libertad", la vegetación de selva deja el lugar a una comunidad de "sabinos", *Taxodium mucronatum*, *Platanus mexicana*, *Salix aff. humboldtiana*, así como *Arundo donax*. Las plantas subordinadas a estos árboles son muy variadas.

Algunos arbustos y hierbas perennes frecuentes son: *Aneilema geniculata*, *Asclepias curassavica*, *Bromelia pinguin*, *Callisia fragans*, *Cassia sp.*, *Cephalanthus salicifolius*, *Eustoma exaltatum*, *Helenium quadridentatum*, *Lantana camara*, *Senecio salignus*.

Entre los bejucos o trepadoras frecuentes destacan: *Anredera scandens*, *Arrabidaea pubescens*, *Cissus sicyoides*, *Pithecoctenium echinatum*, *Plumbago scandens*, *Smilax herbacea*, *Toxicodendron radicans*.

Las epifitas están bien representadas y destacan: *Rhipsalis baccifera*, *Sclenicereus spinulosus*, *Tillandsia ionantha*, *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia usneoides*.

Finalmente, cabría mencionar una comunidad vegetal por demás interesante en la Reserva, el encinar de *Quercus oleoides*. Este se presenta en dos localidades: una entre Monte Cristo y

Carabanchel en el municipio de Jaumave, al norte de la Reserva, y el otro fuera de la reserva, al sudoeste de Ocampo entre esta cabecera municipal y las Flores. Ambos se establecen sobre basaltos, pero con una diferencia en la altura sobre el nivel del mar: el encinar de la parte norte se encuentra a unos 700-800 m snm y el de Ocampo a 300 m snm. El de Carabanchel está rodeado de un bosque bajo de encinos y con elementos de matorral esclerófilo; el de Ocampo está rodeado por selva baja caducifolia con la que comparte muchos de sus elementos. Un bosque análogo a 700 m snm lo describe Puig (1976) para la Sierra de Tamaulipas en parte de los municipios de Casas y Soto la Marina.

Entre Altamira, Aldama y Soto la Marina, Martínez y González-Medrano (1972b) refieren la presencia de un bosque similar a 200 y 300 m snm también sobre basaltos, y rodeado de selva baja caducifolia. La presencia de estos encinares dentro del trópico y a bajas altitudes se ha interpretado como una consecuencia del abatimiento de la temperatura durante las glaciaciones Pleistocénicas, lo cual favoreció el establecimiento de comunidades vegetales más boreales en bajas altitudes (Sarukhán 1968, Toledo 1969).

Esta síntesis sobre el conocimiento de las comunidades vegetales que pueblan el área de la Reserva "El Cielo", refleja en cierta medida la gran diversidad ambiental y la variabilidad de la vegetación de la misma. Sin embargo, no refleja del todo algunos factores de tipo histórico que han influido en la expresión actual de las comunidades presentes hoy día.

Así, aspectos como fluctuaciones climáticas a lo largo del terciario, las fluctuaciones pleistocénicas, principalmente las últimas glaciaciones; o la orogenia hidalgoana que trajo consigo la conformación de la Sierra Madre Oriental. Las consecuencias que esto trajo al diferencias hábitats, modificar patrones climáticos, aislar poblaciones y servir como vías de migración de la biota en ambos sentidos, el carácter limítrofe de las comunidades tropicales en la Reserva y otras áreas similares en Tamaulipas, son problemas que no se han abordado. Otro aspecto a considerar es la influencia que las actividades humanas han dejado sentir en la Reserva. En cuanto al conocimiento cabal de la flora y la vegetación quedan huecos por llenar, lo cual refleja también el desbalance en el conocimiento de la vegetación.

Así el bosque caducifolio o bosque mesófilo de montaña es la comunidad mejor conocida.

Le seguiría la vegetación tropical, especialmente la selva baja caducifolia y el bosque mixto de pino-encino; pero otras comunidades como los encinares de la parte norte, los matorrales esclerófilos o chaparrales del filo de las sierras, y en general las comunidades vegetales, más xerófilas de las vertientes a sotavento de la Reserva, merecen especial atención, sobre todo en la cuantificación y delimitación precisa de sus áreas de distribución y su composición florística. En cuanto a la posibilidad de elaborar una flora regional, creo que las bases están dadas, sin embargo hay necesidad de intensificar las recolectas, sobre todo en aquellos lugares hasta ahora inaccesibles y por tanto, desconocidos botánicamente.

Agradezco muy cumplidamente a la Bióloga G. Gabriela Hernández Mejía, su valiosa cooperación en la transcripción y edición del presente trabajo. Gracias Gaby.

Literatura citada

- Arriaga, L. 1987.** Perturbaciones naturales por la caída de árboles. Págs: 133-152. En: **Puig, H. y R. Bracho** (eds.). *El bosque mesófilo de montaña de Gómez Farías, Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A.C., México.
- García, E. 1973.** *Modificaciones al Sistema Climático de Köppen para adaptarlo a Las condiciones de la República Mexicana*. Inst. Geogr. U.NAM. México.
- González-Medrano, F. 1972b.** La vegetación del nordeste de Tamaulipas. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 43. Ser. Bot. (1):11-50
- Harrel, B.E. 1951.** *The Birds of Rancho El Cielo, an Ecological Investigation in the Oak-Sweet Gum Forests of Tamaulipas, Mexico*. Master of Arts thesis, Univ. of Minnesota. Unpublished.
- Hernández, X. E., H. Crum, W. B. Fox y A. V. Sharp. 1951.** A unique vegetation area in Tamaulipas. *Bull. Torrey Bot. Club.* 78(6):458-463.
- Jáuregui, E. O. 1967.** Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México. *Ing. Hidr. en Méx.* 21: 197-208.
- Johnston, M., K. Nixon, G. Nesom y M. Martínez. 1989.** Lista de Plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotam* 2: 21-33.
- Leopold, A. S., 1950** "Vegetation zones of Mexico", *Ecology*, 31(4):507-518
- Lonard, R.J. y R. Ross. 1979.** A vegetational analysis of a tropical cloud forest in southern Tamaulipas, Mexico. *Texas Journal of Science* 31:143-150
- Lof, V. 1980.** *The ferns of the Rancho del Cielo Region*. Master of Arts Thesis, Pan Am. Univ. 161 pp.
- Martin, P.S. 1955a.** Herpetological Records from the Gomez Farías Region of Southwestern Tamaulipas, Mexico. *Copeia* 3:173-180.
- Martin, P.S. 1955b.** Zonal Distribution of Vertebrates in Mexican cloud forest. *Amer. Nat.* 89:347361. *Biotam* (1989) 1(3)
- Martin, P.S. 1958.** A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farías region, Tamaulipas, Mexico.

- Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich. 101:1-102.
- Martínez-Avalos, J. G.; Jiménez Pérez, L. J. 1993.** Las cactáceas del Valle de Jaumave, Tamaulipas. *Cact. Suc. Mex.*, 38 (4): 75-82.
- Miranda, F. 1947.** Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del Río de las Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8: 95-114.
- Miranda F. G. y E. Hernández-X. 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 29-179.
- Mosiño, A. P. 1969.** Factores determinantes del clima de la República Mexicana. Depto. de Prehistoria, 19. INAH, México.
- Puig, H. 1976.** *Vegetation de la Huasteca, Mexique.* Mission Archeologique et Ethnologique Francaise au Mexique. México, D.F. pp.
- Puig, H. y Bracho, R. Eds. 1987.** *El bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas.* Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Puig, H. 1989.** Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farías. *Biotam*, 2:34-53.
- Sarukhán, J. 1968.** *Análisis sinecológico de las selvas de Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México.* Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Escuela Nacional de agricultura, Chapingo, México. 300 pp.
- Shanks, R.E., 1954.** Climates of the Great Smoky Mountains: *Ecology*, (35) 354-361.
- Sharp, A.V., E. Hernández X., H Crum y W. B. Fox. 1950.** Nota florística de una asociación importante del Suroeste de Tamaulipas. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 11:1-4.
- Sharp, J.A. 1953.** Notes on the flora of Mexico, world distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. *Journal of Ecology*, 41: 374-380.
- Sosa, V. 1987.** *Generalidades de la región de Gómez Farías.* En: *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Inst. de Ecología, A.C. México, pp. 15- 28.
- Suzán, H., G. Malda., G. Jiménez., L. Hernández, M. Martínez y G. Nabhan. 1989.** Evaluación de plantas amenazadas y en peligro de extinción en el Estado de Tamaulipas. *Biotam* 1:21-28.
- Toledo, V. 1969.** *Diversidad de especies en las selvas altas de la Planicie Costera del Golfo de México.* Tesis Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F. 55 pp.
- Valiente, A. 1984.** *Análisis de la Vegetación de Gómez Farías, Tam.* Tesis Fac. de Ciencias, U.N.A.M. México.

8. La vegetación acuática y semiacuática

Arturo Mora-Olivo¹ y Alejandro Novelo Retana²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Blvd. A. López Mateos 928 C. P. 87040. Cd. Victoria Tamaulipas, MÉXICO.

²Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México. Ap. 70-153, C. P. 04510 México, D. F., MÉXICO.

Abstract

The aquatic plant communities presents in the different bodies of water of El Cielo Biosphere Reserve (CBR) are described, according to their physiognomy, floristic composition and life forms. The work just includes vascular plants and some hepatics. Rivers contain an aquatic vegetation more diverse and abundant than other bodies of water. The Frio and Sabina rivers present a tree vegetation more dense and tropical than the Guayalejo river. Among the more typical species of the rivers are found *Taxodium mucronatum* and *Platanus rzedowskii*. The streams have a floristic composition similar to the rivers although is less diverse, given the temporary character of some of them. The springs are the bodies of water with less species richness, some as *Adiantum capillus-veneris* and *Marchantia* sp. sometimes are the unique elements. The aquatic communities of the irrigation channels in the low zones, are changing by the conditions of management of the same, in these habits are common the aquatic weeds *Hydrilla verticillata* and *Hygrophila* sp. The Joya de Salas lagoon has poor aquatic vegetation with some emerged species and one submerged (*Najas guadalupensis*). The abrevaderos have aquatic free floating species of the genus *Wolffia*, *Lemna* or *Azolla* that sometimes cover the mirrors of water. The temporary puddles of the mountainous parts have aquatic vegetation scarce compared with the ones that occur in the lower parts of the reserve. The majority of the species of the puddles are annual as *Ludwigia octovalvis*. In some portions of the CBR especially inside the cloud forest semiaquatic species are found that prosper in saturated soils like *Habenaria quinqueseta* and *Desmodium triflorum*. A total of 175 aquatic species of plants were registered, of which almost the 90% correspond to rooted emerged hydrophytes.

Introducción

Los hábitats acuáticos continentales de nuestro país son diversos y en algunos estados de la República ocupan una gran superficie (Lot *et al.* 1998). Tamaulipas presenta numerosos cuerpos de agua, especialmente en la Cuenca del río Tamesí donde se encuentra la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC).

Aunque la vegetación acuática no es la comunidad más abundante en la RBC, ésta se encuentra bien representada en los diferentes hábitats acuáticos que existen. Los ríos Guayalejo, Sabinas y Frio son los cuerpos de agua más importantes dentro de la Reserva, el primero es el más grande y constituye el límite norte de la RBC. Sin embargo, también se pueden localizar otros ambientes acuáticos como arroyos, manantiales, canales, lagunas pequeñas, abrevaderos o charcos temporales. El primer antecedente sobre la descripción de la vegetación acuática que se tiene para la región es el de Darnell (1953), quien realizó un estudio ecológico del río Sabinas con énfasis en los peces. Posteriormente Martín (1958) sólo hace mención de los bosques de galería al describir el bosque tropical caducifolio, esto como parte de un estudio sobre reptiles y anfibios de la región de Gómez Farías. Martínez y Novelo (1993) al describir la vegetación acuática de Tamaulipas mencionan superficialmente la composición florística de los ríos Guayalejo, Sabinas y Frio. Valiente *et al.* (1995) al describir la vegetación selvática de Gómez Farías, describen un perfil general de la distribución de las plantas acuáticas y las asociadas a los recodos y nacimientos de los ríos Sabinas y Frio. Las comunidades vegetales acuáticas se describen de acuerdo a su fisonomía, composición florística y las formas de vida mencionadas por Sculthorpe (1967) y modificadas por Dalton y Novelo (1983).

Como plantas acuáticas se considera el criterio modificado de Ramos y Novelo (1993) en el que se incluyen: 1) acuáticas estrictas, plantas que realizan prácticamente todo su ciclo de vida en el agua; 2) semiacuáticas, plantas que llevan gran parte de su ciclo de vida en el agua y que no pueden sobrevivir por largos periodos en suelos completamente secos; y 3) tolerantes, plantas que llevan a cabo gran parte de su ciclo en suelo seco, pero que pueden tolerar por algún tiempo suelos inundados o saturados. El presente capítulo incluye plantas vasculares y algunas hepáticas, se excluyen algas y musgos acuáticos. El área de estudio comprende el área de la RBC y una zona de influencia cercana a 10 Km alrededor de sus límites, esto con el fin de describir las comunidades dentro

de sus límites naturales de distribución. La información para elaborar este estudio se obtuvo mediante visitas a la zona de estudio desde 1988, en las cuales se tomaron datos ambientales (temperatura, pH y tipo de sustrato) y se colectaron ejemplares, los cuales están depositados en los herbarios UAT y MEXU. Debido a que las comunidades acuáticas varían en los distintos hábitats, éstas se describen por tipo de cuerpo de agua. En el **Apéndice 1** se proporciona la lista de las plantas acuáticas, divididas por su forma de vida, indicando además el tipo de planta, la forma biológica y su distribución.

Ríos

La vegetación acuática de los ríos es más diversa y abundante comparada con la que ocurre en otros cuerpos de agua de la RBC. De manera general y siguiendo una zonificación de afuera hacia adentro, es posible encontrar hidrófitas enraizadas emergentes, libres flotantes, enraizadas de tallos flotantes, enraizadas de hojas flotantes, enraizadas sumergidas y libres sumergidas. El río Guayalejo en su porción noreste (Los Nogales) se encuentra a una altitud de 580 m s.n.m. la que disminuye hasta los 260 m s.n.m. a la altura de la cabecera municipal de Llera; con un pH de 7-7.5 y sustrato de rocoso a pedregoso. Como formas de vida emergentes se encuentran formas biológicas arbóreas, arbustivas y herbáceas. En sus márgenes existen elementos arbóreos con alturas de 5 a 10 m, entre las especies más comunes están *Platanus rzedowskii*, *Salix humboldtiana* y *Chilopsis linearis*. Los elementos arbustivos dominantes son *Heimia salicifolia*, *Pluchea symphythifolia*, *Capraria mexicana*, *Cephalanthus salicifolius* y *Baccharis salicifolia*. Las hierbas son más diversas, entre las más comunes se encuentran *Fuirena simplex*, *Eleocharis geniculata*, *Eleocharis montevidensis*, *Cladium jamaicense*, *Samolus ebracteatus*, *Bacopa monnieri*, *Rhynchospora colorata*, *Polygonum punctatum* y *Polypogon viridis*. La forma de vida libre flotante no se registró en el río Guayalejo. Las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes son raras, sólo están representadas por poblaciones aisladas de *Potamogeton nodosus*.

También son escasas las poblaciones de *Ludwigia peploides* y *Rorippa nasturtium-aquaticum*, las cuales corresponden a la forma de vida enraizada de tallos postrados. Las plantas acuáticas enraizadas sumergidas están bien representadas, a pesar de no ser muy diversas, son comunes a lo largo del río.

La especie más importante por su abundancia y distribución es *Potamogeton illinoensis*, otras especies asociadas son: *Najas guadalupensis*, *Heteranthera dubia* e *Hydrilla verticillata*. *Zannichellia palustris* sólo se encontró de manera escasa en la parte conocida como Los Nogales. De hidrófitas libres sumergidas, sólo se registró esporádicamente *Utricularia giba*, es frecuente encontrarla asociada con plantas enraizadas sumergidas. Los ríos Sabinas y Frío, por sus características ambientales similares (aguas frías de pH neutro, sustrato rocoso y un clima más tropical), poseen una vegetación acuática muy parecida en cuanto a su fisonomía y composición. Las hidrófitas enraizadas emergentes contienen en un primer plano una comunidad arbórea densa de 8 a 20 m de altura con *Taxodium mucronatum* como especie dominante; otras especies codominantes son *Inga vera* subsp. *spuria*, *Ficus insipida*, *Guadua angustifolia* y *Pithecellobium lanceolatum*. Los arbustos son poco diversos, aunque se pueden encontrar a *Heimia salicifolia*, *Solanum diphylum*, *Salix taxifolia*, *Cuphea hyssopifolia*, *Lythrum gracile* y *Phragmites australis* (**Fig. 1**). Los elementos herbáceos emergentes no son muy abundantes, pero pueden encontrarse *Cyperus canus*, *Lobelia cardinalis* (**Fig. 2**), *Samolus parviflorus*, *Ruellia brittoniana*, *Xanthosoma robustum*, *Eleocharis geniculata*, *Caperonia palustris*, *Eustoma exaltatum*, *Ludwigia octovalvis*, *Arundinella berteroniana* (**Fig. 3**), *Polygonum lapathifolium* y *Fleischmannia arguta*. En los recodos y remansos del río Frío se localizan pequeñas poblaciones de *Riccia fluitans*, que representa la forma de vida libre sumergida. En los ríos Sabinas y Frío no se registraron las formas de vida enraizadas de tallos postrados y libres flotantes.

Densas poblaciones de *Nuphar advena* subsp. *advena* conforman la forma de vida enraizada emergente de hojas flotantes. Esta planta es más común en la zona de los nacimientos de los ríos donde crece en profundidades de 4-6 m, dependiendo del nivel del agua. Entre las hidrófitas enraizadas sumergidas son muy comunes: *Potamogeton illinoensis*, *Ludwigia palustris*, *Heteranthera dubia*, *Najas guadalupensis*, *Hydrocotyle verticillata* var. *verticillata* y *Lobelia purpusii*.

Arroyos

Debido al carácter estacional de algunos de los arroyos, la composición florística, aunque similar a la de los ríos, es menos diversa. Estos cuerpos de agua soportan especies tolerantes a la sequía,

acuáticas y semiacuáticas anuales capaces de florecer y fructificar en periodos cortos de tiempo. Normalmente sólo se presentan plantas con la forma de vida enraizada emergente. Los arroyos de montaña que se encuentran en altitudes de 1000 a 1600 m s.n.m., como los de Alta Cimas, Casa de Piedra y Joya de Manantiales, son más pobres en diversidad de especies comparados con los de zonas bajas. Los elementos leñosos casi no existen, con excepción de algunos individuos de *Heimia salicifolia*. La mayoría de las especies encontradas son hierbas emergentes, semiacuáticas o tolerantes, como: *Samolus parviflorus*, *Commelina diffusa*, *Aster subulatus*, *Hypoxis decumbens*, *Plantago major*, *Rumex obtusifolius*, *Carex* sp. y *Bacopa procumbens*.

En época lluviosa es posible encontrar a *Lobelia purpusii* formando poblaciones enraizadas sumergidas. Los arroyos de las partes bajas son más diversos, quizá debido a que algunos son permanentes y los intermitentes tienen periodos de desecación más cortos, además de que tienen substratos menos pedregosos y se presentan en un clima más cálido. En el caso de los arroyos de cauce grande como El Encino, la vegetación es muy semejante a la descrita para el río Sabinas, incluyendo a las especies de porte arbóreo. Por el contrario, en los arroyos semipermanentes e intermitentes, como El Zarco y el de San Ramón, la fisonomía y la composición florística es muy diferente. De hidrófitas enraizadas emergentes casi no existen elementos arbóreos o son muy escasos, exceptuando algunos individuos de *Guadua aculeata* y *Salix humboldtiana*. La mayoría de las especies son arbustivas o herbáceas como: *Pennisetum purpureum*, *Eclipta prostrata*, *Hyptis capitata*, *Ludwigia octovalvis* (Fig. 4), *Eryngium nasturtifolium*, *Eleocharis geniculata* y *Cyperus humilis*. En un arroyo cercano al río Frío se encontró la hidrófita libre flotante *Lemna aequinoctialis*. La otra forma de vida registrada en estos arroyos es la enraizada sumergida, representada por *Ludwigia palustris* y *Najas guadalupensis* var. *guadalupensis*.

Manantiales

Estos cuerpos de agua, localmente llamados "ojos de agua", pocas veces sostienen una verdadera comunidad vegetal acuática. El rápido flujo del agua o su desaparición en épocas de sequía, no permite el asentamiento de plantas acuáticas estrictas por lo que sólo es posible encontrar especies adaptadas a estos ambientes como: *Adiantum capillus-veneris*, *Marchantia* sp. y numerosos musgos.

Canales

En la porción sureste de la RBC se inicia un sistema de canales pertenecientes al Distrito de Riego 029, los cuales irrigan las plantaciones de caña de azúcar de la planicie. Los canales principales, Alto y Bajo, tienen una flora acuática pobre, que se va haciendo más diversa y densa aguas abajo.

La fisonomía es muy cambiante, debido a que las plantas de los márgenes son cortadas periódicamente como parte del mantenimiento de los canales. Aún así, en ciertas épocas se pueden encontrar hidrófitas enraizadas emergentes como *Eriochloa punctata*, *Paspalum setaceum*, *Panicum laxum*, *Fuirena simplex*, *Ludwigia octovalvis* y *Cyperus* spp. No se encontraron las formas de vida libres flotantes, enraizadas de hojas flotantes y enraizadas de tallos postrados. Las plantas enraizadas sumergidas son la forma de vida más común en los canales, *Potamogeton illinoensis* es la más abundante y frecuentemente crece asociada a *Ludwigia repens*. Otras especies menos comunes son: *Hydrilla verticillata*, *Hygrophila* sp., *Hydrocotyle verticillata* var. *verticillata*, *Trichocoronis wrightii* y *Micromeria brownei*.

Lagunas

En algunas porciones altas de la RBC se localizan algunos cuerpos de agua permanentes o semipermanentes como la laguna de Joya de Salas.

Esta laguna ha disminuido en gran medida su capacidad, llegando a tener en la época seca del año unos pocos centímetros de profundidad; de acuerdo a los pobladores del ejido, se ha desecado en dos ocasiones, en los años 40's y en los 80's.

Quizá por esta razón, la vegetación que posee es escasa y se han registrado sólo dos formas de vida. Las hidrófitas enraizadas emergentes *Polygonum pensylvanicum*, *Aster subulatus* y *Cyperus* sp. La única planta enraizada sumergida es *Najas guadalupensis* var. *guadalupensis*.

Abrevaderos

En algunos ejidos existen depósitos de agua para el ganado, sus aguas son cálidas, con pH ligeramente alcalino y frecuentemente ricas en nutrientes. La vegetación emergente no es muy común debido al constante ramoneo de los animales, sin embargo, ocasionalmente es posible encontrar a *Cyperus ochraceus*, *Paspalum distichum*, *Ludwigia octovalvis* y *Eclipta prostrata*. En algunas épocas es posible encontrar densas poblaciones de hidrófitas libres

flotantes como *Wolffia brasiliensis*, *Lemna aequinoctialis* y *Azolla mexicana*. El resto de las formas de vida no han sido registradas en este tipo de hábitat.

Charcos temporales

Durante la época lluviosa se forman numerosos cuerpos de agua temporales tanto en las zonas montañosas como en las partes bajas, llamadas "el plan" por los habitantes de la región. En altitudes por encima de los 1000 msnm, existen áreas con escasa pendiente o depresiones llamadas "joyas" en las que suele acumularse el agua por cortos periodos (Joya de Manantiales, La Gloria, La Perra, Agua Linda, Malacate, etc.). Los suelos son negros o rojizos y ricos en materia orgánica, el agua es de pH neutro o ligeramente ácido. La vegetación acuática existente es herbácea, de forma de vida enraizada emergente y se desarrolla en aguas someras o en suelo saturado de agua. Los charcos que están en zonas sombreadas incluyen individuos escasos de *Commelina diffusa*, *Echinochloa colona*, *Cyperus ochraceus*, *Phyla dulcis*, *Rumex obtusifolius* y *Micromeria brownei*. Mientras que los que se encuentran en zonas abiertas, forman densos pastizales inundables con *Eleocharis montevidensis*, *Fimbristylis dichotomus*, *Juncus tenuis* var. *dichotomus*, *Plantago major*, *Kyllinga pumila*, *Carex caeligena* y *Cyperus* spp.

En las partes bajas de la RBC, especialmente hacia el este y sur, los charcos temporales soportan comunidades de plantas acuáticas más diversas que las de las zonas montañosas. Las características ambientales son: clima cálido subhúmedo, suelos principalmente arcillosos y aguas con pH ligeramente alcalino. La forma de vida dominante es la enraizada emergente, en los márgenes de los caminos y carreteras se forman densos tulares de *Typha domingensis* asociada con *Paspalum lividum*, *Canna glauca*, *Cyperus* spp. y *Ludwigia octovalvis*.

Las hidrófitas enraizadas de hojas flotantes están representadas por *Nymphaea ampla* y *Nymphaea jamesoniana*. Esta última normalmente pasa desapercibida debido a que sus flores sólo abren por la noche.

La lenteja de agua (*Lemna aequinoctialis*) es la forma de vida libre flotante más común en este tipo de ambiente, llegando a cubrir en ocasiones toda la superficie del charco.

Otros hábitats acuáticos

En algunas zonas de la RBC afloran algunas corrientes superficiales, que sin llegar a formar un curso de agua o un charco, si humedecen constantemente el suelo del lugar o lo mantienen saturado. Esto es más frecuente dentro del bosque mesófilo de montaña donde la humedad es más alta.

Las especies que se desarrollan en este tipo de ambientes son: *Hydrocotyle mexicana*, *Mitchella repens*, *Habenaria quinqueseta* y *Kyllinga* spp. en las partes altas; y *Desmodium triflorum*, *Bacopa procumbens* y *Phyla* spp. en las partes bajas.

Consideraciones finales

La diversidad de ambientes acuáticos presentes en la RBC ha permitido el desarrollo de variadas comunidades acuáticas, las cuales responden normalmente a los hábitats particulares donde se desarrollan. La ausencia o presencia de algunas formas de vida o especies en particular está sujeta a las variaciones estacionales, tales como la época de lluvias o la temperatura. Algunas hidrófitas pueden en ocasiones adoptar distintas formas de vida de acuerdo con las fluctuaciones del agua.

Especies emergentes como *Hydrocotyle verticillata*, *Micromeria brownei* y *Trichocoronis wrightii* llegan a formar poblaciones sumergidas cuando aumenta el nivel del agua. Por el contrario, plantas sumergidas como *Heteranthera dubia* e *Hydrophila* sp. sobreviven como emergentes en suelos húmedos, adoptando su forma de vida original al ser cubiertas por el agua. Sin embargo, en este caso se clasificó a cada una de las especies por su forma de vida más constante como se puede ver en la Fig. 1, donde además se distribuye el número de especies por el tipo de planta acuática y forma biológica.

Del total de 175 especies registradas, se aprecia que las hidrófitas enraizadas emergentes son las dominantes en los cuerpos de agua de la RBC, con cerca del 90% del total de especies. Las plantas leñosas están escasamente representadas, son las hierbas las que ocupan un mayor número de especies (85%). Por su parte, las plantas semiacuáticas (51%) son más comunes que las acuáticas estrictas y las tolerantes. Los cuerpos de agua que contienen las comunidades acuáticas más diversas son los ríos, ya que contienen 133 especies, 76.5% del total registrado en la RBC. Esto es en parte comprensible por el espacio que ocupan, en especial el río Guayalejo.

Aunque por el momento, el uso del agua por los pobladores de la zona no ha causado problemas fuertes a la vegetación acuática, sí es evidente que a largo plazo, la tala inmoderada puede acarrear un desbalance en la captación de recursos acuíferos con la consecuente desecación de importantes humedales.

Literatura citada

- Dalton, R.A. y A. Novelo. 1983.** Aquatic and wetland plants of the Arnold Arboretum. *Arnoldia* 43(2):7-9.
- Darnell, R.M. 1953.** *An ecological study of the Rio Sabinas and related waters in southern Tamaulipas, Mexico, with special reference to the fishes.* Ph.D. Thesis. Univ. Minnesota, 194 pp.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramirez G. 1998.** Diversidad de la flora acuática mexicana. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comps.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y distribución.* Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 563-578.
- Martin, P.S. 1958.** A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farías region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.* 101:1-102.
- Martinez, M. y A. Novelo. 1993.** La vegetación acuática del Estado de Tamaulipas, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Bot.* 64(2):59-86.
- Mora O., A. 1997.** *Bases para el control y aprovechamiento de las malezas acuáticas en canales de riego de Tamaulipas, México.* Tesis de Maestría. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria. 115 pp. (Inédita).
- Novelo, A. y M. Martinez. 1989.** *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae), problemática maleza acuática de reciente introducción en México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Bot.* 58:97-102.
- Ramos, L.A. y A. Novelo. 1993.** *Vegetación y flora acuáticas de la laguna de Yuriria, Guanajuato, México.*
- Rzedowski, J. 1978.** *La vegetación de México.* Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Sculthorpe, C.D. 1967.** *The biology of aquatic vascular plants.* Edward Arnold Ltd. London. 610 pp.
- Valiente-Banuet, A., F. González y D. Piñero. 1995.** La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana* 33:1-36.



Figura 1. *Phragmites australis*.



Figura 2. *Lobelia cardinalis*.



Figura 3. *Arundinella berteroniana*.

Figura 4. *Ludwigia octovalvis*.

Apéndice 1. Inventario de las plantas acuáticas por su forma de vida, especificando el tipo de planta acuática, su forma biológica y su distribución. A= Acuática estricta, S= Semiacuática, T= Tolerante, H= Hierba, B= Arbusto, R= Arbol. 1= Ríos, 2= Arroyos, 3= Manantiales, 4= Canales, 5= Lagunas, 6= Abrevaderos, 7= Charcos. 8= Otros ambientes acuáticos.

ESPECIE/FORMA DE VIDA	TIPO	F. BIO	AMBIENTES ACUATICOS							
			1	2	3	4	5	6	7	8
ENRAIZADAS EMERGENTES										
<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R.K. Jansen	S	H	X	X		X				
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	S	H	X	X	X					
<i>Adiantum tenerum</i> Sw.	T	H	X	X						
<i>Andropogon glomeratus</i> (Walt.) B.S.P.	S	H	X	X		X				X
<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	T	H	X							
<i>Arundinella berteroniana</i> (Schult.) Hitchc. & Chase	S	H	X							
<i>Arundo donax</i> L.	S	B	X							
<i>Asclepias curassavica</i> L.	T	H	X	X		X		X	X	
<i>Aster subulatus</i> Michx.	T	B	X	X		X	X	X	X	
<i>Baccharis neglecta</i> Britt.	S	B	X							
<i>Baccharis salicifolia</i> (R. & P.) Pers.	S	B	X							
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	A	H	X	X						
<i>Bacopa procumbens</i> (Mill.) Greenm.	T	H	X	X						X
<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	T	H		X						
<i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	S	H	X							
<i>Callibrachoa parviflora</i> (Juss.) D'Arcy	S	H	X							
<i>Canna glauca</i> L.	A	H				X				
<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hill.	A	H	X			X				
<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	T	B	X	X		X			X	
<i>Carex fructus</i> Reznicek	T	H		X						X
<i>Carex</i> sp.	T	H		X						X
<i>Carya palmeri</i> Manning	S	R	X							
<i>Centella erecta</i> L.	S	H	X	X						

Sección: I. La Riqueza Natural

<i>Cephalanthus occidentalis</i> L.	S	B	X					
<i>Cephalanthus salicifolius</i> Humb. & Bonpl.	S	B	X					
<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	S	R	X					
<i>Cladium jamaicense</i> Crantz.	A	H	X					
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	S	H		X				
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	S	H	X					
<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth	S	B	X					
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	T	H					X	
<i>Cyperus canus</i> J. & K. Presl.	A	H	X	X				
<i>Cyperus compressus</i> L.	S	H					X	
<i>Cyperus elegans</i> L.	S	H					X	
<i>Cyperus humilis</i> L.	S	H	X	X				
<i>Cyperus involucratus</i> L. Rottb.	S	H	X					
<i>Cyperus iria</i> L.	S	H					X	
<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.	S	H	X					
<i>Cyperus lundellii</i> O'Neill	S	H	X					
<i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pavón	S	H	X					
<i>Cyperus ochraceus</i> Vahl	S	H	X				X	
<i>Cyperus odoratus</i> L.	S	H	X	X	X		X	
<i>Cyperus pseudovegetus</i> Steud. var. <i>megalanthus</i> Kur.	S	H			X			
<i>Cyperus rotundus</i> L.	T	H	X					
<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	T	H						X
<i>Echeandia reflexa</i> (Cav.) Rose	T	H	X					
<i>Echinodorus berteroi</i> (Spreng.) Fassett	A	H					X	
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	S	H			X		X	
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	S	H	X	X	X		X	
<i>Eleocharis flavescens</i> (Poir.) Urban	A	H	X					
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roemer & Schult.	S	H	X	X				
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	A	H	X					
<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunth	A	H	X				X	
<i>Eleocharis mutata</i> (L.) Roem. & Schult.	A	H	X					
<i>Eleocharis rostellata</i> Torr.	A	H	X					
<i>Equisetum arvense</i> L.	S	H	X					
<i>Erigeron ortegae</i> S.F. Blake	S	H	X					
<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Desv.	S	H			X			
<i>Eupatorium betonicifolium</i> Miller	S	H	X	X				
<i>Eupatorium</i> sp.	S	H	X					
<i>Eryngium nasturtiifolium</i> Juss. ex Delar f.	S	H	X					
<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) G. Don	S	H	X	X				
<i>Ficus insipida</i> Willd.	S	R	X					
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link	A	H	X					
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	T	H		X				X
<i>Fleischmannia arguta</i> (Kunth) B.L. Rob.	S	H	X					
<i>Fuirena simplex</i> Vahl	S	H	X	X	X			
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	S	R	X	X				
<i>Habenaria quinqueseta</i> (Michx.) A. Eaton	T	H	X					X
<i>Heimia salicifolia</i> Kunth	S	B	X	X				
<i>Helenium quadridentatum</i> Labill.	S	H	X				X	
<i>Hemarthria altissima</i> (Poir.) Stapf. & C.E. Hubb.	S	H	X					
<i>Heteranthera mexicana</i> Wats.	A	H					X	
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	S	H	X	X				
<i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb. var. <i>verticillata</i>	A	H	X	X	X			
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Cham. & Schlecht.	S	H						X
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	T	H	X				X	
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	S	H	X	X				
<i>Inga vera</i> Willd. var. <i>spuria</i> (Willd.) J. León	S	R	X					
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq. subsp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D.F. Austin	T	B	X		X			

<i>Juncus tenuis</i> Willd. var. <i>dichotomus</i> (Ell.) Wood	S	H						X	
<i>Kyllinga odorata</i> Vahl	T	H						X	X
<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	T	H						X	X
<i>Leptochloa fascicularis</i> (Lam.) A. Gray	S	H	X						
<i>Leptochloa mucronata</i> (Michx.) Kunth	T	H	X	X	X			X	
<i>Litachne pauciflora</i> (Sw.) P. Beauv.	T	H						X	
<i>Lobelia cardinalis</i> L.	S	H	X	X					
<i>Lobelia purpusii</i> Brandeg.	A	H	X						
<i>Lopezia</i> aff. <i>racemosa</i> Cav.	T	H	X						
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	S	H	X	X	X		X	X	
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Ell.	A	H	X	X					
<i>Ludwigia repens</i> Forst.	A	H	X	X	X				
<i>Lythrum californicum</i> T. & G.	S	H	X	X					
<i>Lythrum gracile</i> Benth.	S	H	X	X					
<i>Marchantia</i> sp.	S	H	X		X				
<i>Marsilea vestita</i> Hook. & Grev.	S	H	X						
<i>Micromeria brownii</i> (Sw.) Benth.	A	H	X	X	X			X	
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	S	H	X	X					
<i>Mitchella repens</i> L.	T	H						X	X
<i>Mitreola petiolata</i> (J.F. Gmel.) T. & G.	S	H	X		X				
<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britton	T	H						X	
<i>Packera tampicana</i> (DC.) J.C. Jeffrey	T	H	X						
<i>Panicum laxum</i> Sw.	S	H	X	X	X				
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	T	H	X	X					
<i>Panicum virgatum</i> L.	S	H		X					
<i>Paspalidium geminatum</i> (Forsk.) Stapf.	A	H	X						
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	T	H	X						
<i>Paspalum distichum</i> L.	A	H	X				X		
<i>Paspalum langei</i> (Fourn.) Nash	T	H	X						
<i>Paspalum lividum</i> Trin.	A	H						X	
<i>Paspalum setaceum</i> Michx.	S	H			X				
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	S	H	X	X					
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	A	B	X						
<i>Phyla dulcis</i> (Trev.) Moldenke	T	H	X						
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	T	H	X					X	X
<i>Phyla stoechadifolia</i> (L.) Small.	S	H	X						
<i>Phyla strigulosa</i> (Mart. & Gal.) Moldenke	T	H	X						X
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> Benth.	S	R	X	X					
<i>Plantago major</i> L.	T	H						X	
<i>Platanus rzedowskii</i> Nixon & Poole	S	R	X						
<i>Pluchea salicifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	S	B	X						
<i>Pluchea symphythifolia</i> (Mill.) Gillis	S	B	X						
<i>Polygonum densiflorum</i> Meisn.	A	H	X						
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	S	H	X						
<i>Polygonum pensylvanicum</i> L.	A	H	X				X		
<i>Polygonum punctatum</i> Ell.	A	H	X						
<i>Polypogon viridis</i> (Gouan) Breistr.	S	H	X						
<i>Populus mexicana</i> Wesmael	S	R	X						
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) Pfeiff.	S	H	X	X					
<i>Ruellia brittoniana</i> Leonard	S	H	X	X					
<i>Ruellia malacosperma</i> Greenm.	S	H	X						
<i>Ruellia paniculata</i> L.	T	H	X						
<i>Rumex crispus</i> L.	S	H		X				X	
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	S	H		X				X	
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	S	R	X						
<i>Salix taxifolia</i> H.B.K.	S	B	X						
<i>Samolus ebracteatus</i> Kunth	S	H	X	X					

Sección: I. La Riqueza Natural

<i>Samolus parviflorus</i> Raf.	S	H	X				
<i>Sarcostema claussum</i> (Jacq.) Schult.	S	H	X				
<i>Schenoplectus pungens</i> (Vahl) Palla	A	H	X				
<i>Selaginella stenophylla</i> A. Braun	T	H					X
<i>Sesbania macrocarpa</i> Muhl.	S	B					X
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerquélen	T	H	X	X		X	X
<i>Sisyrinchium angustifolium</i> Mill.	T	H	X				
<i>Spermacoce riparia</i> Cham. & Schldl.	T	H	X			X	
<i>Spigelia humboldtiana</i> Cham. & Schldl.	T	H	X				
<i>Solanum diphyllum</i> L.	S	B	X	X			
<i>Solidago scabrida</i> DC.	S	H		X			
<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Tor.	T	H					X
<i>Sporobolus atrovirens</i> (Kunth) Kunth	T	H	X				
<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	S	H	X	X			
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	S	R	X				
<i>Thalia geniculata</i> L.	A	H					X
<i>Thelypteris kunthii</i> (Desv.) Morton	S	H	X	X			
<i>Thelypteris hispidula</i> (Dcne.) Reed.	S	H		X			
<i>Trichocoronis wrightii</i> (Torr. & Gray) Gray	A	H				X	
<i>Typha domingensis</i> Pers.	A	H	X				X
<i>Urochloa mutica</i> (Forsk.) Nguyen	S	H	X			X	

ENRAIZADAS DE TALLOS POSTRADOS

<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven	A	H	X				
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	A	H	X				

ENRAIZADAS DE HOJAS FLOTANTES

<i>Nuphar advena</i> (Aiton) W.T. Aiton							
subsp. <i>advena</i>	A	H	X				
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	A	H					X
<i>Nymphaea jamesoniana</i> Planch.	A	H					X

ENRAIZADAS SUMERGIDAS

<i>Heteranthera dubia</i> (Jacq.) McMillan	A	H	X				
<i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle	A	H	X				
<i>Hygrophila</i> sp.	A	H				X	
<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.)							
Magnus var. <i>guadalupensis</i>	A	H	X	X		X	
<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	A	H	X				
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	A	H	X				
<i>Zannichellia palustris</i> L.	A	H	X				

LIBRES FLOTANTES

<i>Azolla mexicana</i> Presl.	A	H					X
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welwitsch.	A	H					X X
<i>Wolffia brasiliensis</i> Weddell	A	H					X

LIBRES SUMERGIDAS

<i>Riccia fluitans</i> L.	A	H	X				
<i>Utricularia gibba</i> L.	A	H	X				

9. Las áreas naturales y su protección en Tamaulipas

César Cantú Ayala¹, Gerald Wright, J², Michael Scott² y Eva Strand³

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León,
Km 145 carr. a cd. Victoria, Linares, N.L.,
MÉXICO. Ap. Post. 41. CP. 67700
ccantu@fcf.uanl.mx

²U. S. Geological Survey, Idaho Cooperative Fish and Wildlife Research Unit,
University of Idaho, Moscow, ID 83844-1136 U.S.A.

³College of Natural Resources University of Idaho,
Moscow, ID 83844-1136 U.S.A

Abstract

The Mexican state of Tamaulipas, located in the northeastern portion of the country, currently has only five state nature reserves covering approximately 2.8% of its land area. The Biosphere Reserve "El Cielo", due to its extension and biodiversity is the most important nature reserve of Tamaulipas. In 2000, in response to a growing concern about the lack of organized conservation reserve planning to protect the important biological and physical features of Mexico, the Mexican Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO) proposed the establishment of 13 terrestrial and 5 marine reserves in Tamaulipas. If they were established, these new reserves would increase the proportion of terrestrial protected lands in the state to 23.7%. We compiled a GIS analysis using existing digital thematic maps of physical and biological features to examine how the existing and proposed reserves might serve to protect the biodiversity and physical features of the terrestrial portion of the state. We found that most of the existing protected sites occur in areas with elevations > 1,000-2,000 m with temperate climate and dominated by pine forest, oak forest and cloud forest cover types. The state's dominant biotic region - low elevation coastal plain with tropical and arid climate types and xeric scrub vegetation is disproportionately under represented in the current reserve system. The analysis of the land cover of 1996 of Tamaulipas indicated that 2,636 ha of cloud forest are not included in the nature reserves. The addition of the proposed areas would substantially increase the protection of mid and high elevation lands. If the new protected lands were established, the largest remaining gap would be in the low elevation regions with xeric scrubs.

Introducción

Las áreas naturales protegidas son consideradas por la mayoría de los expertos en conservación ecológica de vital importancia en la protección de la biodiversidad.

El primer paso para evaluar el nivel de conservación de una región determinada consiste en compilar la superficie específica protegida dentro de un sistema de reservas (Scott y Csuti 1997).

En años recientes, se han realizado importantes esfuerzos para compilar bases de datos de las áreas naturales protegidas a fin de cuantificar el nivel de protección de sus ecosistemas (Caicco *et al.* 1995, DellaSala *et al.* 2001). Actualmente, cerca del 8% de la superficie terrestre tiene algún grado de protección por parte de los gobiernos (Green y Paine 1997). En los Estados Unidos de América se han compilado bases de datos de las áreas protegidas y los recursos naturales que éstas contienen, en el marco del programa GAP (programa de análisis de omisiones de conservación) (Scott *et al.* 1993), el cual ha sido realizado a nivel estatal. En una compilación de estos datos, Wright *et al.* (2001) encontraron que del 66% de los tipos de vegetación cartografiados de 10 estados del occidente de los EE.UU., menos del 10% de esta área se encuentra protegida en reservas ecológicas estrictas (e.g. categorías 1 y 2 del GAP, Scott *et al.* 1993). La compilación de bases de datos de áreas protegidas y sus recursos asociados ha generado gran controversia en cuanto a la superficie que se debe dedicar a la protección de la naturaleza. Las cifras 10 y 12% han sido ampliamente citadas como los porcentajes de un país que debe ser incluido en reservas ecológicas (Bruntland 1987, Noss 1996). Sin embargo, no encontramos evidencia que pudiera justificar científicamente ninguna de las dos cifras propuestas.

De hecho, los pocos estudios disponibles para determinar las áreas requeridas para sostener los procesos ecológicos o mantener poblaciones viables de especies nativas son con frecuencia de 2 a 6 veces mayores (Odum 1970, Noss 1993, Cox *et al.* 1994, Soule y Sanjayan 1998).

México es considerado el país más biodiverso de América Latina y el Caribe (Dinerstein *et al.* 1995). El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas actualmente incluye 127 áreas protegidas, las cuales cubren el 8.7% de la superficie del país (www.semarnat.gob.mx). Sin embargo, la mayoría de éstas carecen de programas de manejo, por lo que se pueden considerar "reservas de papel". A la fecha no se ha realizado un análisis sobre la contribución de las áreas protegidas existentes en la conservación de la naturaleza del país ni de algún estado en particular. Sin embargo, existe un interés creciente en la realización de tales análisis, tal es el caso del realizado por parte de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que con apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), La Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), Nature Conservancy (TNC), y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMC)) realizaron dos talleres de trabajo (1996 y 1999) con el objetivo de determinar las prioridades de conservación de México, en base a las características biológicas de áreas específicas (Arriaga *et al.* 2000).

El análisis fue realizado por parte de 32 especialistas en manejo de recursos naturales de 17 universidades y centros de investigación, utilizando información digital cartográfica que incluye las áreas naturales protegidas existentes de México, topografía, elevación, uso del suelo y cubierta terrestre, cuencas hidrológicas, regiones hidrológicas prioritarias, ecorregiones y localización de los centros urbanos (Arriaga *et al.* 2000).

La CONABIO identificó 151 áreas terrestres prioritarias para la protección de la biodiversidad a lo largo de todo el país, trece de las cuales están localizadas en el estado de Tamaulipas. Además, con la participación de 74 expertos en aspectos marinos la CONABIO identificó 70 áreas marinas prioritarias para México, cinco de las cuales se localizan en Tamaulipas (Arriaga *et al.* 1998), incluyendo cuatro de éstas 502,271 ha de zonas costeras (playas, marismas, y/o manglares).

El estado de Tamaulipas se localiza en el noreste de México (**Fig. 1**) en una zona de transición entre los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical por lo que observa una gran biodiversidad.



Figura 1: Áreas naturales protegidas existentes de Tamaulipas y las áreas prioritarias propuestas por la CONABIO para el estado.

La elevación de Tamaulipas va de los 0 a los 3,500 m. La topografía varía de las planicies costeras (0 a 600 m) a el altiplano (1,200 m), con la compleja Sierra Madre Oriental en la porción sureste del estado (Ferrusquía Villafranca 1993) (Fig. 2a y 2b).

En Tamaulipas se encuentran 10 de los 11 sistemas ecológicos principales y 25 de los 29 tipos de vegetación reconocidos para el país (SAHOP 1981, Flores & Gerez 1994). Al menos 187 especies de vertebrados están presentes en el estado, 18 de las cuales están consideradas bajo estatus de conservación especial (Flores & Gerez 1994).

En Tamaulipas existen actualmente 5 áreas protegidas de carácter estatal las cuales cubren 215,332 ha, comprendiendo superficies desde 320 ha (La Escondida) hasta 144,530 ha (El Cielo), representando esta última el 67% de la extensión total del sistema de áreas naturales protegidas del estado. La Reserva de la biosfera "El Cielo" está comprendida dentro del programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización para la Educación, Ciencia y Cultura de las Naciones Unidas (UNESCO) y es considerada por su extensión y biodiversidad la unidad de conservación más importante de Tamaulipas.

En esta Reserva se pueden encontrar cuatro tipos de vegetación (bosque mesófilo de montaña, bosque tropical subcaducifolio, bosque de encino-pino y matorral xerófilo) a los que se asocia una fauna característica (Vargas-Contreras & Hernández-Huerta 2001).

El bosque mesófilo de montaña es, sin lugar a dudas, el tipo de vegetación más importante de la Reserva de la biosfera "El Cielo", pues aunque sólo cubre menos del 1% de la superficie total del país (Rzedowski 1990), alberga un gran número de especies endémicas (Flores & Gerez 1994). Además, que de esta pequeña superficie, sólo el 5% se encuentra incluido en alguna de las 127 áreas naturales protegidas que integran actualmente el SINAP (Cantú *et al* en revisión 2). Al tiempo de la realización de este análisis, existía poca información disponible sobre los recursos de las reservas o del grado en que éstas han servido para resguardar la biodiversidad del estado. Las trece áreas terrestres y 5 áreas marinas propuestas por la CONABIO para Tamaulipas cubren 14,742,614 ha de las cuales 145,141 ha

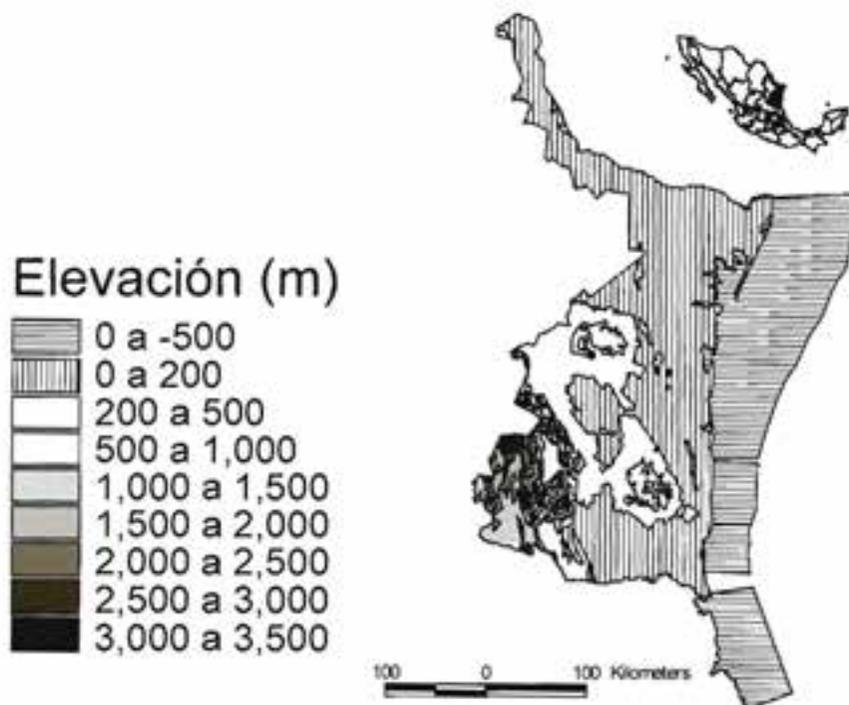


Figura 2a. Elevación de Tamaulipas.



Figura 2b. Fisiografía de Tamaulipas.

se sobreponen con las actuales áreas protegidas del estado (Fig. 1).

La revisión bibliográfica da cuenta de estudios para identificar omisiones de conservación en los sistemas de áreas naturales protegidas considerando características biológicas (Scott *et al.* 1993) a la vez de características físicas (Hunter *et al.* 1988). En el presente estudio utilizamos tanto las características físicas como biológicas en la evaluación del nivel de conservación de las áreas naturales protegidas existentes en Tamaulipas.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad en que las actuales reservas ecológicas incluyen la variación en elevación, clima, fisiografía, divisiones florísticas, tipos de vegetación potencial, provincias mastofaunísticas y herpetológicas, así como la cubierta terrestre y uso del suelo de Tamaulipas.

Metodología

El estudio fue realizado siguiendo la metodología desarrollada por el programa de análisis de omisiones de conservación (GAP) de los E. U. A. (Scott *et al.* 1993). Se produjeron mapas digitales de las 5 áreas naturales protegidas existentes y

de las 17 áreas prioritarias propuestas por la CONABIO para Tamaulipas.

Los mapas de elevación, fisiografía, divisiones florísticas, tipos de vegetación potencial, provincias mastofaunísticas y herpetológicas fueron obtenidos de la página de internet de la CONABIO (www.conabio.gob.mx), el mapa temático de la cubierta terrestre y uso del suelo de 1996 fue obtenida de la página de internet de la SEMARNAT (www.semarnat.gob.mx). Las divisiones florísticas son el resultado del estudio de Rzedowski & Reyna-Trujillo (1990) el cual se basó en las regiones fisiográficas e índices de similaridad para las especies vegetales. Los tipos de vegetación potencial de México se basaron en el estudio de Rzedowski (1990) quien identificó nueve tipos generales de vegetación potencial para el país, estando todos éstos representados en el estado.

Tamaulipas tiene 22 de los 61 tipos de climas reportados para México según la clasificación de Koeppen modificada por García (1981). Estos tipos se agrupan dentro de tres categorías principales: tropicales (A), secos (B) y templados (C). En el tipo (A), la temperatura del mes más frío es $> 18^{\circ}\text{C}$. En el tipo (B) la temperatura del mes

más cálido no excede los 18 ° C y la evaporación potencial excede la precipitación anual.

En el tipo (C) la temperatura promedio del mes más frío es < 18 ° C y > 3 ° C, y la temperatura promedio del mes más cálido excede los 10 ° C (García 1981, 1998). Todas las cubiertas digitales fueron combinadas y analizadas usando los programas ArcInfo™ versión 8.02 y ArcView™ versión 3.2. Las diferencias en las escalas y proyecciones de los mapas originaron variaciones en el cálculo de las diferentes categorías. El área calculada de Tamaulipas fue 7,674,582 ha ± 49,039, las cinco reservas ecológicas existentes cubrieron 214,186 ha, y las áreas prioritarias propuestas abarcaron 1,860,752 ha ± 39,516. Esta variación es producto de la transformación de la proyección de los mapas.

Sin embargo, considerando la gran extensión del área incluida en el análisis, no consideramos que tales diferencias sean significativas.

Para los propósitos del presente estudio consideramos que cualquier categoría analizada bajo 12% de su superficie en áreas protegidas está subrepresentada (Bruntland 1987). La selección de este nivel de protección es debido a que es un criterio ampliamente utilizado para fines de conservación en análisis similares (Wright y Mattson 1996).

Resultados y Discusión

Las cinco (5) áreas naturales protegidas existentes de Tamaulipas cubren 215,278 ha, esto es 2.8% de su superficie. Si a estas áreas se incluyera la superficie de las propuestas por la CONABIO, la superficie protegida aumentaría a 23.7% del estado.

Nosotros encontramos que la las áreas protegidas actuales cubren principalmente regiones cuya elevación va de los 1,000 a 2,000 m snm. Otros estudios que han examinado la distribución de las reservas ecológicas respecto a la elevación han encontrado patrones similares: la mayoría de las reservas se encuentran a grandes elevaciones, pendientes pronunciadas, y en suelos pobres (Scott *et al.* 2001, Hunter y Yonzon 1993, Pressey 1995 Cantú *et al.* en revisión 1). Es así que en México, como en otras partes del mundo, tal parece que las áreas protegidas son establecidas o planeadas para estas regiones de bajo valor económico.

Sin embargo, la inclusión de las reservas naturales propuestas por la CONABIO cambia radicalmente esta situación, incluyendo principalmente regiones de la plataforma continental entre 0 a -200 m y zonas elevadas mayores a 3,000 m snm (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Gradiente altitudinal de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (INEGI *et al.* 1990) (escala 1:1,000,000). Superficie de las categorías de altitud bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Altitud (m)	Tamaulipas		5 Áreas Protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
0 a -200	7,044	0.1	0	0	6,452	91.6
0 a 200	4,755,080	61.7	28,695	0.6	981,424	20.6
200 a 500	1,607,018	20.9	26,680	1.7	350,430	21.8
500 a 1000	459,716	6.0	49,004	10.7	344,399	74.9
1000 a 1500	409,866	5.3	56,831	13.9	100,646	24.6
1500 a 2000	320,832	4.2	42,299	13.2	46,386	14.5
2000 a 2500	101,457	1.3	10,677	10.5	16,466	16.2
2500 a 3000	28,225	0.4	0	0	18,448	65.4
3000 a 3500	4,610	0.1	0	0	4,173	90.5
TOTAL	7,693,849		214,186		1,880,114	

La Reserva de la Biosfera "El Cielo" se extiende en un rango altitudinal entre 200 a 2,200 msnm. El 83% de su territorio queda comprendido entre los 500 y 2,000 m, donde se localizan principalmente la selva mediana subcaducifolia y el bosque mesófilo de montaña (Sosa 1987).

Tamaulipas incluye ocho (8) de las 88 provincias fisiográficas de México (Cervantes Zamora *et al.* 1990). Nuestro análisis de las provincias fisiográficas indica que las actuales áreas protegidas se localizan principalmente en la Gran Sierra Plegada donde cubren cerca del 15.5% de su superficie.

La Reserva de la Biosfera "El Cielo" se localiza en esta provincia fisiográfica, constituyendo por su extensión el 67% de las cinco áreas naturales protegidas existentes en Tamaulipas.

Las áreas propuestas por la CONABIO incrementarían la proporción de superficie protegida a 25.4% de esta provincia fisiográfica. Por el contrario, las provincias Planicie Costera del Golfo Norte y la de Sierras y Llanuras Occidentales recibirían poca protección adicional (**Cuadro 2**).

El clima A (tropical) es el tipo más común de Tamaulipas cubriendo 60% de su superficie, éste se divide a su vez en ocho subtipos. Sin embargo, sólo 3.2% de esta área está incluida en las áreas protegidas actuales. En contraste, los cinco tipos de clima templado (C) cubren 2.6% de la superficie estatal, encontrándose 27% de esta superficie en reservas naturales. Sin embargo, tres de los cinco subtipos de clima (C) no están representados en el actual sistema de áreas naturales protegidas.

Por lo que, no obstante que las actuales reservas ecológicas se localizan principalmente en regiones montañosas, no incluyen todos los subtipos de climas templados del estado (**Cuadro 3**).

Las áreas propuestas incluirían 15 de los 19 subtipos de climas, sin embargo, siete de éstos no estarían representados y seis quedarían subrepresentados en las áreas protegidas (**Cuadro 3**). En la Reserva de la Biosfera "El Cielo" están presentes los tres tipos de clima registrados para el estado: tropical, seco y templado, destacando el tipo tropical, tanto por los cinco subtipos de clima registrados [(A)C(w1), (A)C(wo), Aw1, Aw2 y (A)C(w2)], como por la extensión que éstos cubren (56%) de la reserva. Sólo la división florística Sierra Madre Oriental se encuentra bien representada en las actuales áreas protegidas de Tamaulipas.

La Altiplanicie quedaría subrepresentada si se establecieran las áreas propuestas por la CONABIO (**Cuadro 4**). El análisis de los tipos de vegetación potencial indica que sólo tres de los nueve tipos de vegetación en Tamaulipas: bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña y selva tropical subcaducifolia, exceden el 12% de representación en las áreas naturales protegidas existentes (**Cuadro 5**). Sin embargo, de las 14,383 ha registradas para el estado con vegetación potencial de bosque mesófilo de montaña, 1,024 ha quedan fuera de las áreas protegidas.

Cuadro 2. Provincias fisiográficas de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (INEGI *et al.* 1990) (escala 1:1,000,000). Superficie de las provincias fisiográficas bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Fisiografía	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Gran Sierra Plegada	1,123,450	14.5	173,985	15.5	285,327	25.4
Llanura Costera Tamaulipeca	1,854,598	24.0	256	0.01	529,424	28.5
Llanuras de Coahuila y Nuevo León	1,096,265	14.2	0	0	335,339	30.6
Llanuras y Lomeríos	471,848	6.1	15,015	3.2	64,200	13.6
Lomeríos de la Costa Golfo Norte	2,264,399	29.3	16,375	0.7	224,543	9.9
Sierra de San Carlos	197,947	2.6	0	0	156,943	79.3
Sierra de Tamaulipas	378,907	4.9	8,554	2.3	275,999	72.8
Sierras y Llanuras Occidentales	340,317	4.4	0	0	8,333	2.4
TOTAL	7,727,731		214,186		1,880,107	

Cuadro 3. Tipos de clima de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (García y CONABIO 1998) (escala 1:1,000,000). En el tipo de clima (A) la temperatura del mes más frío es $> 18^{\circ}\text{C}$. En el tipo (B) la temperatura del mes más cálido no excede los 18°C y la evaporación anual es mayor que la precipitación. En el tipo (C) la temperatura promedio del mes más frío es $< 18^{\circ}\text{C}$ y $> -3^{\circ}\text{C}$, y la temperatura promedio del mes más cálido excede los 10°C . (Ver a García 1981 para mayor información). Superficie para cada tipo de clima bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Clima	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
(A)C(m)	78,756	1.0	0	0	0	0
(A)C(w1)	784,220	10.3	17,506	2.2	346,888	44.2
(A)C(w2)	134,231	1.8	47,417	35.3	98,669	73.5
(A)C(wo)	1,419,365	18.7	42,704	3.0	168,458	11.9
(A)C(wo)x'	1,193,820	15.7	0	0	560,900	47.0
Aw1	175,080	2.3	6,659	3.8	7,548	4.3
Aw2	209,891	2.8	16,782	8.0	18,663	8.9
Awo	626,761	8.3	17,996	2.9	74,887	11.9
BS1(h')(x')	488,300	6.4	0	0	0	0
BS1(h')w	1,185,017	15.6	671	0.1	681	0.1
BS1h(x')	69,381	0.9	0	0	0	0
BS1hw	168,175	2.2	9,709	5.8	74,403	44.2
BS1k(x')	105,759	1.4	0	0	7,128	6.7
BSo(h')(x')	673,866	8.9	256	0	335,407	49.8
BSohw	51,518	0.7	0	0	0	0
BSok(x')	16,518	0.2	0	0	0	0
BSokw	11,174	0.1	0	0	0	0
C(m)	6,866	0.1	0	0	0	0
C(w1)	70,324	0.9	17,728	25.2	32,325	46.0
C(w2)	86,145	1.1	36,759	42.7	41,496	48.2
C(wo)	35,713	0.5	0	0	7,483	21.0
C(wo)x'	2,860	0	0	0	2,860	100
TOTAL	7,593,738		214,186		1,777,796	

Cuadro 4. Divisiones florísticas de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (Rzedowski y Reyna-Trujillo 1990) (escala 1:8,000,000). Superficie de las divisiones florísticas bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Divisiones Florísticas	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Altiplanicie	496,148	6.4	246	0.05	10,094.2	
Costa del Golfo de México	872,835	11.3	38,737	4.4	282,582	32.4
Planicie Costera del Noreste	5,824,046	75.4	40,919	0.7	1,340,315	23.0
Sierra Madre Oriental	534,678	6.9	134,283	25.1	247,102	46.2
TOTAL	7,727,707		214,186		1,880,093	

Cuadro 5. Tipos de vegetación potencial de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (Rzedowski 1990) (escala 1:4,000,000). Superficie de los tipos de vegetación potencial bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Vegetación Potencial	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Bosques de coníferas y encinos	630,079	8.2	92,598	14.7	303,287	48.1
Bosque espinoso	2,167,255	28.0	29,346	1.4	347,923	16.1
Bosque mesófilo de montaña	14,383	0.2	13,359	92.9	13,388	93.1
Bosque tropical caducifolio	723,018	9.4	7,749	1.1	251,596	34.8
Bosque tropical subcaducifolio	35,372	0.5	14,755	41.7	14,972	42.3
Cuerpos de agua	44,945	0.6	0	0	22,878	50.9
Matorral xerófilo	3,747,209	48.5	56,378	1.5	599,724	16.0
Pastizal	355,103	4.6	0	0	326,309	91.9
Vegetación acuática y subacuática	10,331	0.1	0	0	0	0
TOTAL	7,727,696		214,186		1,880,077	

Cuadro 6. Provincias herpetofaunísticas de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (Casas-Andreu & Reyna-Trujillo 1990) (escala 1:8,000,000). Superficie de las provincias herpetofaunísticas bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Provincias Herpetofaunísticas	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Desierto Chihuahuense	16,613	0.2	0	0	0	0
Sierra Madre Oriental	1,068,108	13.8	109,731	10.3	213,596	20.0
Tamaulipeca	6,598,124	85.4	104,455	1.6	1,665,735	25.2
Veracruzana	44,862	0.6	0	0	762	1.7
TOTAL	7,727,707		214,186		1,880,093	

Cuadro 7. Provincias mastofaunísticas de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (Ramírez-Pulido & Castro-Campillo 1990) (scale 1:4,000,000). Superficie de las provincias mastofaunísticas bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Provincias Mastofaunísticas	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Coahuilense	6,119	0.1	0	0	158	2.6
Del Golfo	2,000,840	25.9	39,944	2.0	519,297	26.0
Sierra Madre Oriental	1,625,714	21.0	173,985	10.7	293,502	18.1
Tamaulipeca	3,790,761	49.1	256	0.01	1,067,143	28.2
Zacatecana	304,227	3.9	0	0	0	0
TOTAL	7,727,661		214,186		1,880,101.3	

La Reserva de la Biosfera "El Cielo" incluye en su territorio las tres provincias florísticas registradas en el estado, siendo la Sierra Madre Oriental con 87% de la superficie total de la reserva, la más ampliamente extendida. Mientras que respecto a la vegetación potencial, el bosque mesófilo de montaña de la reserva "El Cielo" ocupa el 9.3% de su superficie. El análisis de la cubierta de las provincias herpetofaunísticas y mastofaunísticas (**Cuadro 6 y 7**) revelaron que las zonas planas de baja altitud de la Llanura Costera Tamaulipeca (**Cuadro 2**) con ecosistemas cubiertos de matorrales xerófilos (**Cuadro 5**) de Tamaulipas se encuentran subrepresentadas en sus actuales reservas ecológicas (**Cuadro 6 y 7**).

El análisis del mapa de uso de suelo y cubierta terrestre de 1973, indica que las áreas con ecosistemas templados de bosque de pino, bosque de encino y bosque mesófilo de montaña, así como las selva mediana perennifolia y subperennifolia y la selva mediana caducifolia y subcaducifolia, rebasan el 12% de representación en las áreas protegidas actuales. Los matorrales xerófilos son con 35% de superficie del estado, la categoría más ampliamente extendida en Tamaulipas. Sin embargo, menos del 1% de la superficie de este tipo de vegetación está incluida en las actuales reservas ecológicas.

El establecimiento de las áreas propuestas por la CONABIO dejaría cuatro comunidades subrepresentadas (**Cuadro 8**).

Cuadro 8. Cubierta terrestre y uso del suelo 1973 de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (CONABIO 1999) (escala 1:250,000). Superficie de la cubierta terrestre y uso del suelo bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Cubierta terrestre y uso del suelo 1973	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Áreas sin vegetación aparente	28,415	0.4	0	0	17,275	60.8
Bosque de coníferas (no <i>Pinus</i>)	9,867	0.1	0	0	0	0
Bosque de encinos	467,886	6.1	57,173	12.2	175,182	37.4
Bosque de pinos	101,954	1.3	15,658	15.4	36,563	35.9
Bosque mesófilo de montaña	19,962	0.3	16,831	84.3	16,844	84.4
Chaparral	7,396	0.1	0	0	1,178	15.9
Cuerpos de agua	110,162	1.4	0	0	39,169	35.6
Agricultura, ganadería y Silvicultura	2,991,196	39.0	38,651	1.3	417,117	13.9
Manglares	985	0	0	0	597	60.6
Matorral desértico microfilo	68,860	0.9	0	0	0	0
Matorral espinoso tamaulipeco (subtropical y submontano)	1,981,400	25.8	36,625	1.8	468,560	23.6
Matorral rosetófilo	40,512	0.5	179	0.4	1,825	4.5
Matorral sarcocrasicaule	4,439	0.1	0	0	191	4.3
Mezquital-huizachal	418,712	5.5	199	0.05	70,097	16.7
Palmar	44,794	0.6	0	0	7,457	16.6
Pastizal natural	2,593	0	0	0	906	34.9
Popal y tular	11,734	0.2	0	0	0	0
Bosque tropical bajo caducifolio y subcaducifolio	965,329	12.6	40,367	4.2	338,252	35.0
Bosque tropical bajo perennifolio, subperennifolio y espinoso	199,547	2.6	1,287	0.6	11,499	5.8
Bosque tropical mediano perennifolio y subperennifolio	2,427	0	429	17.7	502	20.7
Bosque tropical mediano caducifolio y subcaducifolio	16,757	0.2	6,788	40.5	7,227	43.1
Vegetación de galería	5,750	0.1	0	0	0	0
Vegetación de suelos arenosos	9,515	0.1	0	0	7,914	83.2
Vegetación halófila y gipsófila	162,319	2.1	0	0	140,086	86.3
TOTAL	7,672,510		214,186		1,758,441	

El análisis de la cubierta terrestre y uso del suelo de 1973, indica que en Tamaulipas existían 19,962 ha de bosque mesófilo de montaña, de las cuales 16,797 ha se encuentran protegidas en "El Cielo", cubriendo 11.7% de la extensión total de esta reserva ecológica. Sin embargo, 23 años más tarde, tal como lo muestra el análisis de la cubierta terrestre y uso del suelo de 1996, la extensión del bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas se redujo a 19,072 ha, registrándose dentro de la Reserva "El Cielo" 16,435 ha de bosque mesófilo de montaña, lo que representa 362 ha menos, respecto al año 1973.

El análisis de la cubierta terrestre y uso del suelo de 1996 indica que sólo las áreas con ecosistemas de bosque mesófilo de montaña y bosques templados estuvieron representadas adecuadamente en las reservas ecológicas existentes (**Cuadro 9**). Sin embargo, 2,636 ha de bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas aún se encuentran fuera de las áreas protegidas, por lo que es urgente incorporar este importante tipo de vegetación al régimen de protección legal. El estudio incluyó una serie de variables físicas y biológicas, siendo el objetivo principal del estudio el determinar el grado en que éstas se representan en las áreas naturales existentes y propuestas, ya que consideramos que la integración de todos estos factores es la mejor manera de identificar colectivamente la diversidad de hábitats necesarios para proteger la biodiversidad del estado.

Consideramos que la mayoría de las especies vegetales y de animales vertebrados responden, en varias escalas espaciales, a diferencias en elevación, clima, uso del suelo, tipo de vegetación y disturbios antropogénicos. Probablemente si existiera un mapa más detallado de la cubierta terrestre combinado con otro, que indique los modelos de selección del hábitat para las especies de vertebrados, el uso de esta serie de cubiertas sería innecesario. Desafortunadamente, ninguno de estos mapas digitales existe aún. El mapa de uso del suelo y cubierta terrestre del año 1996 de Tamaulipas es la cubierta terrestre más reciente que existe disponible.

Sin embargo, éste simplifica de manera eficientemente la diversidad de comunidades vegetales presentes en el estado, agrupando 19 tipos de vegetación dentro de siete categorías (INE e INEGI 1996, SAHOP 1981). El análisis nos indicó que la mayoría de las áreas naturales protegidas de Tamaulipas, están localizadas en las montañas, principalmente en la provincia de la Sierra Madre Oriental. Por el contrario, las omisiones de conservación del sistema de áreas protegidas de Tamaulipas están presentes principalmente en los ecosistemas xéricos. No es sorprendente que sean éstas las zonas donde vive la mayoría de la gente. Por lo que no es realista esperar que la pequeña superficie que ocupan las reservas ecológicas actuales proteja adecuadamente la biodiversidad del estado, aún y cuando éstas estuvieran

Cuadro 9. Cubierta terrestre y uso del suelo 1996 de Tamaulipas y las áreas protegidas existentes y propuestas por la CONABIO (INE e INEGI 1996) (escala 1:250,000). Superficie de la cubierta terrestre y uso del suelo bajo el 12% (subrepresentadas en las áreas protegidas) están en negritas.

Cubierta terrestre y uso del suelo 1996	Tamaulipas		5 Áreas protegidas		5 Áreas protegidas y 17 Áreas propuestas por la CONABIO	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Bosque mesófilo de montaña	19,072	0.3	16,435	86.2	16,451	86.3
Bosque templado	561,524	7.4	83,841	14.9	238,802	42.5
Manglares	1,567	0	0	0	963	61.4
Matorral xerófilo	2,436,816	32.0	43,576	1.8	554,993	22.8
Otras asociaciones naturales	23,320	0.3	0	0	12,001	51.5
Otros usos	125,891	1.7	250	0.2	38,322	30.4
Pastizal (Ganadería)	1,511,721	19.8	7,214	0.5	233,104	15.4
Bosque tropical húmedo	4,253	0.1	2	0.05	3,105	73.0
Bosque tropical subhúmedo	951,035	12.5	52,296	5.5	341,042	35.9
Áreas de cultivo	1,772,228	23.2	10,570	0.6	166,281	9.4
Vegetación halofila y gipsofila	213,642	2.8	0	0	199,586	93.4
TOTAL	7,621,068		214,186		1,804,650	

estratégicamente localizadas. Las áreas propuestas incrementarían significativamente la proporción de superficie protegida del estado, mejorando la protección de áreas de mediana y gran altitud. Sin embargo, si éste 23.7% de la superficie del estado fuera incluida como reservas ecológicas, persistirían aún importantes omisiones de conservación en la protección de ciertos hábitats, debido a que en algunos casos, las reservas propuestas están ubicadas en regiones que se sobreponen a las áreas protegidas existentes.

Las principales omisiones de conservación de Tamaulipas se localizan en las áreas bajas del gradiente altitudinal.

Es por ello, que consideramos necesario modificar y adecuar las propuestas realizadas por la CONABIO. Asimismo, es preocupante que la declaratoria de dichas áreas como reservas ecológicas, reduzca la oportunidad de incluir nuevas áreas protegidas en las regiones donde actualmente existen omisiones de conservación.

Por lo anterior, consideramos que la mejor opción para proteger la biodiversidad de Tamaulipas, es a través del desarrollo de un acucioso plan de conservación para el estado. Este deberá fundamentarse en un base de datos que permita localizar los sitios de mayor riqueza específica y menor grado de perturbación. Asimismo, reconocemos que la protección de áreas aisladas sin considerar su interconexión y corredores entre ellas puede resultar inútil en el largo plazo (Powell *et al.* 2000).

Es evidente, que tanto las actuales áreas naturales protegidas y las que se establezcan, requieren de planes de manejo, regulaciones y restricciones legales que les protejan de las incursiones humanas, convirtiéndolas en algo más que "reservas de papel". Esto requerirá financiamiento (actualmente no disponible), y lo más trascendental sería un cambio en la actitud, sensibilizando a los tomadores de decisiones y pobladores de las áreas protegidas y zonas adyacentes.

Agradecimientos

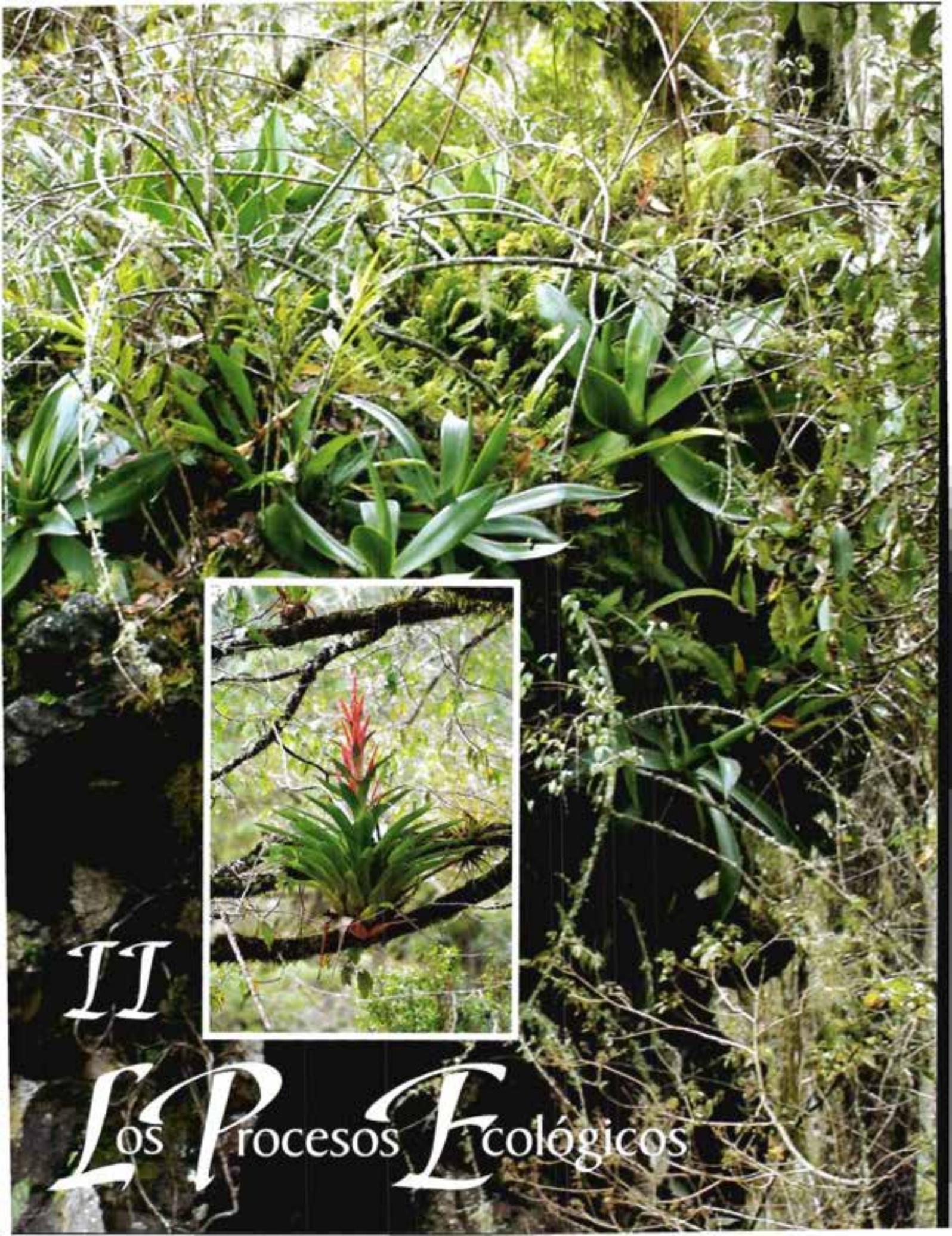
Agradecemos a la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y la Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del estado de Tamaulipas por facilitarnos la información sobre las características físicas y biológicas de Tamaulipas.

Literatura citada

- Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). 1998. *Regiones hidrológicas prioritarias*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 470 p.
- Bruntland, G.H. 1987. *Our common future*. Oxford University Press, New York, NY. 238 pp.
- Cantú, C., J.M. Scott, G. Wright, y E. Strand. (en revisión 1). Conservation Assessment of Current and Proposed Nature Reserves of Nuevo Leon, Mexico. *J. Natural Areas*.
- Cantú, C., J.M. Scott, G. Wright, y E. Strand. (en revisión 2). An approach to conservation status of current and proposed nature reserves of Mexico. *Biological Conservation J.*
- Calco, S., J. M. Scott, B. Butterfield, y B. Csuti. 1995. A gap analysis of the management status of the vegetation of Idaho (USA). *Conservation Biology* 9:498-511.
- Cervantes Zamora, Y., Cornejo Olgin, S. L., Lucero Márquez, R., Espinoza Rodríguez, J. M., Miranda Viquez, E. y Pineda Velázquez, A. 1990. *Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2*. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País*, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 1999. *Uso de suelo y vegetación agrupado en Uso de suelo y vegetación de INEGI (1973)*. Escala 1:250,000. Proporcionado por el INE, a través de la DOEG. México.
- Cox, J., R. Kautz, M. MacLaughlin, T. Gilbert. 1994. *Closing the gaps in Florida's wildlife habitat conservation system*. Office of Environmental Services. Florida Game and Fresh Water Fish Commission. 239 p.
- Della Sala, D., N. Staus, A. Hackman, A. Lacobelli. 2001. An updated protected areas database for the United States and Canada. *Natural Areas Journal*. 21:124-135.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A. Webster, S. Pimm, M. Bookbinder, M. Forney, y G. Ledec. 1995. A conservation Assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. *World Wildlife Fund Report to the World Bank/Laten*, January 1995.
- Ferrusquia Villafranca, I. 1993. *Geology of México: A Synopsis*. In (Ed.) Ramamoorthy, T.P.; R. Bye; A. Lot; y J. Fa. 1993. Oxford University Press. New York, NY.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México. Vertebrados, Vegetación y Uso del Suelo*. CONABIO y UNAM, México.
- García, E. y CONABIO. 1998. *Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)*. Escala 1:1,000,000. México.
- García, E. 1981. *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. 3a Edición. México, D.F. 252 p.

- Green, M. y J. Paine. 1997.** *State of the world's protected areas at the end of the twentieth century.* Paper presented at the IUCN world Commission on Protected Areas Symposium "Protected Areas in the twenty first century: From Islands to networks". Albany, Australia, November 1997.
- Hunter, M. y P. Yonzon. 1993.** Latitudinal Distributions of Birds, Mammals, People, Forests, and Parks in Nepal. *Conservation Biology* 7:420-423.
- Hunter, M.L., Jr., G. Jacobson, y T. Webb. 1988.** Paleocology and coarse filter approach to maintaining biological diversity. *Conservation Biology* 2:375-385.
- INE y INEGI. 1996.** *Uso de Suelo y Vegetación. 1:1,000,000.* Instituto Nacional de Ecología. Departamento de Ordenamiento Ecológico.
- INEGI, Lugo Hupb J., Vidal Zepeda, R., Fernández Equiarte, A., Gallegos García, A., y Zavala H, J. 1990.** *Hipsometría y Batimetría, I.1.1. Atlas Nacional de México. Vol. I. Escala 1:4,000,000.* Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Noss, R.F. 1993.** Conservation plan for the Oregon Coastal Range: Some preliminary suggestions. *Natural Areas Journal*. 13:276-290.
- Noss, R.F. 1996.** Protected areas: how much is enough? Pp. 91-120 in R.G. Wright, ed., *National Parks and Protected Areas.* Blackwell Science, Cambridge Mass. 470 pp.
- Odum, E.P. 1970.** Optimum population and environment: a Georgia microcosm. *Current History* 58:355-359.
- Powell, G., J. Barborak y M. Rodríguez. 2000.** Assessing representativeness of protected natural areas in Costa Rica for conserving biodiversity: a preliminary gap analysis. *Biological Conservation*. 93:35-41.
- Pressey, R.L. 1995.** Conservation reserves in NSW. Crown jewels or left overs? *Search* 26: 47-51.
- Ramírez Pulido, J y Castro Campillo, A. 1990.** *Regiones y Provincias Mastogeográficas. In Regionalización Mastofaunística, IV.8.8. Atlas Nacional de México. Vol. III. Escala 1:4,000,000.* Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1990.** *Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4,000,000.* Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Rzedowski, J., y Reyna Trujillo, T. 1990.** *Divisiones florísticas. In Tópicos fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceas). IV.8.3. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:8,000,000.* Instituto de Geografía, UNAM. México.
- SAHOP. 1981.** *Plano de Políticas Ecológicas y Plano de Vegetación y Uso del Suelo. Escala 1:4 millones.* Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos, México, D.F. 2 cartas.
- Scott, J. M., R. Abbit, y C. Groves. 2001.** What are we protecting? *Conservation Biology in Practice*. 2(1) 18-19.
- Scott, J.M. y B. Csuti. 1997.** Noah worked two jobs. *Conservation Biology* 11:1255-1257.
- Scott, J.M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T.C. Edwards, Jr., J. Ulliman, y R. G. Wright. 1993.** Gap Analysis: a geographic approach to the protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- Sosa, V. 1987.** Generalidades de la región de Gómez Farías. En: *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Instituto de Ecología, A.C. México, pp. 15-28.
- Soule, M.E., y M.A. Sanjayan. 1998.** Conservation targets do they help? *Science*. 279: 2060-2061.
- Vargas-Contreras, y J. Hernández-Huerta, 2001.** Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 82: 83-109.
- Wright, R.G. and D.J. Mattson. 1996.** The origin and purpose of national parks and protected areas. Pp.3-14 in R.G. Wright, ed., *National Parks and Protected Areas.* Blackwell Science, Cambridge, MA 470 pp.
- Wright, R.G., J.M. Scott, S. Mann, M. Murray. 2001.** Identifying unprotected and potentially at risk plant communities in the western USA. *Biological Conservation* 98:97-106.





II

Los Procesos Ecológicos

10. Disturbio y regeneración naturales del bosque mesófilo

Laura Arriaga

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita,
La Paz, Baja California Sur, 23090. MEXICO.

Abstract

The disturbance regime resulting from natural treefalls, gap dynamics, natural regeneration processes associated to gap-building phase dynamics and the characterization of plant guilds are described for the tropical mountain cloud forest of Tamaulipas, Mexico. The work was done in the El Cielo Biosphere Reserve, located on the Sierra de Cucharas, at the eastern slope of the Sierra Madre Oriental, in the state of Tamaulipas. The great hurricane activity to which the Sierra is exposed, as well as the weakness of the dominant trees produced by insect attacks determine the natural tree falls regime (Secondary Forest, SFC) in this forest community. The turnover time was estimated in 158 years due to natural causes and in 90 years due to joint causes (that is, natural and human activities). The annual production gap rates were estimated at 0.5 and 0.63 gaps·ha⁻¹·year⁻¹ for both conditions, respectively. The SFC harbored 121 species belonging to 96 genera and 60 families. The families accounting for the higher species richness were Asteraceae, Leguminosae, Solanaceae, Liliaceae, Rubiaceae, Rosaceae and Malvaceae. These include shade-intolerant species whose occurrence is constant in the SFC. Tropical shrub and tree species, characteristic of the medium canopy in the mature forest, were the structurally more important species in the SFC. The estimated species density in the SFC (0.11 sp·m⁻²) was higher than that estimated for the mature forest (0.007 sp·m⁻²). A positive correlation was obtained between the ratio crown cover/area and the diversity indices estimated for the SFC. Results support the intermediate disturbance hypothesis regarding species diversity. Functional groups were obtained for 42 tree species: 1) species which are favored by severe disturbances and that only grow in clearcut abandoned sites; 2) species which can resist disturbances and that grow in SFC or clearcut abandoned sites; this group includes all the species that characterize, physiologically and structurally, the tropical mountain cloud forest of Tamaulipas; and 3) species that were only recorded in the SFC. These species are the more sensitive to environmental changes. Finally, results are compared with those obtained for other tropical and temperate communities.

Introducción

Los bosques mesófilos de montaña son uno de los ecosistemas de mayor complejidad por la naturaleza fitogeográfica de sus componentes florísticos. En su mayoría están constituidos por elementos de afinidad tropical y templada. En México, este tipo de vegetación cubre actualmente 17,659.2 km² (INE 1996), y es uno de los ecosistemas más amenazados, no sólo por su limitada cobertura geográfica, sino por su vulnerabilidad a disturbios naturales como son los huracanes e incendios, o bien debido a una combinación de éstos y de disturbios inducidos por actividades antrópicas (Arriaga 1994).

Al nivel mundial poco se conoce acerca de los procesos dinámicos de estos ecosistemas (Hamilton *et al.* 1995) y menos aún sobre los procesos de regeneración de estos bosques (Sosa y Puig 1987, Williams-Linera 1993), así como de su relación con los disturbios naturales (Sugden *et al.* 1985, Lawton y Putz 1988, Lawton 1990, Flores 1992, Cavelier 1995). Por ello, muchas de las interrogantes planteadas inicialmente para las comunidades tropicales y templadas acerca de los regímenes de perturbación y su efecto en los patrones de regeneración apenas se empiezan a abordar para este tipo de vegetación.

Algunas de estas preguntas son las siguientes: ¿Cómo es el régimen de disturbio en estas comunidades? ¿Cómo afecta la caída de árboles del dosel la estructura, dominancia y la diversidad de especies, comparativamente con el bosque maduro? ¿Cuál es la respuesta de las especies vegetales durante fases de regeneración intermedias a estas aperturas del dosel? ¿Se puede asociar esta respuesta con la afinidad fitogeográfica de sus componentes?

En el presente capítulo, se analizan de manera muy sintética los procesos de regeneración natural asociados a zonas perturbadas por la caída natural de árboles en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, utilizando la información contenida en Arriaga (1994).

Se presentan algunos parámetros comparativos entre comunidades tropicales y templadas sobre la producción de claros, tasas y

tiempos de recambio, así como sobre el tipo de formas de muerte de árboles del dosel para esta comunidad (Arriaga 1988a y 2000a).

También se presentan datos estructurales muy generales sobre sitios en fase de construcción de cerca de 20 años de edad (Arriaga 2000b) y se comparan estos datos con los obtenidos por Puig *et al.* (1987) para condiciones de madurez del bosque. Asimismo, se caracterizan gremios de especies en función de distintas condiciones ecológicas (*i.e.* bosque maduro, sitios en fase de construcción y acahuales), para este tipo de vegetación con base en los resultados obtenidos por Puig *et al.* (1987), Arriaga (1994) y Reyes y Breceda (1985), respectivamente. Finalmente, se discuten algunas consideraciones generales sobre los procesos de regeneración de este tipo de comunidades.

Sitio de estudio

El bosque mesófilo se encuentra ubicado entre los paralelos 23°12' y 23°03' N; 99°18' W. Esta comunidad se encuentra en la Sierra de Cucharas sobre una región montañosa de origen volcánico, en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, en donde se desarrolla a una altitud de 1,250 m, cubriendo aproximadamente 10,000 hectáreas de la Reserva de la Biosfera El Cielo. El clima de la región es tropical húmedo con una temperatura media mensual de 13°C y una precipitación media mensual de 252.2 mm (Puig y Bracho 1987). Regularmente, la región se ve afectada por los vientos alisios y por las masas de aire polar que producen los vientos fríos de invierno llamados localmente 'nortes'. La costa del estado de Tamaulipas tiene una alta incidencia anual de huracanes, que regularmente se forman durante el verano en el Golfo de México (Unisys Corporation 1998).

La vegetación de la región la han descrito varios autores como una mezcla de especies de afinidad tropical y templada (Miranda y Sharp 1950, Hernández *et al.* 1951, Sharp 1953, Rzedowski 1978, Lonard y Ross 1979), en donde las especies de afinidad templada dominan estructuralmente el dosel del bosque, pero las especies de afinidad tropical son las que abundan mayormente en los estratos bajos (Puig *et al.* 1987). Algunas de las especies arbóreas dominantes del dosel superior son *Liquidambar styraciflua* L., los encinos *Quercus sartorii* Liebm. y *Q. germana* Cham. et Schlecht., *Clethra pringlei* S. Wats., *Magnolia schiedeana* Schlecht., *Podocarpus reichei* Buch et Gray, y *Acer skutchii* Rehder.

Las especies dominantes del estrato arbustivo son *Eugenia capuli* (Schlecht. & Cham.) Berg, *Ternstroemia sylvatica* Schlecht. et Cham. y *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.

El estrato herbáceo se encuentra representado por varias especies de las familias Asteraceae, Malvaceae, Piperaceae y Poaceae (Puig *et al.* 1987).

Parcelas de muestreo

La zona de estudio se ubica sobre la vertiente oriental de la Sierra de Cucharas, en las cercanías del Rancho del Cielo. En esta zona se seleccionaron varios sitios tratando de incorporar un amplio rango de exposición al viento; aunque no se incluyó toda la variación de exposición topográfica que comprende la distribución de este tipo de vegetación en la Reserva. Los sitios de observación permanente abarcaron un total de seis hectáreas divididas en tres parcelas de 2 ha cada una. Una de estas parcelas se encuentra ubicada dentro de las laderas de un valle estrecho y cerrado, misma que se localiza de manera perpendicular al camino que va del Rancho del Cielo hacia Julilo, antes de la desviación del camino que conduce a La Mina; esta parcela se encuentra a una altitud de 1,200 m, con pendiente promedio de 25°, y en lo sucesivo la denominaré **Zona Protegida**. La segunda parcela se encuentra sobre una ladera, ubicada perpendicularmente al camino que va del Rancho del Cielo a Julilo, después de la desviación a San Pablo. Esta parcela también se encuentra a 1,200 m snm y presenta una pendiente promedio de 30°, para referirme a ella la designaré **Zona Intermedia**. La tercera y última parcela se localiza hacia el sureste de los terrenos que delimitan al Rancho del Cielo, sobre la cota altitudinal de los 1,100 m, y presenta una pendiente entre 35 y 40°; en lo sucesivo denotaré a esta parcela como **Zona Expuesta**.

Obtención de datos

En cada parcela se midieron los troncos postrados en el suelo con un diámetro basal de 3 cm, registrándose la siguiente información: especie del tronco y diámetro basal. Este último siempre se midió a 10 cm de la base para troncos y ramas.

Los tipos de muerte se registraron como árboles con raíces aflorando (ARA), árboles con la base rota (ABR), árboles muertos en pie (AMP), cortados (AC) y quemados (AQ); también se registraron en estos árboles evidencias de ataque de insectos.

Las caídas de árboles se registraron como sencillas o múltiples. En el caso de las múltiples, se registró el tipo de caída prevaleciente (*i.e.* el tronco más largo con el diámetro basal más grande que se encontraba colocado sobre el resto de los troncos). La abundancia del material muerto se agrupó con base en el diámetro, la especie y el tipo de muerte para obtener distribuciones de frecuencias para cada parcela. En el campo se hizo la distinción entre claros y sitios en fase de construcción (SFC). Los claros se definieron como las aperturas en el dosel de un año de edad, en tanto que los SFC se definieron como las aperturas en el dosel con más de un año de edad; ambos generados por la caída natural de uno o más árboles. El área de claros y SFC, se estimó considerando el concepto de claro expandido *sensu* Runkle (1982). Esta estimación sólo se hizo para las parcelas de la Zona Protegida y la Zona Intermedia. No se consideraron los sitios formados únicamente por la caída de ramas. Los datos estructurales se obtuvieron en 12 sitios en fase de construcción de cerca de 20 años de edad, seleccionados en función su área (45-150 m²) y del número de árboles que los formaron al caer (2 y 4 árboles); se escogieron con estas características ya que correspondían a las clases modales de las distribuciones de tamaño y de magnitud de daño presentados con mayor frecuencia en esta comunidad (Arriaga 1988a).

En cada sitio se censaron todos los individuos con excepción de briofitas y hongos, se determinaron las especies y su afinidad fitogeográfica, registrándose su forma de crecimiento y abundancia, también se les midió la altura y dos diámetros de cobertura perpendiculares con los que después se estimó el área de cobertura en función de una elipse. Con estos datos se obtuvieron los índices de diversidad (H') de Shannon-Wiener (Pielou 1977), la densidad de tallos y el cociente área de cobertura total de las especies/área del sitio (CC/A), el cual se estandarizó a 100 m². Se obtuvieron los coeficientes de correlación entre los H' y la densidad de tallos, y entre los H' y el CC/A para los 12 SFC. Asimismo, se obtuvieron la densidad, área de cobertura y altura (valor promedio y desviación estándar) por especie. En este capítulo sólo se presentan los datos para las 35 especies de mayor importancia estructural (para mayor detalle consultar Arriaga 2000b). La obtención de grupos o gremios ecológicos de especies se obtuvo comparando la composición de especies registradas en: 1) doce SFC de cerca de 20 años

de edad (Arriaga 2000b), 2) ocho acahuales de edades comprendidas entre 1 y 12 años (Reyes y Breceda 1985), y 3) nueve parcelas de bosque maduro analizadas por Puig *et al.* (1987). Debido a las diferentes metodologías de muestreo que se emplearon para caracterizar la vegetación de estos sitios sólo se pudo trabajar con datos binarios sobre la presencia y ausencia de las especies registradas bajo las tres condiciones (29 sitios). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP, Statística 1995) considerando una matriz de presencia-ausencia únicamente para las especies arbóreas (42 especies), excluyéndose las especies raras, *i.e.* aquellas que se presentaron en uno o dos sitios solamente. Posteriormente, se caracterizaron las estructuras reproductivas y el tipo de fruto de las especies presentes en los sitios, los que se verificaron por medio de los ejemplares de herbario y de acuerdo con la información bibliográfica disponible (Standley 1920-1926, Martínez 1979, Walters y Keil 1988, Puig 1993). También se incluyeron algunas características del ciclo de vida de las especies como: estrategia de regeneración, prevalencia del tipo de reproducción, síndrome de dispersión *sensu* Van der Pijl (1969), forma de crecimiento y principales depredadores. Éstas se recopilaron bibliográficamente a partir de diversos estudios realizados para esta comunidad (Sosa y Puig 1987, Lara-Villalón 1989, Ponce de León 1989 y Williams-Linera 1993).

Tipos de muerte y dinámica de claros

Los disturbios naturales son de gran relevancia en el bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, ya que se encontraron un total de 545 troncos y 134 ramas en el suelo en las 6 ha analizadas. De acuerdo con los tipos de muerte de los troncos, el 48.3% fueron árboles con las raíces aflorando, 37.6% árboles muertos con la base rota, 11.4% muertos en pie, en tanto que el 1.8% fueron tocones cortados y el 9% árboles quemados (**Cuadro 1**).

La zona con el mayor número de árboles muertos fue la Zona Expuesta (262 árboles en 2 ha), en tanto que en las otras dos zonas, Protegida e Intermedia, se registraron 169 y 114 árboles muertos en 2 ha, respectivamente. Las diferencias en cuanto a los tipos de muerte para cada zona se presentan en las tres zonas, los tipos de muerte prevalecientes son los árboles con las raíces aflorando y con la base rota. El alto porcentaje de estos tipos de muerte apoya la hipótesis de que las principales causas de mortalidad de los árboles del dosel se deben a factores exógenos producto de la alta actividad ciclónica que se reporta para la

Cuadro 1. Tipos de caída de árboles del dosel para distintas comunidades boscosas, incluido el bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Los valores son porcentuales.

Tipo de Comunidad	Raíces aflorando	Base rota	Muertos en pie	Cortados	Otras causas	Referencia
Bosque Tropical Húmedo Isla de Barro Colorado Panamá ^{1,2}	17	60	14	--	9	
	25	75	--	--	--	¹ Putz y Milton (1982) ² Putz et al. (1983)
Bosque Mesófilo <i>Liquidambar, Quercus</i> Tamaulipas, México	48.3	37.6	11.4	1.8	--	Arriaga (1988a)
Bosque Templado <i>Tsuga, Acer, Fagus</i> Montes Apalaches, E.U.A.	19	59	10	--	13	Runkle (1982)
Bosque Templado <i>Fagus, Magnolia</i> Texas, E.U.A.	--	21	77	--	2	Harcombe yMarks (1983)
Bosque Templado <i>Tilia, Carpinus, Pinus,</i> <i>Quercus</i> Bialowieza, Polonia	50.8	8.4	40	--	0.8	Falinski (1978)
Bosque Templado <i>Quercus, Pinus</i> Baja California Sur, México	20.5	39.5	26.4	0.9	12.7	Arriaga (1988b)

zona. A pesar de la proximidad de las zonas, la Zona Expuesta presenta un paisaje contrastante con las otras dos, ya que por un lado, su relieve es más accidentado con una mayor pendiente y pedregosidad.

Por otro lado, difiere fisonómicamente de las otras zonas por no presentar un dosel superior continuo y cerrado debido a la poca abundancia de árboles en pie con diámetros grandes, así como por la gran cantidad de árboles y ramas postrados en el suelo. La Zona Protegida es la que presenta el mayor número de árboles muertos en pie, comparativamente con las otras dos zonas. A este respecto es importante resaltar que en todas las zonas se encontraron árboles muertos en pie de bajos diámetros, lo cual se esperaría que ocurriera con mayor frecuencia para las categorías diamétricas mayores. La gran proporción de árboles muertos en pie se ha asociado con la incidencia de una infestación diferencial de insectos *Pantophthalmus roseni* (Enderlein) (Diptera: Pantophthalmidae) que se presenta mayormente en los encinos de la localidad (Arriaga 2000a). La creación de claros se observó durante un período de dos años, estimándose con estos datos la tasa anual de producción de claros, así como el tiempo de recambio del bosque *sensu* Hartshorn (1978).

En el **Cuadro 2**, se muestran los resultados para las Zonas Protegida e Intermedia. No se incluyó la Zona Expuesta ya que la gran cantidad de árboles muertos y la falta de un dosel continuo no permite diferenciar los límites de los claros en esta zona. En este cuadro se especifica una diferencia entre la producción natural y la producción total de los claros, ello se debe a que los habitantes de la región crearon un claro "artificial" derribando un encino y provocando así una caída múltiple de cuatro árboles en total, por esta razón la columna referente a la producción total de claros incluye los naturales más el inducido por la actividad humana. Para las Zonas Protegida e Intermedia del bosque mesófilo, los tiempos de recambio o de reposición se estimaron en 157.5 años por disturbios naturales y en 90 años considerando causas conjuntas (disturbios naturales más los inducidos por el hombre, ver **Cuadro 2**). La tasa de caída de árboles se estimó en 0.75 árboles ha⁻¹ año⁻¹ y en 1.25 árboles ha⁻¹ año⁻¹ por causas naturales y conjuntas, respectivamente. Ello da como resultado un área promedio del 1.27% del bosque que se perturba cada dos años por causas naturales y del 2.22% por causas conjuntas (caídas naturales más las inducidas por el hombre), cuyos valores promedio por año son 0.635 % ha⁻¹ y 1.11 % ha⁻¹, respectivamente (Arriaga 1994).

Cuadro 2. Algunos parámetros sobre la producción de claros y tiempos de recambio para algunas comunidades tropicales y templadas. Las definiciones del claro utilizadas por cada autor se indican en la parte inferior del cuadro.

PAIS	Latitud	Tipo de veget	Tiempo Años	Area (Ha)	No. de claros	Producción de Claros (ha/año)	Áreas claros (m ²)	Tasa recambio %área/año	Tiempo de recambio años	Edad de los claros años	Referencia
África occidental	0°31' N	Bosque tropical perennifolio	5	35	111	0.63	-	-	60	≤5	Florence (1981)
Gabón Makokou											
Guyana Francesa Piste st. Elie	5° 18' N	Bosque tropical perennifolio	1	21.5	16	0.74	2377	-	90.5	≤1	Riera (1986) ¹
Panamá Barro Colorado: Bosque joven	8° 45' N	Bosque tropical perennifolio	3.17	14.6	45	0.97	-	0.63	159	≤3	Brokaw (1982) ²
Bosque maduro	3.17			13.4	43	1.01	-	0.88	114		
Costa Rica Monteverde	10° 12' N	"Elfin Forest"	3	5.2	88	4 a 5	-	0.8-1.4	95	≤3	Lawton y Putz (1988) ³
La selva: Sitio Plano	10° 25' N	Bosque tropical perennifolio	6	4	29	1.21	3,017	1.26	80	≤6	Hartshorn (1978) ⁴
Sitio pantanoso	5		2	7	0.7	837	0.84	119	≤5		
Sitio en rodadero	5		2	13	1.3	723	0.72	138	≤5		
Sitio inclinado	5		4	17	0.85	1,483	0.74	135	≤5		
México Veracruz:	18° 36' N	Bosque tropical perennifolio	1	5	8	1.6	-	-	-	≤1	Torquebiau (1981)
Los Tuxtlas	<1		1.8	-	3.3	-	4.17	24	≤1	Mtez.Ramos (1985) ²	
Borde de selva	4		5	43	2.15	-	-	-	≤1		
			70*	5	-	-	-	<1-<10	47±45	≤1	Mtez.Ramos et al. (1988) ²

			3	1	-	-	0.73	138	≤4		Bongers et al. (1988) ⁵
Tamaulipas Reserva el Cielo	23° 12' N	Bosque mesófilo de Montaña	2	4	4	Nat. 0.5	508	0.635	157.5	≤ 2	Presente trabajo ⁶
					5	Tot. 0.63	588	1.11	90		
E.U.A. Carolina del Norte		Bosque templado caducifolio	-	-	666	-	-	0.5-2	50-200	≤1	Runkle (1982) ⁷
y Tenesse Great smoky Mountain (1989) ⁸								media 1	100		
Porcupine		Michigan Bosque templado caducifolio	130*	35	-	-	-	<0.4	<250	1	Barden
								0.57-0.69	145-175	≤1	Frelich y Lorimer (1991) ⁹
Mountains Sylvania y Huron Mountains New Hampshire	44° 13' N	Bosque subalpino	100	667	132	-	220.11 ha	-	303	≤1	Foster y Reiner (1986) ¹⁰
Suecia Fiby Urskog	59° 53' N	Bosque templado de coníferas	6 m	0.8	27	-	2,274	0.3/6 meses	170-228	≤1	Qinghong y Hytteborn (1991) ¹¹

NOTA: * = Claros fechados

Definición del claro:

1. Liberación de un biovolumen en el que es posible la regeneración, sitio en donde se presenta un árbol en el suelo.
2. Hueco en el dosel que se extiende hasta 2 m del piso forestal, área mínima > 20 m².
3. Área abierta por ramas y/o árboles postrados y en pie, con una regeneración cuya altura es > 3 m y < del 50% de la altura de los árboles adyacentes al claro, área mínima > 4 m².
4. Abertura en el dosel.
5. Definido como en el punto 2, pero el área mínima > 10 m².
6. Claro expandido definido por Runkle (1982).
7. Claros del dosel: área bajo la abertura en el dosel producida por la caída de ramas y/o árboles, con una regeneración que cierra el dosel entre 10 y 20 m, árboles formadores de claros > 25 cm DAP. Claro expandido: lo mismo más el área incluida por debajo de los árboles adyacentes a la abertura del dosel, medidos en pasos.
8. Claro del dosel definido por Runkle (1982), pero regeneración que cierra el dosel entre 18 y 30 m, árboles formadores de claros @ 50 cm DAP, mapeados.
9. Análisis dendrocronológicos, datos de acceso al dosel y fracción del área dominada por especies pioneras.
10. Claros: sitios en donde se registran árboles muertos < 1 ha. Parches: sitios con árboles muertos @?? ha, mapeados.
11. Sitio en donde ocurrió 1 o varias caídas de árboles con un DAP @?20 cm, regeneración < a 2/3 de la altura promedio del dosel.

Parámetros estructurales de la comunidad y diversidad

Las especies que se registraron en los SFC son muy numerosas a pesar de que el área total comprendida por éstos no fue muy extensa (1,125 m²). Se determinaron 121 especies de plantas vasculares agrupadas en 96 géneros pertenecientes a 60 familias, excluyendo a siete especies que no se pudieron determinar por falta de estructuras reproductivas.

Las familias con una mayor riqueza de especies fueron las Asteraceae, Leguminosae, Solanaceae, Liliaceae, Rubiaceae, Rosaceae y Malvaceae, las cuales están constituidas por especies típicamente heliófilas cuya presencia en los SFC es constante y mayor que en el bosque maduro. En cuanto a su afinidad geográfica, los géneros más abundantes fueron los tropicales (59), seguidos de los géneros con distribución cosmopolita (14), templada (13), de distribución amplia (presentes en zonas templadas y tropicales, 9) y uno no determinado. Algunos de los géneros tropicales que constituyen los componentes arbóreo y arbustivo de los SFC son: *Clethra*, *Meliosma*, *Turpinia*, *Eugenia*, *Ternstroemia* y *Myrsine*. Los géneros cosmopolitas más importantes registrados en los SFC fueron *Senecio* y *Eupatorium*. La lista de especies y los detalles sobre la composición florística de estos sitios se pueden consultar en Arriaga (1994 y 2000b).

Con relación a la abundancia de individuos, se registraron un total de 9,574 individuos, siendo la forma de crecimiento más abundante la de las herbáceas, que llegan a constituir hasta el 50% del total de individuos. Algunas de las especies de hierbas más abundantes son *Commelina diffusa*, *Gibasis schiedeana*, *Peperomia rotundifolia*, *Pilea pubescens* y *Hoffmania excelsa*. La segunda forma de crecimiento más abundante fue la de los arbustos (27%), representados mayormente por la familia Asteraceae, en particular por varias especies de los géneros *Eupatorium* y *Senecio*, siendo especialmente abundantes *E. nubigenum*, *E. schultzii* y *S. lanicaulis*. También son muy abundantes las especies arbustivas de talla arborescente características del dosel medio en el bosque maduro, como son *Eugenia capuli*, *Ternstroemia sylvatica*, *Psychotria graciliflora* y *Myrsine coriacea*. Los árboles constituyen el 12% del total de individuos, siendo *Clethra pringlei*, *Quercus sartorii*, *Q. germana* y *Cercis canadensis* las especies que reportan mayor abundancia. Las trepadoras son un grupo casi tan abundante como

los árboles (11%) aunque la diversidad de éstas no es tan alta. *Oyedaea ovalifolia* es la especie más notoria y también se encuentran algunas especies de los géneros *Smilax* y *Serjania*. En el Cuadro 3 se presentan algunos datos estructurales para las 35 especies de mayor importancia registradas en los SFC. De acuerdo con éste se puede observar que las especies arbustivas y arbóreas del dosel medio del bosque maduro, tales como *Eugenia capuli*, *Ternstroemia sylvatica*, *Turpinia occidentalis*, *Clethra pringlei* y *Meliosma oaxacana*, así como los arbustos estrictamente heliófilos, como *Senecio lanicaulis* y *Eupatorium nubigenum*, son los que presentan los mayores valores de cobertura y densidad. Es notable que todas estas especies son de afinidad tropical o cosmopolita, en tanto que las especies de afinidad templada y dominantes del dosel superior en el bosque maduro, como *Quercus sartorii*, *Podocarpus reichei*, *Q. germana* y *Cercis canadensis*, tienen un valor estructural menor en los SFC que las especies de afinidad tropical. Por otro lado, resalta lo homogéneo de los datos en cuanto a la altura promedio de los individuos registrados en los SFC (Cuadro 3). La gran mayoría de las especies, con excepción de las herbáceas, presentan tallas muy bajas que oscilan para los arbustos, entre 0.4 y 1.8 m, y para los árboles, entre 0.6 y 2.6 m, ambas formas de crecimiento presentan altas desviaciones estándar.

Las especies que se encuentran creciendo a densidades más altas son nuevamente especies de afinidad tropical como *Myrsine coriacea*, *Psychotria graciliflora*, *S. lanicaulis* y *E. capuli* y solamente una especie templada de las dominantes estructurales del dosel, *Q. sartorii*. Las especies que presentan valores contrastantes con lo anterior son *Liquidambar styraciflua* y *Cedrela odorata*, ya que presentan los valores más altos de altura promedio y sus densidades registradas fueron sumamente bajas (0.01 individuos m⁻²), a pesar de que *L. styraciflua* es una especie heliófila y también característica del dosel superior del bosque maduro. Estos resultados (Cuadro 3) hacen suponer que la regeneración de avance de las especies arbóreas y arbustivas del dosel medio del bosque mesófilo son las que se ven favorecidas con el régimen de disturbio de esta comunidad.

La densidad de especies (Magurran 1988) para los SFC se estimó en 0.11 sp m⁻², en tanto que este valor fue mucho más bajo para el bosque maduro 0.007 sp m⁻². Los índices de diversidad estimados para los 12 SFC varían entre 0.87 y 1.34.

Cuadro 3. Algunos datos para 35 especies de mayor importancia estructural registradas en sitios en fase de construcción del bosque mesófilo de Tamaulipas. Se incluye la afinidad fitogeográfica de acuerdo con Willis (1985) y Puig (1989).

Especie	Afinidad fitogeográfica	Forma de crecimiento	Densidad (ind m ⁻²)	Cobertura Total por especie m ²	Altura promedio (m)
<i>Eugenia capuli</i>	Tropical	Arbusto	2.68	200.14	1.1 ± 1.0
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	Tropical	Arbusto	0.67	106.46	1.8 ± 1.7
<i>Turpinia occidentalis</i>	Tropical	Árbol	0.94	101.10	2.3 ± 1.6
<i>Senecio lanicaulis</i>	Cosmopolita	Arbusto	3.53	84.40	1.5 ± 1.0
<i>Eupatorium nubigenum</i>	Cosmopolita	Arbusto	1.41	83.50	1.5 ± 1.1
<i>Meliosma oaxacana</i>	Tropical	Árbol	0.20	81.33	1.5 ± 1.8
<i>Clethra pringlei</i>	Tropical	Árbol	0.62	79.24	1.0 ± 2.1
<i>Quercus sartorii</i>	Templada	Árbol	2.87	74.35	0.6 ± 1.0
<i>Podocarpus reichei</i>	Templada	Árbol	0.15	69.29	2.5 ± 2.3
<i>Myrsine coriacea</i>	Tropical	Arbusto	5.34	68.91	0.6 ± 1.2
<i>Rhamnus carolineana</i>	Cosmopolita	Árbol	0.48	64.05	2.0 ± 1.9
<i>Gibasis schiedeana</i>	Amplia	Hierba	12.29	57.81	0.3 ± 0.2
<i>Quercus germana</i>	Templada	Árbol	1.07	40.36	0.7 ± 0.9
<i>Eupatorium schultzii</i>	Cosmopolita	Arbusto	1.74	30.13	0.6 ± 0.5
<i>Cercis canadensis</i>	Templada	Árbol	0.51	27.69	1.5 ± 1.4
<i>Wimmeria concolor</i>	Tropical	Árbol	0.19	24.98	1.8 ± 1.7
<i>Oyedaea ovalifolia</i>	Tropical	Trepadora	1.94	21.64	1.0 ± 1.3
<i>Acacia angustissima</i>	Tropical	Árbol	0.20	18.60	2.1 ± 2.9
<i>Nectandra sanguinea</i>	Tropical	Árbol	0.73	17.26	1.1 ± 1.5
<i>Psychotria gracilliflora</i>	Tropical	Arbusto	4.62	14.31	0.4 ± 0.3
<i>Berberis gracilis</i>	Templada	Arbusto	0.03	13.82	1.1 ± 1.9
<i>Eupatorium tamaulipanum</i>	Cosmopolita	Arbusto	0.20	12.91	1.4 ± 0.9
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tropical	Arbusto	0.02	10.87	1.5 ± 2.7
<i>Hoffmania excelsa</i>	Tropical	Hierba	3.26	8.83	0.3 ± 0.1
<i>Zanthoxylum pringlei</i>	Amplia	Árbol	0.03	8.15	2.6 ± 2.6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Templada	Árbol	0.01	7.07	4.6 ± 4.1
<i>Cedrela odorata</i>	Tropical	Árbol	0.01	6.66	3.3 ± 1.8
<i>Pilea pubescens</i>	Tropical	Hierba	2.45	6.09	0.2 ± 0.1
<i>Carya ovata</i>	Templada	Árbol	0.04	5.88	2.7 ± 2.5
<i>Cnidocolus multilobus</i>	Tropical	Arbusto	0.06	3.55	2.4 ± 1.5
<i>Ilex concolor</i>	Cosmopolita	Árbol	0.10	3.28	0.9 ± 0.8
<i>Rhynchospora aristata</i>	Cosmopolita	Hierba	0.08	2.87	0.3 ± 0.1
Desconocida A	no determinada	Arbusto	0.01	1.26	0.6 ± 0.6
<i>Peperomia rotundifolia</i>	Tropical	Hierba	3.22	1.10	0.2 ± 0.1
<i>Pavonia spiniflex</i>	Tropical	Hierba	1.14	0.99	0.3 ± 0.1

Estos índices se correlacionaron con la densidad total de tallos y con el cociente cobertura total/área del sitio para los SFC; los resultados se presentan en la Fig. 1. En ambos casos, se observan correlaciones positivas. A pesar de que la tendencia sugiere que a mayor densidad de individuos se incrementan los índices de diversidad (Fig. 1), la correlación entre ambas variables fue muy baja y no significativa ($r = 0.22$). Para el cociente cobertura/área (Fig. 1) se obtuvo una correlación significativa ($r = 0.54$; $P < 0.05$), por lo que se puede decir que a medida que la cobertura de los SFC se incrementa por encima del área perturbada, se incrementan los índices de diversidad. Esto sugiere que a medida que se cicatriza el dosel del bosque, se incrementa la diversidad de especies.

Gremios o grupos ecológicos de especies

La definición de grupos ecológicos de especies en función de distintas condiciones ecológicas (acahuales, SFC y bosque maduro), se obtuvo con base en los resultados del ACP que se hizo para la matriz de presencia-ausencia de las 42 especies arbóreas.

En la Fig. 2 se presenta la relación entre los dos primeros componentes, derivados del ACP y que explican el 49.5% del total de la varianza. En esta gráfica, se puede apreciar una transición en cuanto a la composición florística de los 29 sitios, va desde el extremo superior derecho, en donde se encuentran los acahuales, hasta el extremo inferior de la derecha, en donde se encuentran las parcelas del bosque; los SFC son intermedios en este gradiente.

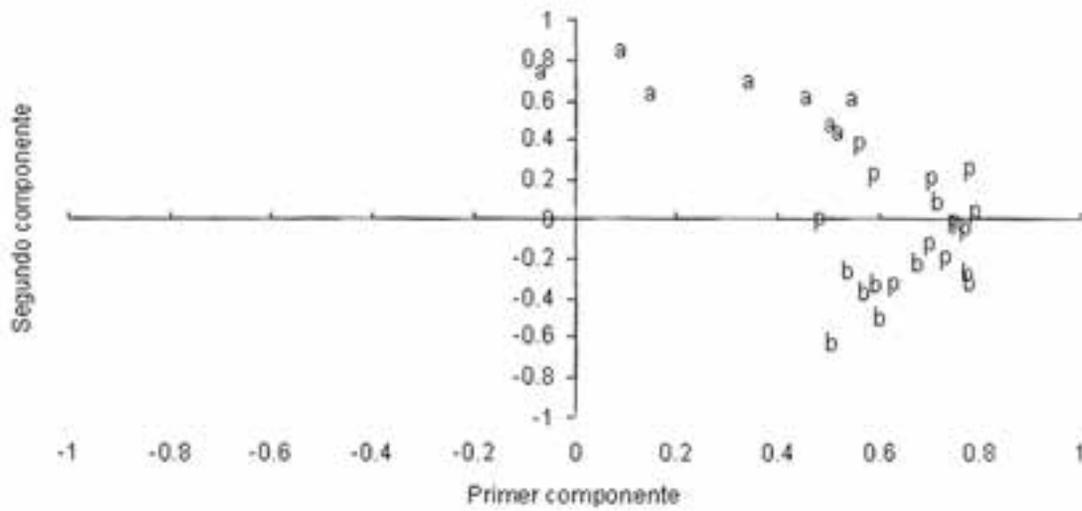


Figura 1. Correlaciones entre cobertura y área.

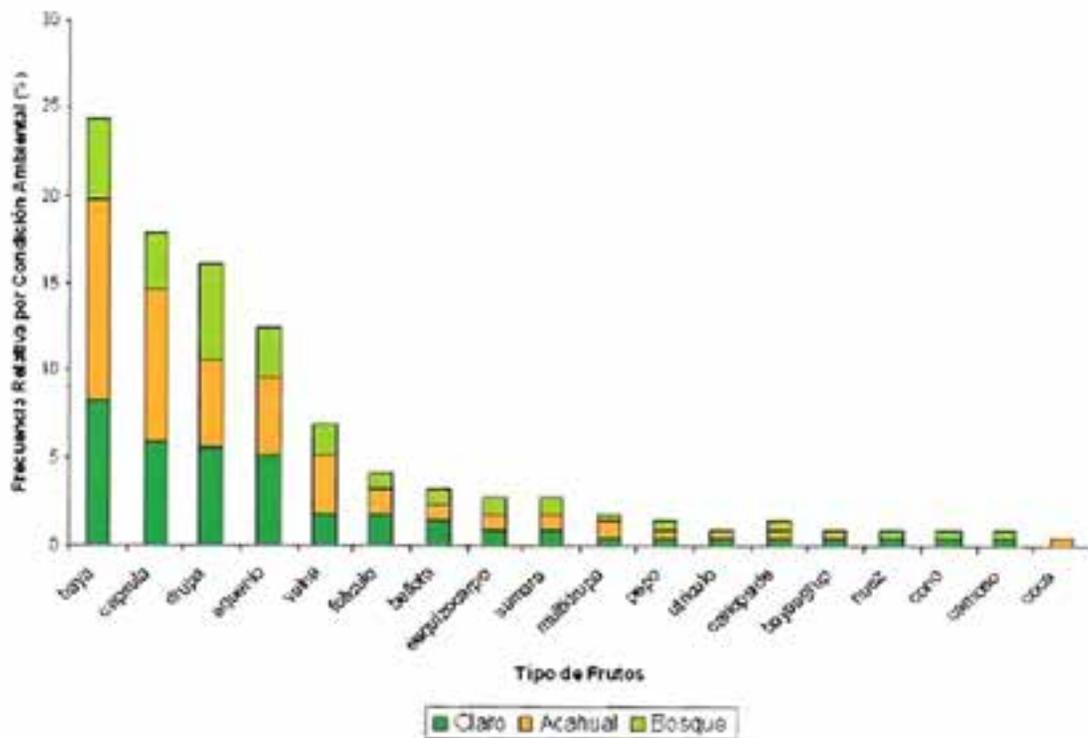


Figura 2. Definición de grupos ecológicos de especies en función de distintas condiciones ecológicas (acahuales, SFC y bosque maduro).

Esta gradación en la composición de especies arbóreas sugiere que existen grupos ecológicos de especies que están adaptados a cada una de estas condiciones del hábitat. Con base en estos resultados se caracterizaron las especies comprendidas en estos grupos. En el **Cuadro 4**, se presenta una síntesis de algunas características del ciclo de vida de las especies arbóreas comprendidas en el análisis. En éste se incluye su principal estrategia de regeneración (banco de semillas, banco de plántulas, regeneración vegetativa), el tipo de fruto, síndrome de dispersión, así como principales depredadores, de acuerdo con la información bibliográfica disponible.

Componentes del Régimen de Perturbación

Varios autores han tratado de diferenciar si son los factores físicos y/o los biológicos los que producen la muerte de los árboles, analizando las frecuencias relativas de los tipos de muerte para diferentes comunidades boscosas (**Cuadro 1**). Estos autores coinciden en que los bosques que presentan altos porcentajes de árboles desarraigados son comunidades en donde las principales perturbaciones se deben a la acción de ciclones y huracanes. El alto porcentaje de árboles con raíces aflorando (**Cuadro 1**) que se presentan en el bosque mesófilo de montaña sugiere que los tipos de muerte están relacionados con la influencia de los factores físicos. En particular, la alta exposición al viento y a los ciclones tropicales seguramente establecen la alta mortalidad de árboles del dosel dentro de la comunidad. Las ráfagas de vientos máximos que se han registrado para la zona (Unisis Corporation 1998) y particularmente el ciclón Inés, que entró a tierra con ráfagas de viento hasta de 230 km hr⁻¹, provocó una alta mortalidad de árboles en Tamaulipas durante el periodo de análisis comprendido en este estudio (Arriaga 2000a). Se observó que la caída natural de árboles no ocurre homogéneamente en los sitios analizados. En la Zona Expuesta la caída de árboles es mayor que en las otras dos zonas. Estos resultados se deben a que este sitio se encuentra sobre la vertiente más oriental de la Sierra de Cucharas, casi en la cima, la cual recibe la influencia directa de los vientos alisios que prevalecen durante todo el año, así como de los vientos fríos de invierno, "nortes", y representa el frente de choque de los desplazamientos ciclónicos que en esta región son altamente frecuentes (Unisis Corporation 1998).

Asimismo, la Zona Expuesta es la que presenta el relieve con mayor pendiente y pedregosidad y un dosel muy abierto, resultados que conjuntamente determinan una fisonomía contrastante con la de las otras dos zonas. Las Zonas Protegida e Intermedia presentan un dosel continuo y cerrado, mismo que se fragmenta con la caída natural de árboles. En las tres zonas se registra una alta incidencia de árboles muertos en pie, incluso para categorías de diámetros bajas.

Esto sugiere que la presencia de la infestación diferencial de los dípteros reportados por Flores-Lara y Sánchez-Ramos (1989), pudiera ser la causa de su muerte. Estos autores reportan que las larvas de este insecto se desarrollan únicamente sobre las especies de encino, encontrando que alrededor del 42% de los individuos en pie de *Q. sartorii* estaban infestados, en comparación con tan sólo el 4% de los individuos de *Q. germana* infestados. Por otro lado, Arriaga (2000a) encontró una correlación entre los tipos de muerte y las especies del bosque mesófilo. El tipo de muerte en pie y la especie *Q. sartorii*, se encontraron asociadas significativamente, por lo que probablemente el daño producido por este insecto está debilitando a esta especie al extremo de promover subsecuentemente su muerte.

Con respecto a la dinámica de apertura de claros, ésta al ser un proceso dependiente del tiempo requiere de un largo periodo de observaciones en el campo y de áreas grandes para que las estimaciones sean confiables. Por otro lado, la variedad de definiciones sobre el concepto de claro hace difícil que se establezcan comparaciones entre las distintas comunidades (**Cuadro 2**). A pesar de ello, Runkle (1985, 1989) establece que la tasa promedio de disturbio en los bosques por la caída natural de árboles muestra pocas variaciones entre sistemas tropicales y templados. Este autor indica que las tasas de recambio para bosques tropicales y templados se encuentran entre 0.5 y 2% del área año⁻¹, dando como resultado tiempos de recambio comprendidos entre los 50 y 200 años, aproximadamente. El rango que presenta este autor es bastante amplio, sin embargo si se comparan algunos de los parámetros relacionados con la producción de claros y los tiempos de recambio para algunas comunidades tropicales y templadas (**Cuadro 2**), se puede observar que este rango es aún mayor que el propuesto por Runkle (1982, 1989). Es difícil contrastar inequívocamente estos resultados con una información generada con tantas variantes, la tendencia general de acuerdo con los datos presentados en el **Cuadro 2**, parece

Cuadro 4. Algunas características del ciclo de vida de las principales especies arbóreas del bmm. Se incluye la estrategia de regeneración de especies: Banco de semillas (BS), banco de plántulas (BP), regeneración vegetativa (RV) de tallos (T) y de raíces (R); el tipo de fruto, el síndrome de dispersión y principales depredadores: A, aves; I, insectos; R, roedores. Fuentes bibliográficas: 1. Sosa y Puig (1987), 2. Williams-Linera (1993), 3. Lara-Villalón (1989), 4. Ponce de León (1989), 5. Martínez-Ramos (1985), 6. Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes (1985).

Condición Ecológica y Grupo de Especies	Estrategia de regeneración	Tipo de fruto	Síndrome de dispersión	Principales depredadores
BOSQUE				
<i>Diospyros riojae</i>		Baya		
<i>Harpalyce arborescens</i>		Vaina		
<i>Prunus</i> sp.		Drupa	Zoócora	P
BOSQUE Y FASE DE CONSTRUCCIÓN)				
<i>Acer skutchii</i>	BP,BS ¹	Esquizocarpo	Anemócora ¹	R,I ¹
<i>Carya ovata</i>	RV	Nuez	Barócora,	P
<i>Ilex discolor</i>	RV (R) ¹	Drupa	zoócora	
<i>Magnolia schiedeana</i>	RV	Folículo	Zoócora	
<i>Meliosma alba</i>	BP ¹	agregado	zoócora	A, I, R ¹ , I ³
<i>Podocarpus reichei</i>		Drupa		
		Carnoso		
BOSQUE, FASE DE CONSTRUCCIÓN Y ACAHUALES				
<i>Acacia angustissima</i>		Vaina		P
<i>Cercis canadensis</i>	RV,BS ²	Vaina		P
<i>Chione mexicana</i>	BS ⁴	Cápsula	Zoócora ⁴	
<i>Clethra pringlei</i>	RV (T) ¹ , BS	Cápsula	Anemócora	
<i>Eugenia capuli</i>	RV,BS ¹	Drupa	Zoócora	A, I, R ¹
<i>Liquidambar styraciflua</i>	RV (R) ¹ , BS ¹	Cápsula	Anemócora ^{1,4}	I ³
<i>Meliosma oaxacana</i>	BP, RV, BS ¹	Drupa		A, I, R ¹
<i>Nectandra sanguinea</i>	BP ¹	Drupa	Barócora ¹	I, R ¹
<i>Phoebe bourgeauviana</i>		Drupa	Barócora	
<i>Prunus serotina</i>		Drupa	Zoócora	
<i>Psychotria gracilliflora</i>		Drupa	Zoócora	
<i>Quercus germana</i>	RV, BP ¹ , BS ⁴	Nuez	Barócora, zoócora ⁴	R, I ¹ , I ³
<i>Quercus sartorii</i>	RV, BP ¹ , BS ⁴	Nuez	Barócora, zoócora ⁴	R, I ¹ , I ³
<i>Myrsine coriacea</i>	BP ¹ , BS ²	Drupa		
<i>Rhamnus carolineana</i>	BP ¹	Drupa		A, I, R ¹
<i>Sapindus saponaria</i>		Baya	No aparente	
<i>Ternstroemia sylvatica</i>	RV	Cápsula	No aparente	
<i>Turpinia occidentalis</i>	RV, BP, BS ^{1,4,6}	Cápsula		A, I, R ¹
<i>Wimmeria concolor</i>		Sámara	Anemócora	
<i>Zanthoxylum pringlei</i>	BS ²	Folículo	No aparente	
BOSQUE Y ACAHUALES				
<i>Bernardia interrupta</i>		Cápsula		
<i>Dendropanax arboreus</i>		Baya	Zoócora ⁵	
<i>Morus celtidifolia</i>		Multidrupa	Zoócora	
FASE DE CONSTRUCCIÓN				
<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	BS ²	Cápsula	Anemócora ⁵	
<i>Nectandra</i> sp.		Drupa	Barócora	
<i>Quercus rysophylla</i>		Nuez	Barócora, zoócora	P
FASE DE CONSTRUCCIÓN Y ACAHUALES				
<i>Annona globiflora</i>		Baya agrupada	Zoócora	
<i>Rubus</i> sp.	BS ^{2,4}	Multidrupa	Zoócora ⁴	
<i>Trichilia havanensis</i>		Cápsula	Zoócora	
<i>Xylosma panamense</i>		Baya	No aparente	
ACAHUALES				
<i>Lonchocarpus rugosus</i>		Vaina		
<i>Robinsonella</i> sp.		Esquizocarpo	Zoócora	
<i>Trema micrantha</i>	BS ^{1,4,6}	Drupa	Zoócora ⁵	

indicar que las tasas de recambio son más altas para las comunidades tropicales en comparación con las templadas; por lo mismo, el tiempo de recambio es menor en las comunidades tropicales que en las templadas. En este sentido, las Zonas Protegida e Intermedia del bosque mesófilo presentan un comportamiento intermedio entre éstas.

Parámetros estructurales y diversidad en sitios en fase de construcción

Los mecanismos que determinan la regeneración en los SFC del bosque mesófilo son múltiples y difícilmente se pueden establecer patrones generales debido a la gran heterogeneidad ambiental que existe tanto dentro como entre sitios, así como por las diferencias existentes en la biología de las especies y en las características de su historia de vida. Los cambios más evidentes, al interior de los claros después de la apertura del dosel por la caída natural de uno o más árboles, son los cambios en la estructura y en la composición de especies. El patrón más general que se ha descrito en la literatura al respecto de la regeneración en los SFC, es que una vez que las especies han alcanzado su máxima densidad, se inicia una fase de crecimiento muy activo en las especies arbóreas, presentándose subsecuentemente un autoaclareo de sus poblaciones (Nakashizuka 1984, Runkle 1985, Yetter y Runkle 1985). Aunque el crecimiento no se registró periódicamente en los SFC, se pueden inferir algunos patrones a partir del análisis de los parámetros estructurales y de la diversidad de estos sitios. Con relación a la estructura vertical, se observa que ésta es muy distinta a la que se describe para el bosque maduro en donde se distinguen varios estratos arbóreos y arbustivos (Puig *et al.* 1983). En los SFC, la estructura de tamaños es relativamente simple; todos estos sitios se caracterizan por presentar una gran abundancia de individuos con tallas pequeñas y no existen más que 2 estratos bien diferenciados, el herbáceo y el constituido por los componentes arbustivo y arbóreo (**Cuadro 3**). La sobreposición de los componentes arbustivos y arbóreos en un solo estrato sugiere que los procesos de autoaclareo aún no se inician, ya que aún se muestran incrementos en la diversidad de especies de los SFC. Esto último se aprecia en las correlaciones positivas entre los índices de diversidad y el cociente cobertura/área (**Fig. 1**).

En los SFC, el proceso de regeneración al parecer depende de las especies de los arbustos y árboles que ya se encontraban en el sotobosque creciendo como plántulas o individuos suprimidos,

antes de que ocurriera la formación del claro. Esta hipótesis sugiere que el régimen de disturbio favorece a las especies del dosel medio del bosque tales como: *Eugenia capuli*, *Ternstroemia sylvatica*, *Turpinia occidentalis*, *Meliosma oaxacana*, *Myrsine coriacea*, *Podocarpus reichei* y la especie arbórea emergente *Clethra pringlei* (**Cuadro 3**). Todas estas especies son de afinidad tropical, por lo que probablemente su afinidad fitogeográfica les confiere una mayor capacidad de respuesta para crecer cuando se abre un claro en el dosel del bosque, comparativamente con las especies de afinidad templada, que presentan un crecimiento estacional (Runkle 1989). Otros resultados obtenidos para la zona apoyan la hipótesis que aquí planteo, en torno a que son las plántulas y la regeneración de avance los componentes que prevalecen en la regeneración de esta comunidad boscosa. Sosa y Puig (1987) encontraron que algunas de las especies arbóreas previamente mencionadas, *Turpinia occidentalis*, *Meliosma oaxacana*, *Podocarpus reichei* y algunas otras especies como *Quercus sartorii*, *Q. germana* y *Rhamnus carolineana*, presentan una estrategia de regeneración a través de un banco persistente de plántulas, resultado de una producción anual de semillas muy variable. Este resultado también es consistente con los resultados obtenidos por Williams-Linera (1993) para esta comunidad; quien al analizar el banco de semillas del bosque maduro encontró que la composición florística del banco de semillas no reflejaba en su composición a las especies arbóreas de la vegetación en pie. Solamente el 7.7% del banco de semillas estaba representado por especies arbóreas. La riqueza de especies, géneros y familias a pesar de ser mayor numéricamente en el bosque maduro (Puig *et al.* 1987), cuando se considera la densidad de especies (0.007 sp m^{-2}), éste es mayor en condiciones intermedias de disturbio como las presentes en los SFC (0.11 sp m^{-2}). La diferencia principal entre el bosque maduro y los SFC está dada, además de la diferenciación en los tamaños y en la estratificación vertical antes mencionada, por la alta riqueza de especies de las familias Asteraceae, Leguminosae, Solanaceae, Liliaceae, Rubiaceae, Rosaceae y Malvaceae; las cuales están compuestas por especies cuya ocurrencia es constante en los SFC y que contienen muchas especies heliófilas cuyo reclutamiento es sensitivo a la apertura de claros en el dosel del bosque (Arriaga 2000b). Los resultados presentados aquí apoyan la hipótesis del disturbio intermedio (Hubbell *et al.* 1999) que sugiere una mayor diversidad de especies bajo condiciones de perturbación. Gremios o grupos ecológicos de especies

Gremios o grupos ecológicos de especies

Mucho se ha cuestionado la utilidad de describir categorías estáticas impuestas por el hombre para definir a las especies que están asociadas a las diferentes fases del ciclo forestal. Existen numerosas clasificaciones de las especies en función de sus estrategias de regeneración para bosques tropicales y para bosques templados, pero ninguna aún para los bosques mesófilos de montaña. La clasificación que se presenta aquí (**Cuadro 4**) representa una primera aproximación para caracterizar a las especies de acuerdo con sus requerimientos ecológicos, a pesar de que la información disponible aún no es suficiente para tener una síntesis completa de todos los atributos aquí incluidos. Los grupos funcionales que se distinguen en el **Cuadro 4** son:

1). Un grupo de especies que sólo se encuentran en el bosque o bien crecen tanto en el bosque como en los SFC. Estas especies forman parte del dosel superior del bosque maduro, aunque nunca llegan a ser árboles emergentes del dosel superior. Su ausencia en los acahuales denota intolerancia a los cambios drásticos en temperatura y humedad que ocurren al interior de los acahuales. Son especies equivalentes a las tolerantes *sensu* Martínez-Ramos (1985) que germinan y se establecen bajo un dosel cerrado, sus semillas son de gran tamaño, tolerantes a la sombra, de crecimiento lento y muy longevas. Son especies que mantienen un banco de plántulas persistente y que eventualmente se benefician con la apertura de un claro en el dosel del bosque; tal es el caso de *Podocarpus reichei* (Sosa y Puig 1987) y de algunas especies de *Magnolia* (White 1987).

2). Otro conjunto de especies lo constituyen aquellas que son resistentes a las perturbaciones, ya que crecen indistintamente bajo el dosel del bosque, en SFC y en acahuales (**Cuadro 4**).

Estas especies son tolerantes a los cambios drásticos de luz, temperatura y humedad, como los que se presentan en los desmontes abandonados y durante la apertura de claros; son las especies que caracterizan fisonómicamente y estructuralmente al bosque mesófilo de Tamaulipas. Estas especies arbóreas destacan por su dominancia tanto en acahuales, como en SFC y en el bosque maduro (Reyes y Breceda 1985, Puig *et al.* 1987 y **Cuadro 3**).

A estas especies se les podría considerar como las especies nómadas *sensu* Martínez-Ramos (1985).

Éstas suelen dominar los bosques secundarios tardíos pero también son componentes del dosel superior en los bosques maduros (Harsthorst 1980).

Un gran número de especies del género *Quercus*, así como *Liquidambar styraciflua* presentan este tipo de comportamiento en bosques templados de los Estados Unidos (White 1987).

3). Otro grupo de especies lo constituyen aquellas que se encuentran creciendo simultáneamente en bosque y acahuales, o bien en SFC y acahuales (**Cuadro 4**). Estas especies pertenecen a géneros de afinidad tropical como, *Bernardia*, *Dendropanax*, *Morus*, *Annona*, *Rubus*, *Trichilia* y *Xylosma*, y su presencia en sitios tan contrastantes quizás se deba a que requieren de la apertura de grandes zonas, como los acahuales, en donde no se presenta el cierre del dosel por crecimiento lateral o por la presencia de individuos juveniles suprimidos.

4). El último grupo de especies es el que incluye a las que se favorecen con las perturbaciones severas y que sólo crecen en los acahuales (**Cuadro 4**), estas especies son altamente heliófilas o pioneras (Martínez-Ramos 1985), y germinan y se establecen solamente en áreas muy abiertas o en los grandes desmontes. Estas especies generalmente presentan semillas pequeñas, intolerancia a la sombra y son de rápido crecimiento. Todas son especies altamente heliófilas que han sido reportadas como dominantes de acahuales y son típicas de vegetación secundaria en comunidades tropicales. Estas especies son: *Lonchocarpus rugosus*, *Trema micrantha* y *Robinsonella* sp y presentan este tipo de comportamiento en diversos bosques tropicales de México (Martínez-Ramos 1985). Esta clasificación, como se mencionó antes, representa una primera aproximación para caracterizar a las especies del bosque mesófilo de montaña. Sin embargo, será necesario profundizar en la historia de vida de estas especies arbóreas con el propósito de determinar su destino bajo las distintas condiciones ecológicas consideradas.

Conclusiones

El régimen de caída de árboles en esta comunidad es el resultado de la gran actividad ciclónica a la que está sometida la Sierra de Cucharas, cuyo efecto se aprecia en el gran número de árboles en el suelo, así como en los tipos de muerte de los mismos, ya que prevalecen los árboles con las raíces aflorando (48.3%) y los muertos con la base rota (37.6%). Adicionalmente a los efectos del viento y la alta incidencia de ciclones tropicales, el debilitamiento de los árboles dominantes, producto del ataque de insectos parásitos, determinan la caída de árboles en la comunidad.

El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas presenta un régimen de caída de árboles intermedio a aquellos reportados para sistemas tropicales y templados. A este respecto es necesario estudiar la dinámica de apertura de claros (**Fig. 3**), a una escala espacial y temporal mayor que la que se consideró para este estudio. Una escala espacial mayor permitiría incluir una mayor variabilidad topográfica y de exposición al viento; mientras que una escala temporal más amplia facilitaría la estimación de la variabilidad anual que se asocia con la caída natural de árboles. El reconocimiento anual y sistemático de la caída natural de árboles permitiría contar con estimaciones precisas sobre el efecto de actividades humanas en la zona, así como en las tasas y tiempos de recambio, los cuales se afectan de manera significativa al incrementarse las actividades de tala o entresaca selectiva de árboles dominantes, lo que repercute a su vez en la velocidad de recuperación de la vegetación.

La regeneración natural del bosque mesófilo de montaña es de gran complejidad por la conjunción de elementos de afinidad tropical y templada que se desarrollan en éste. La ocurrencia simultánea de especies de afinidad tropical y templada en un mismo estrato en los SFC, le confiere a esta comunidad una gran complejidad estructural y funcional.

Las diferencias en los ritmos de crecimiento entre especies de afinidad tropical y templada determinados por la estacionalidad, así como la dominancia de elementos de afinidad tropical en el dosel medio del bosque es lo que permite que se generen las condiciones adecuadas para el ulterior desarrollo de las especies templadas que caracterizan el dosel superior del bosque maduro. Este aspecto merece una atención especial y una mayor profundidad en estudios futuros; ya que si el banco de plántulas y la regeneración de avance prevalecen como la principal estrategia de regeneración en la comunidad, sería muy deseable estudiar la demografía de varias de estas especies bajo condiciones ecológicas contrastantes (claros, SFC y bosque maduro) que permitan evaluar la respuesta de éstas a variaciones de luz, temperatura y humedad. A pesar de que la información sobre las características de historia de vida y las estrategias de regeneración de las 42 especies arbóreas es aún muy pobre e insuficiente, se puede concluir que en el bosque mesófilo de montaña existen tres grandes grupos ecológicos de especies arbóreas:

a) un grupo de especies que se favorecen con perturbaciones severas y que sólo crecen en los acahuals, mismo que reúne especies altamente heliófilas o pioneras;

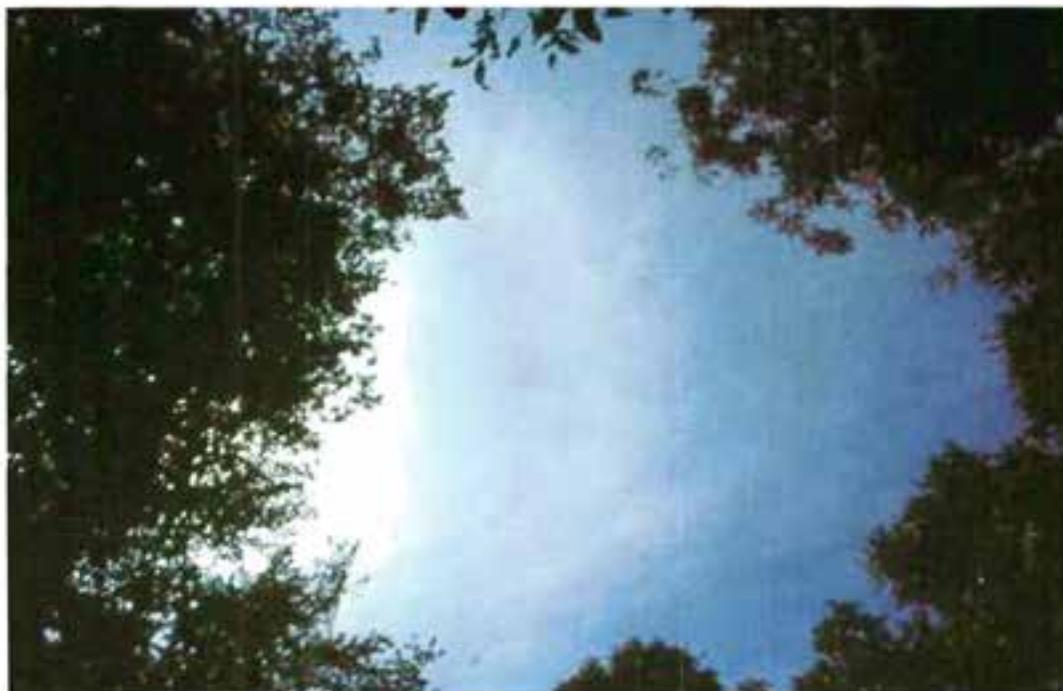


Figura 3. Claro en el bosque (Foto Gerardo Sánchez-Ramos).

b) un segundo grupo de especies que son resistentes a las perturbaciones, que crecen indistintamente en claros y acahuales, y que agrupan a todas aquellas especies que caracterizan fisonómicamente y estructuralmente al bosque mesófilo de Tamaulipas, y c) un tercer grupo de especies que sólo se encuentran en SFC y que son tolerantes a la sombra (**Fig. 4**).

Si se quisiera incidir en mantener la diversidad del bosque mesófilo de montaña habría que profundizar en los estudios sobre la historia de vida y la dinámica poblacional de las especies que caracterizan el segundo grupo funcional de especies arbóreas. Considero que en la medida en que se obtenga un conocimiento integrado sobre el proceso de regeneración del bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, se podrán dar pautas y lineamientos que aseguren su permanencia en el tiempo y que sirvan para promover la conservación de esta comunidad boscosa tan restringida geográficamente.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a J. Camacho, H. Corona, A. Torres, G. Corona y J. Castro por su valiosa ayuda en campo; a R. Bracho y V. Sosa por su apoyo y gestión administrativa durante el desarrollo de este trabajo; a H. Puig por su asesoría y valiosos comentarios; a O. Téllez, J. L. Villaseñor, D. Lawrence y T. Ramamoorthy por su generosa ayuda en la determinación de los ejemplares botánicos. AM. Martínez-Ramos, G. Williams-Linera y J. Meave por sus valiosos comentarios a una versión previa a este documento. A G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo por su amable invitación para participar en esta publicación.

Este trabajo se realizó con el apoyo económico del CONACYT, del programa de intercambio académico México-Francia y a través de una beca otorgada por el Programa MAB-UNESCO.



Figura 4. Apertura del claro por caída de árboles, (Foto Gerardo Sánchez Ramos).

Literatura citada

- Arriaga, L. 1988a.** Gap dynamics of a tropical cloud forest in northeastern Mexico. *Biotropica*, 20(3): 178-184.
- Arriaga, L. 1988b.** Natural disturbance and treefalls in a pine-oak forest on the Peninsula of Baja California, Mexico. *Vegetatio*, 78: 73-79.
- Arriaga, L. 1994.** *Dinámica de claros y procesos de regeneración en un bosque mesófilo de montaña*. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, UNAM. Méx. 279 pp.
- Arriaga, L. 2000 a.** Types and causes of tree mortality in a tropical montane cloud forest of Tamaulipas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 16: en prensa.
- Arriaga, L. 2000 b.** Gap-building phase regeneration in a tropical montane cloud forest of north-eastern Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 16: 535-562.
- Cavelier, J. 1995.** Reforestation with the native tree *Alnus acuminata*: effects on phytodiversity and species richness in an upper montane rain forest area of Colombia. In: **S.L. Hamilton, J.O. Juvik y F.N. Scatena** (eds.), *Tropical montane cloud forests*. Springer Verlag, N.Y. pp. 125-137.
- Flores, S. 1992.** Growth and seasonality of seedlings and juveniles of primary species of a cloud forest in northern Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 299-305.
- Flores-Lara, J. y G. Sánchez-Ramos. 1989.** Estudio del barro del encino *Pantophthalmus roseni* (Enderlein) (Diptera: Pantophthalmidae) en la Reserva de la Biosfera El Cielo. *Biotam*, 1:9-13.
- Frelich, L.E. y C.G. Lorimer. 1991.** Natural disturbance regimes in hemlock- hardwood forests of the Upper Great Lakes Region. *Ecol. Monographs*, 61: 145-164.
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yanes. 1985.** Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. In: **A. Gómez-Pompa y S. del Amo** (eds.), *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II*. INIREB-Alhambra, México. pp. 1-25.
- Hamilton, S.L., J.O. Juvik y F.N. Scatena (Eds.). 1995.** *Tropical montane cloud forests*. Springer Verlag, N.Y.
- Harcombe, P.A. y P.L. Marks. 1983.** Five years of tree death in a *Fagus-Magnolia* forest, southeast Texas (U.S.A.). *Oecologia*, 57: 49-54.
- Hartshorn, G. 1978.** Treefalls and tropical forest dynamics. In: **P.B. Tomlinson y M.H. Zimmermann** (eds.), *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, London. pp. 617-638.
- Hernández, E., C. Howard, W.B. Fox y A.J. Sharp. 1951.** A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 78: 458-463.
- Hubbell, S.P., R.B. Foster, S.T. O'Brien, K.E. Harms, R. Condit, B. Wechsler, S.J. Wright y S. Loo De Lao. 1999.** Light-gap disturbances, recruitment limitation and tree diversity in a Neotropical forest. *Science* 283(5401): 554-557.
- INE. 1996.** *Uso del suelo y tipos de vegetación*. INE. Escala 1:1,000,000. México, D.F.
- Lara-Villalón, M. 1989.** Estudio preliminar de las especies vegetales visitadas por *Apis mellifera* en la Reserva de la Biosfera El Cielo. *Biotam*, 1: 14-19.
- Lawton, R.O. 1990.** Canopy gaps and light penetration into a wind-exposed tropical lower montane rain forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 20: 659-667.
- Lawton, R.O. y F.E. Putz. 1988.** Natural disturbance and gap-phase regeneration in a wind-exposed tropical cloud forest. *Ecology*, 69: 764-777.
- Lonard, R.I. y R.G. Ross. 1979.** A vegetational analysis of a tropical cloud forest in Tamaulipas, Mexico. *Texas Journal of Science*, 41: 143-150.
- Magurran, A.E. 1988.** *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. NJ, E.U.A.
- Martínez, M. 1979.** *Catálogo de Nombre Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*. FCE. México, D.F.
- Martínez-Ramos, M. 1985.** Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: **A. Gómez-Pompa y S. del Amo** (eds.), *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Vol. II*. INIREB-Alhambra, México. pp. 191-239.
- Martínez-Ramos, M., E. Alvarez-Buylla, J. Sarukhán y D. Piñero. 1988.** Treefall age determination and gap dynamics in a tropical forest. *Journal of Ecology*, 76: 700-716.
- Miranda, F. y A.J. Sharp. 1950.** Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern Mexico. *Ecology*, 31: 313-333.
- Nakashizuka, T. 1984.** Regeneration process of climax beech (*Fagus crenata* Blume) forests. V. Population dynamics of beech in a regeneration process. *Japanese Journal of Ecology*, 34: 411-419.
- Pielou, E.C. 1977.** *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N.Y., E.U.A.
- Poncé de León, L. 1989.** *Recherches ecophysiologicalues sur la germination et la croissance des espèces dominantes de la forêt mésophile de montagne du Mexique*. Tesis de Doctorado de Estado en Ciencias Naturales. Universidad Pierre et Marie Curie. Paris, Francia.
- Puig, H. 1989.** Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farias. *Biotam* 1: 34-53.
- Puig, H. 1993.** *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Instituto de Ecología, A.C.-Centre National de la Recherche Scientifique UNESCO. Xalapa, Ver.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987.** *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México, D.F.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1987.** El bosque mesófilo de montaña: Composición florística y estructura. In: **Puig, H y R. Bracho** (eds.), *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México, D.F. pp. 55-79
- Putz, F.E. y K. Milton. 1982.** Tree mortality rates on Barro Colorado Island. In: **E.G. Leigh, A.S. Rand, y D.M. Windsor** (eds.), *The ecology of a tropical forest. Seasonal rhythms and long-term changes*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 95-100.
- Putz, F.E., P.D. Coley, K. Lu, A. Montalvo y A. Aiello. 1983.** Uprooting and snapping of trees: Structural and ecological consequences. *Canadian Journal of Forest Research*, 13: 1011-1020.

- Qinghong, L. y H. Hytteborn. 1991.** Gap structure, disturbance and regeneration in a primeval *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 2: 391-402.
- Reyes, G. y A.M. Breceda. 1985.** Análisis de la composición florística y estructura de la vegetación secundaria derivada de un bosque mesófilo de montaña en Gómez Farías, Tamaulipas (México). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Riera, B. 1986.** A propos de chablis en forêt Guyanaise Piste de St. Élie. *Mémoires du Muséum National D'Histoire Naturelle. Série A, Zoologie*, 132: 109-144.
- Runkle, J.R. 1982.** Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America. *Ecology*, 63: 1533-1546.
- Runkle, J.R. 1985.** Disturbance regimes in temperate forests. In: **S.T.A. Pickett y P.S. White** (eds.), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press Inc. California, E.U.A. pp. 17-33.
- Runkle, J.R. 1989.** Synchrony of regeneration, gaps, and latitudinal differences in tree species diversity. *Ecology*, 70: 546-547.
- Rzedowski, J. 1978.** *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F.
- Sharp, J.A. 1953.** Notes on the flora of Mexico, world distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. *Journal of Ecology*, 41: 374-380.
- Sosa, V. y H. Puig. 1987.** Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. In: **Puig, H. y R. Bracho** (eds.), *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México. pp. 107-131.
- Sugden, A.M., E.V.J. Tanner y V. Kapos. 1985.** Regeneration following clearing in a Jamaican montane forest: results of a ten-year study. *Journal of Tropical Ecology*, 1: 329-351.
- Standley, P.C. 1920-1926.** Trees and shrubs of Mexico. *Contributions of the United States National Herbarium*, 23 (1-5): 1-1721.
- STATISTICA™. 1995.** *Statistica for Windows (Volume III): Statistics II*. StatSoft Inc. Tulsa, Oklahoma, E.U.A.
- Torquebiau, E. 1981.** *Analyse architecturale de la forêt du Los Tuxtlas (Veracruz), Mexique*. Tesis Doctoral. Universidad Científica y Técnica de Languedoc. Montpellier, Francia.
- Unisys Corporation. 1998.** *Hurricane/Tropical Data. Atlantic tropical storm tracking by year (1886-1998)*. <http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/index.html>.
- Van Der Pijl, L. 1969.** *Principles of dispersal in higher plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Walters, D.R. y D.J. Keil 1988.** *Vascular plant taxonomy*. Kendall/Hunt Publ. Co. Iowa, E.U.A.
- White, D.A. 1987.** An American beech-dominated original growth forest in Southeast Louisiana. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 114: 127-133.
- Williams-Linera, G. 1993.** Soil seed banks in four lower montane forests of Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 321-337.
- Willis, J.C. 1985.** *A dictionary of the flowering plants and ferns*. Student Edition. Cambridge University Press, Gran Bretaña.
- Yetter, T.C. y J. R. Runkle. 1986.** Height growth rates of canopy tree species in Southern Appalachian gaps. *Castanea*, 51:157-167.

11. Relación planta– nodriza de *Ariocarpus trigonus*

Humberto Suzán Azpiri¹, Guadalupe Malda Barrera¹ y José Guadalupe Martínez Avalos²

¹Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Querétaro, MÉXICO. 76000.

²Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 13 Blvd. A. López Mateos 928. 87040. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO.

Abstract

Ariocarpus trigonus, a threatened cactus species with geographic distribution restricted to Northeast México, has in Jaumave Valley, Tamaulipas, the highest concentration of populations and individuals. A survey in the Valley indicated 11 populations with approximately 35,000 individuals. The plants exhibited a non exclusive cactus-nurse plant relationship, indicating that the health of the population depends on the good health of the nurse plants. Thermal analysis of *A. trigonus* plants indicated that even though they are able to thermoregulate in open sun, individuals beneath the shade of a nurse experience more benign conditions for survival and performance, supporting the nurse-plant hypothesis.

Introducción

La mayor conciencia de la importancia del manejo y conservación de los recursos bióticos ha ocasionado que se incrementen desde la década de los 80's estudios sistemáticos de los parámetros que determinan la supervivencia y crecimiento de plantas amenazadas (Palmer 1987). Desafortunadamente, pocos análisis de viabilidad de poblaciones se han realizado hasta nuestros días; entre ellos destacan estudios demográficos como los de Menges (1990) con *Pedicularis furbishiae* y el de Lesica (1992) con *Howellia aquatilis*, siendo la mayoría trabajos que han sido orientados al análisis de la viabilidad desde una perspectiva genética (Lesica y Allendorf 1992).

Con cactáceas amenazadas, estudios donde se determinen los parámetros bióticos que afectan la supervivencia y reclutamiento se limitan a muy pocos casos (Suzán *et al.* 1994). La mayoría de estos estudios se han realizado en cactáceas columnares (Carrillo-García *et al.* 1999, Holland y Fleming 1999), donde el análisis de las relaciones de los cactus con sus "nodrizas" ha sido ampliamente documentado, tanto en cactus del Desierto de Sonora como en los del Desierto de Chihuahua. Las plantas perennes consideradas como "nodrizas" modifican el microambiente bajo sus copas (Suzán *et al.* 1996), incrementando la disponibilidad de agua,

optimizando la temperatura ambiental y moderando la radiación fotosintéticamente activa (PAR) para las plantas protegidas (Shreve 1931, Patten 1978, Smith *et al.* 1987). Este microambiente incrementa la supervivencia tanto de plántulas como de juveniles de las especies vegetales protegidas (Jordan y Nobel 1981, Valiente-Banuet y Ezcurra 1991, Cody 1993).

Análisis térmicos para *Carnegiea gigantea* y *Stenocereus thurberi* en el Desierto de Sonora indican diferencias significativas para las temperaturas apicales de cactus adentro y afuera de la sombras de arbustos (Nobel 1980). Suzán *et al.* (1996) reportaron una diferencia significativa promedio de 6.32°C entre plantas expuestas y protegidas de la llamada "reina de la noche sonoreña" (*Peniocereus striatus*), en su límite norte de distribución en Sonora, México.

La protección contra depredadores es otro papel importante a considerarse en la biología de las plantas nodrizas. Cactáceas como *P. striatus* se benefician al mimetizarse con nodrizas generalmente poco palatables para herbívoros como es *Larrea tridentata* (Nabhan y Suzán 1994). Las condiciones microambientales del suelo también cambian bajo la cobertura de árboles y arbustos, especialmente cuando éstas son leguminosas que incrementan la cantidad de nitrógeno disponible vía la fijación de nitrógeno por medio de rizobiontes (Felker y Clark 1981). En algunos casos también la cactácea provee sombra y protección a plántulas de su planta nodriza (Cody 1993), e incluso a sus propios propágulos (Parker 1988). *Ariocarpus trigonus* es una especie considerada por el Gobierno Federal Mexicano como Amenazada. Su distribución se restringe a la porción Este del Desierto de Chihuahua y al Sur de la Provincia Biótica Tamaulipeca en los estados de Tamaulipas y Nuevo León (Martínez *et al.* 1993).

Encontrándose su centro de distribución en el Valle de Jaumave, Tamaulipas, al suroeste del Estado de Tamaulipas, en la zona de amortiguamiento e

influencia de la Reserva de la Biósfera El Cielo (Suzán *et al.* 1989).

Desafortunadamente, esta especie ha sido sometida a saqueo por coleccionistas y viveristas por más de 40 años y la viabilidad de sus poblaciones no ha sido estimada. La primera evaluación de las poblaciones de *A. trigonus* las realizó Sánchez Mejorada (1987), considerando a la especie como amenazada. Sin embargo, este estudio no analizó los parámetros que afectan la supervivencia siendo una evaluación cualitativa. Suzán *et al.* (1989) reportaron densidades y estructura de dos poblaciones en el Valle de Jaumave. En este estudio los autores remarcan que *A. trigonus* presenta relaciones con nodrizas como *Prosopis laevigata*, *Euphorbia antisiphilitica* and *Mimosa leucaenoides*; sin embargo, la relación no fue cuantificada. Martínez *et al.* (1993) reportan resultados similares en otras poblaciones del Valle y mencionan sus posibles plantas nodriza.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Caracterizar la vegetación asociada a las poblaciones de *A. trigonus*, 2) Cuantificar la importancia de sus plantas nodrizas, y 3) Estudiar los efectos microclimáticos de plantas bajo sombra y en áreas expuestas en condiciones naturales.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se ejecutó en el Valle de Jaumave, en la porción más occidental de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México, entre los (23°44'00" N y 99°18'00" W) y (23°44'32" N y 99°28'26" W), con una superficie de 935 km². El clima del valle es semiárido, seco, con una precipitación promedio anual de 522.2 mm. Las altitudes varían entre 600 y 1000 m snm (INEGI 1983). Los suelos son someros con origen sedimentario. La vegetación corresponde a la región xerofítica mexicana, y es considerada como la porción más oriental del Desierto Chihuahuense (Rzedowski 1978), dominada por especies como *Prosopis laevigata*, *Prosopis chilensis*, *Leucophyllum texanum*, *Acacia farnesiana*, *Cercidium praecox*, *Cordia boissieri*, *Agave lecheguilla* y *Hechtia glomerata* (Bravo 1953, Suzán *et al.* 1989). Una vez delimitada el área cubierta por la población de *Ariocarpus trigonus* se caracterizó la vegetación asociada por transectos con área de 5 x 50 m, utilizando un muestreo aleatorio estratificado (Cochran 1982). En cada transecto se registró la especie, cobertura (tomada basándose en 4 radios perpendiculares y expresada en m²) y altura de todas las plantas perennes presentes. Cada transecto se dividió en cuadrantes contiguos de 5 x 5 m donde se midieron todos los individuos de *A.*

trigonus acorde a Suzán *et al.* (1989), etiquetándose, tomando medidas del diámetro de cada planta.

El número de tubérculos solo se registró en individuos seleccionados a juicio pues existe una muy fuerte asociación del número de tubérculos con el diámetro de la planta (Suzán *et al.* 1989). La distribución espacial de los individuos se estimó por la razón varianza/media acorde a Ludwig y Reynolds (1988).

Se consideró una posible planta nodriza a aquella planta perenne cuya copa que provee de sombra a un individuo de *A. trigonus*. Se tomaron los datos de identidad, distancia del cactus al tronco principal de la perenne, el radio de la copa y la altura de la perenne. En cada transecto se tomaron aleatoriamente 10 puntos, de los cuales se midió la distancia a la perenne más cercana para comparar estas distancias con aquellas del cactus a su perenne más cercana por medio de pruebas de "t" (Zar 1984).

El número de individuos bajo cada nodriza se comparó con el número esperado acorde a la contribución en cobertura de cada especie en la comunidad por medio de la prueba χ^2 , la salud aparente de cada individuo se anotó (sano o dañado) y se contrastó por medio de una prueba exacta de Fisher en una Tabla de Contingencia (Zar 1984), considerando la presencia o ausencia de nodrizas incluyendo aquellas con nodrizas dañadas. Se realizaron mediciones de la copa arbórea o arbustiva por medio de un índice de área foliar (LAI) obtenido con un instrumento LICOR-2000, contrastando basándose en un muestreo aleatorio sitios con alta y baja presencia de individuos de *A. trigonus*, para la localidad "Río Chihue".

Una población piloto (Río Chihue) se seleccionó para monitorear las temperaturas apicales de las plantas con termopares omega, y la radiación fotosintéticamente activa o "PAR" con un sensor de licor, tomándose mediciones en individuos bajo nodrizas sanas e individuos cuyas nodrizas fueron removidas por habitantes de la localidad antes del inicio de nuestro estudio. Los datos se registraron con un data-logger LICOR-1000. Un experimento completamente aleatorizado se ejecutó para cada temporada de medición, tomándose temperaturas un día en cada temporada en 1996 (Enero 19, Mayo 24, Julio 23 y Septiembre 19). Seis plantas expuestas y seis cubiertas se monitorearon cada 2 horas, empezando 2 horas antes del amanecer y terminando en la puesta de sol. Mediciones simultáneas de temperatura ambiental (1 m sobre el suelo) se registraron con termopares LICOR conectados al LICOR-1000.

Resultados

Se encontraron 11 poblaciones en el Valle de Jaumave, cuya posición geográfica exacta se obvia por razones de conservación de la especie. El área total ocupada es de aproximadamente 63,250 m². En el Cuadro 1 se presenta el número de cuadrantes analizados por población. El estimador puntual del número total de individuos en el Valle es de 34,031. Un estimador intervalar indica entre 23,898 y 44,164; con un intervalo de confianza del 95%. La distribución espacial es agregada para la mayoría de las poblaciones. Desafortunadamente, una de las poblaciones donde se tenían individuos monitoreados desde 1988 (Río Chihue), desapareció casi en su totalidad al construirse la nueva carretera Cd. Victoria-Jaumave en 1998. Las categorías diamétricas de los individuos en las poblaciones indican una buena concentración de individuos jóvenes con diámetros entre 4 y 8 cm, con una carencia de individuos de gran tamaño y una aportación pequeña de plántulas con diámetros entre 0.1 y 4 cm (Cuadro 2). Se delimitaron transectos en nueve de las once poblaciones debido a que dos de las poblaciones cubrían áreas menores al transecto. Se detectaron un total de 37 especies arbóreas o arbustivas (Apéndice 1). Las especies con mayor contribución en porcentaje de la cobertura para la comunidad fueron *Cordia boissieri* (13.29%), *Prosopis laevigata* (7.05%), *Acacia rigidula* (9.45%), *Acacia farnesiana* (3.78%), y *Cercidium praecox* (3.13%).

Las relaciones de *Ariocarpus trigonus* con plantas perennes en la comunidad cuyas nodrizas estuvieran vivas o muertas indican que de un total de 1,343 plantas monitoreadas, 653 presentaban nodrizas en buenas condiciones, 435 se ubicaban cercanas a un tocón o remanente de una nodriza y 255 se encontraron en espacios abiertos sin aparente nodriza. Se excluyeron para el análisis de distancias entre cactus-nodriza y cactus-azar, aquellas plantas cuyas nodrizas fueron removidas por intervención humana evidente. Las distancias de las plantas a sus nodrizas fueron significativamente menores que aquellas de los 100 puntos al azar con las perennes más cercanas ($P(f=4.12/1,711 \text{ g.l.})= 0.0427$), sugiriendo una fuerte relación entre *A. trigonus* y sus nodrizas.

Una comparación entre los individuos encontrados bajo cada especie de nodrizas y el esperado acorde a la contribución en cobertura de cada especie en la comunidad nos indica diferencias significativas para las 39 especies con una $P(\chi^2= 1449.99/8 \text{ g.l.}) < 0.0001$. Tanto *Prosopis laevigata* como *Cercidium praecox* tienen más *A. trigonus* que los esperados acorde a su contribución en cobertura (Fig. 1). En contraste, *Cordia boissieri* (una especie secundaria indicadora de disturbio) tiene menos individuos que los esperados.

El cuadro de contingencia de la salud aparente de los cactus y de las nodrizas indica una falta de homogeneidad significativa, y por lo tanto aquellas

Cuadro 1. Características poblacionales de *Ariocarpus trigonus* en el Valle de Jaumave, Tamaulipas (área ocupada, número de cuadrantes muestreados e individuos detectados para las 11 poblaciones detectadas. Y= tamaño poblacional estimado. V (YST)= varianza del estimador de tamaño poblacional.

POBLACIÓN	NÚMERO	ÁREA	# QUADR.	# INDIV.	MEDIA	DES. EST.	Y	V(YST)
El Chihue	1	8000	16	928	58	65.187	18560	25836777
San Lorenzito I	2	3000	11	44	4	4.472	480	23781.818
San Antonio I	3	18900	11	20	2.021	2.778	1527.876	395103.95
Los Nogales	4	18000	12	67	5.583	3.1754	4019.76	428325.84
San Jose de S.	5	1250	10	29	2.9	3.446	145	2375.4
Ej. La Reforma	6	250	10	60	6	6.1463	60	0
San Lorenzito III	7	1200	11	18	1.636	5.427	78.528	4755.4821
Las Moras	9	10000	1	20	20	0	8000	0
San Lorenzito II	8	100	3	13	4	6.9282	16	64
San Antonio II	10	450	1	8	8	0	144	0
Padrón y Juárez	11	2100	11	131	11.909	8.288	1000.356	38291.552

Cuadro 2. Clases diamétricas en cm. de las poblaciones de *Ariocarpus trigonus* en el Valle de Jaumave, Tamps.

TAMAÑO (cm)	POBLACIONES											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0-4	214	7	2	23	3	11	4	7	0	1	6	278
4-8	454	11	7	24	9	36	9	10	5	1	69	635
8-12	245	17	6	13	11	12	2	3	5	6	36	356
12-16	49	6	4	7	3	1	3	0	2	1	24	100
16-20	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6

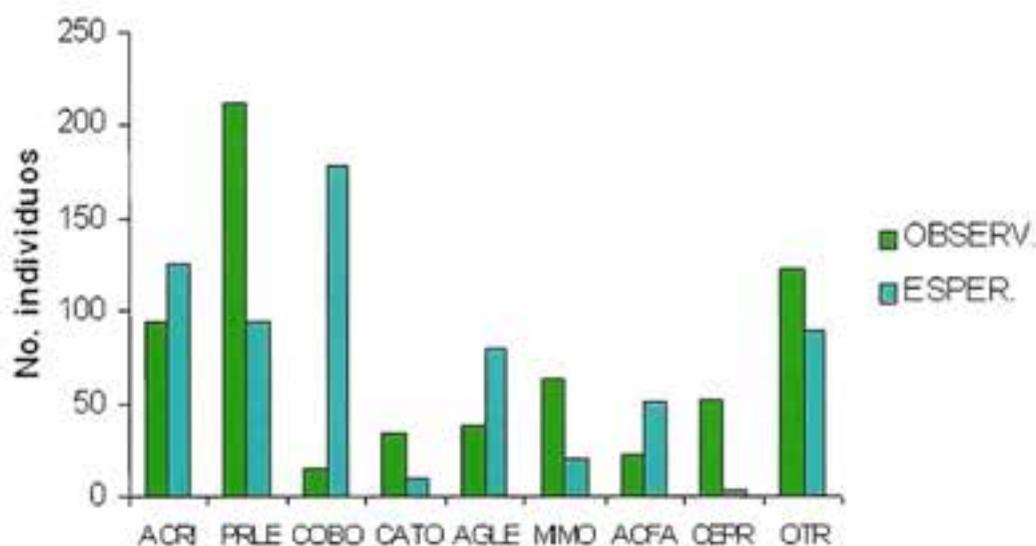


Figura 1. Frecuencias observadas y esperadas de individuos de *A. trigonus* bajo las posibles nodrizas. ACRI= *Acacia rigidula*, PRLE= *Prosopis laevigata*, COBO= *Cordia boissieri*, CATO= *Castela tortuosa*, AGLE= *Agave lechuguilla*, MIMO= *Mimosa monancistra*, ACFA= *Acacia farnesiana*, CEPR= *Cercidium praecox*, OTR= Otras especies (7 especies).

plantas sin nodriza presentaron un daño mayor (herbivoría o daño térmico), que aquellas con una planta nodriza (Cuadro 3).

Se detectaron plantas de *Ariocarpus trigonus* en sitios con y sin cobertura vegetal, y con sombras medianas o altas, habitando todas las posibles variaciones en sombra en el área. No se encontraron diferencias significativas en el índice de área foliar (LAI) entre áreas con y sin *A. trigonus* ($P(t= 1.157/12.72 \text{ d. f.})= 0.28$). Los valores promedio del área foliar para sitios sin la especie fue de 1.289, y para sitios con la especie fue 1.557 en el año de estudio.

Se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas apicales de plantas bajo cobertura de una nodriza y aquellas expuestas en las horas de mayor temperatura para todas las temporadas.

En la Fig. 2a se puede observar las diferencias en temperaturas para plantas expuestas y protegidas en invierno (entre las 13:30, 15:30 hrs), y en la Fig. 2b la misma situación en verano (14:00 hrs). Patrones similares se encontraron en Primavera y Otoño. En contraste, las temperaturas mínimas fueron similares para plantas expuestas y protegidas en las horas más frías del día para todas las estaciones del año (Fig. 2a y 2b).

La temperatura superficial del suelo en los sitios expuestos y protegidos presentan un patrón similar al de las temperaturas apicales (Fig. 3a), con diferencias significativas para las horas más calientes todo el año.

Como era de esperarse, la radiación fotosintética activa (PAR) presenta también un

comportamiento similar al de las temperaturas apicales y superficial del suelo (Fig. 3b).

Un análisis incluyente de todas las temperaturas apicales medidas en el año presenta diferencias significativas con una P ($f=78.37/17,90$ g.l.)= 0.0001. Resultados similares se encontraron para la temperatura superficial del suelo P ($f=76.39/17,90$ g.l.)= 0.0001, y radiación fotosintética activa o PAR con P ($f=23.38/ 17,90$ g.l.)= 0.0001(Fig. 4a).

Una regresión "stepwise" entre las temperaturas apicales contra la temperatura ambiental, superficial del suelo y PAR no detectó una fuerte correlación entre temperatura de la planta y la del suelo. El mejor modelo fue: Temperatura de la planta= $1.228+.9389$ Temperatura del suelo con $r^2= 0.938$, y una $P(f=4.076/1,106)= 0.00001$. (Fig. 4b).

Discusión

Ariocarpus trigonus (Fig. 5 y 6) es una especie con distribución restringida al Noreste de México.

La densidad poblacional mayor en el país ocurre en el Valle de Jaumave Tamaulipas, siendo de aproximadamente 35,000 individuos. La importancia del Valle como un centro de alta densidad de individuos sugerida por Bravo (1953) se confirma con nuestros resultados. La carencia de individuos de gran tamaño en las categorías diamétricas sugiere el efecto de la extracción por colectores, lo cual acorde a habitantes de la zona, ocurrió primordialmente durante los años 60.

Sin embargo, una comparación de la estructura diamétrica actual con la documentada por Suzán *et al.* (1989), para dos subpoblaciones en el Valle indican una distribución estable por un periodo de siete años, permaneciendo sin cambios

Cuadro 3. Cuadro de contingencia para la presencia o ausencia de plantas nodrizas y la aparición de daño en individuos de *A. trigonus* en el Valle de Jaumave. Valores de la prueba de homogeneidad (prueba exacta de Fisher). $P(x^2 =82.69) <0.001$.

	Con nodriza	Sin nodriza
Dañadas	128	278
Sin daño	542	380

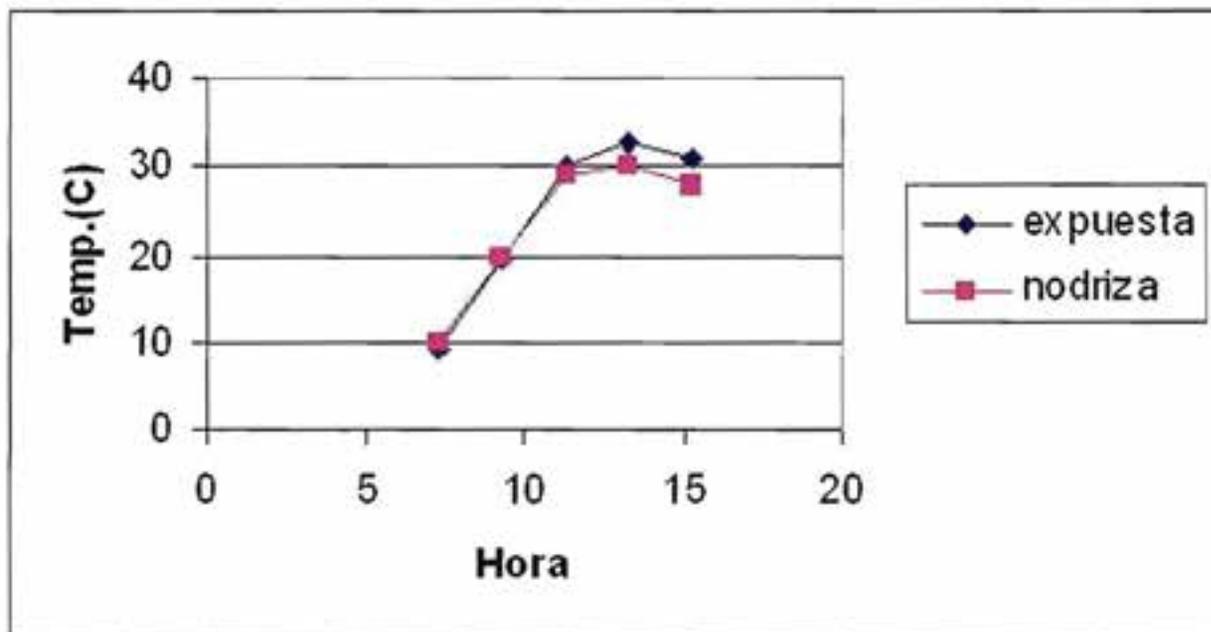


Figura 2a. Temperatura apicales de *A. trigonus* para plantas expuestas y bajo protección de nodrizas en Enero 19, 1996 y Julio 23, 1996.

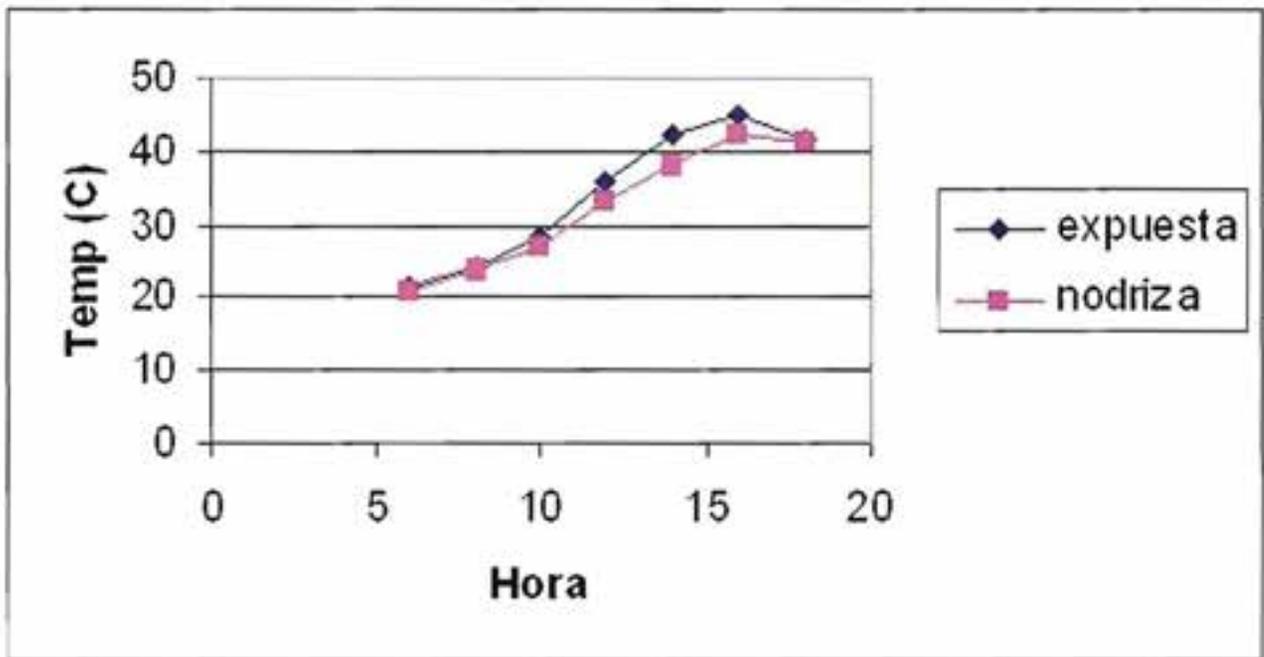


Figura 2b. Se encontraron diferencias significativas para invierno a las 13:30 hrs y a las 15:30 hrs. En verano las diferencias ocurrieron únicamente a las 14:00 hrs.

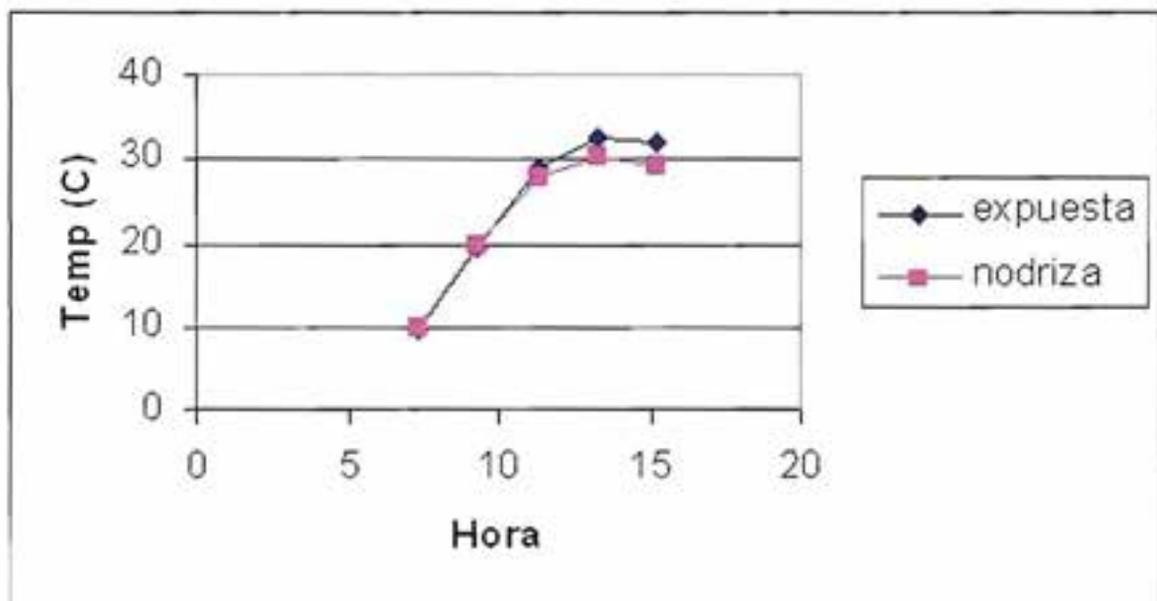


Figura 3a. Temperatura superficial del suelo junto a individuos de *A. trigonus* para áreas expuestas y bajo sombras de arbustos en Enero 19, 1996. Se encontraron diferencias significativas para invierno a las 13:30 hrs y a las 15:30 hrs. En verano las diferencias se ocurrieron únicamente a las 14:00 hrs.

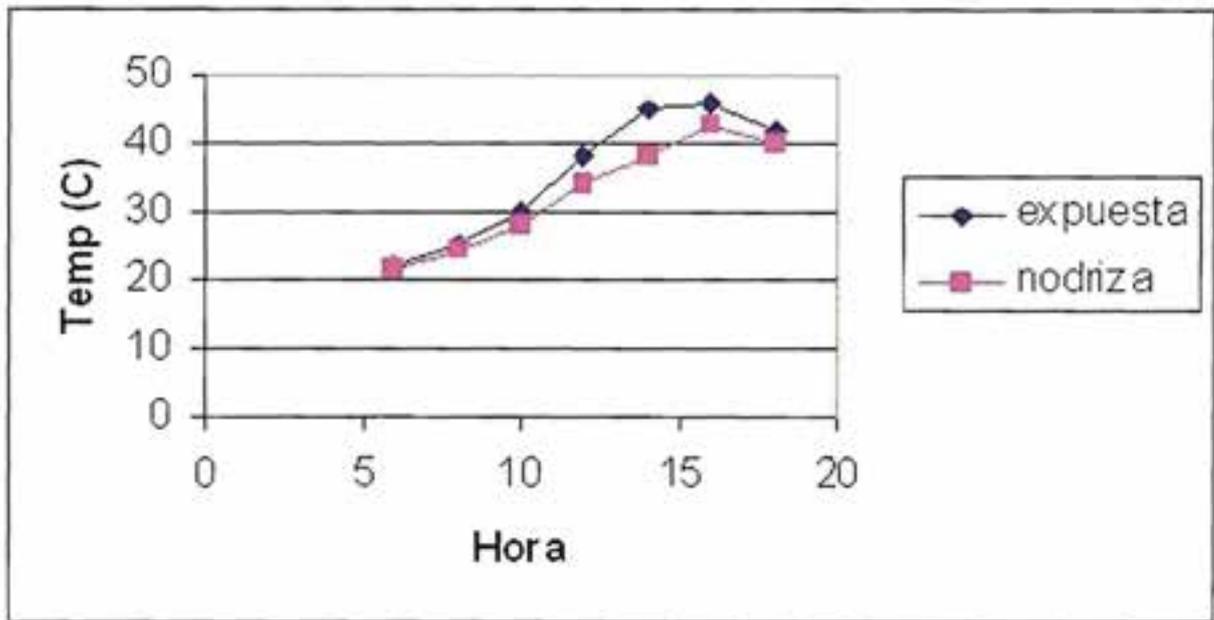


Figura 3b. Temperatura superficial del suelo junto a individuos de *A. trigonus* para áreas expuestas y bajo sombras de arbustos en Julio 23, 1996. Se encontraron diferencias significativas para invierno a las 13:30 hrs y a las 15:30 hrs. En verano las diferencias se ocurrieron solo a las 14:00 hrs.

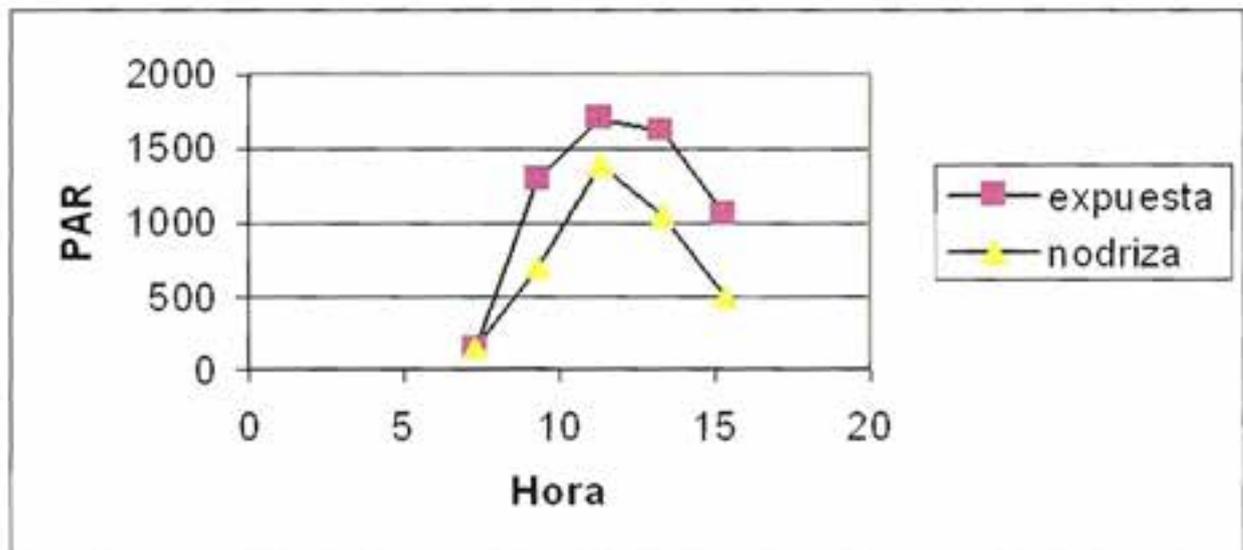


Figura 4. (A) Radiación fotosintética activa (PAR) captada por plantas de *A. trigonus* expuestas y bajo sombra de arbustos en Enero 19, 1996 y Julio 23, 1996. Únicamente se representan las barras de errores en aquellas diferencias significativas honestas de Tukey.

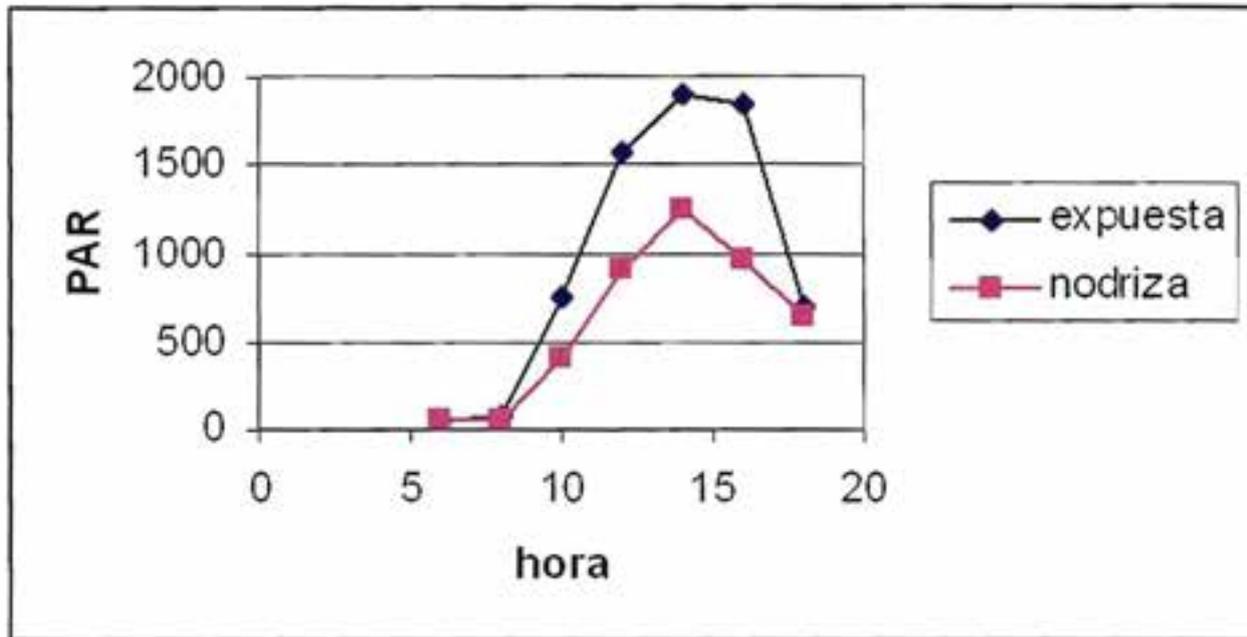


Figura 4. (B). Radiación fotosintética activa (PAR) captada por plantas de *A. trigonus* expuestas y bajo sombra de arbustos en Enero 19, 1996 y Julio 23, 1996. Únicamente se representan las barras de errores en aquellas diferencias significativas honestas de Tukey.



Figura 5. *Ariocarpus trigonus* detalle de planta con inflorescencia (Foto, Kurt Bergman).



Figura 6. *Ariocarpus trigonus* en el Valle de Jaumave, Tamaulipas. Detalle de la inflorescencia (Foto Kurt Bergman).

aparentes en esas poblaciones hasta 1998, cuando la carretera Cd. Victoria-Jaumave fue construida en el centro exacto de la población Río Chihue. Sorprendentemente, no fueron consultados expertos sobre los posibles efectos de la construcción de la carretera sobre la biota local para el reporte de impacto ambiental. El destino de las plantas etiquetadas en la zona se desconoce, perdiéndose aproximadamente 500 individuos de los cuales más de 200 estaban marcados. Se detectó una relación planta nodriza no específica entre *A. trigonus* y algunas especies arbóreas como *Prosopis laevigata*. Estos resultados confirman las hipótesis de Suzán *et al.* (1989) y de Martínez *et al.* (1993), acerca de la importancia de plantas nodrizas para la sobrevivencia de la especie. El tamaño relativamente pequeño de estos cactus no puede afectar la sobrevivencia, desarrollo o adecuación de la planta nodriza, por lo que cualquier indicación de remplazo o sucesión markoviana en el sentido de Yeaton (1978) y McAuliffe (1988) debe ser excluida. Una especie secundaria que contribuye fuertemente a la cobertura arbórea en la localidad es *Cordia boissieri*, la cual se caracteriza por ser de rápido y

agresivo crecimiento (E. Jurado com. pers.), siendo muy común en áreas perturbadas.

Es importante notar que su importancia como nodriza es casi nula, y que significativamente existen menos individuos de *A. trigonus* bajo su copa que los que esperaríamos en forma aleatoria, indicando una mayor asociación con especies que aporten cobertura por periodos prolongados como se observa en el mayor reclutamiento bajo *Prosopis laevigata* la especie más longeva en la región (Suzán en preparación). La importancia de sitios poco perturbados bajo la cobertura de árboles longevos que proporcionen sombra en periodos críticos (reclutamiento de semillas y plántulas), parece ser una condición fundamental en muchas especies de cactáceas. Para la zona, López (1997) encontró resultados similares en *Obregonia denegrii* una especie morfológicamente similar, y para otras regiones como el Desierto Sonorense Tewksbury y Petrovich (1994), y Suzán *et al.* (1996) determinaron la importancia de árboles como *Olneya tesota* (palo fierro) y *Prosopis velutina* en el reclutamiento tanto de cactáceas globulares como columnares. Sin embargo, la relación entre *A. trigonus* y sus nodrizas no es restrictiva, y la evidencia sugiere que la planta puede sobrevivir y ser reclutada en espacios abiertos

donde exhibe una apariencia más débil caracterizada por tubérculos amarillentos y quebradizos. Resultados similares se han registrado para *Peniocereus striatus* por Suzán et al. (1994) en el Desierto de Sonora, donde las plantas sobreviven pero su reclutamiento es significativamente menor en espacios abiertos. La apariencia débil de los cactus expuestos se puede explicar por las diferencias en temperaturas apicales y superficiales del suelo en el verano. La radiación extrema y quemaduras en la superficie por insolación se han reportado como letales para suculentas (Nobel 1988, Franco y Nobel 1989). El análisis térmico y de radiación reafirma la importancia de las nodrizas para la salud de las especies. Las plantas en el verano se benefician al disminuir la temperatura del suelo y por lo tanto la de la planta (hay que recordar que esta cactácea tiene sus meristemas y órganos reproductivos entre 5 y 20 cm de la superficie del suelo). Este efecto "buffer" sobre la temperatura del suelo y ambiente es especialmente importante en las horas de mayor temperatura. La protección contra heladas y temperaturas mínimas en invierno proporcionadas por las plantas nodrizas acorde a Nobel (1980, 1989) para cactáceas en sus límites norte de distribución, parece no jugar un papel importante con la especie en esta región.

Sin embargo, estudios en las poblaciones que se encuentren en sus límites latitudinales proporcionarían información más exacta para analizar el efecto de las bajas temperaturas en la sobrevivencia de la especie. Finalmente, es evidente que la conservación de esta especie no puede darse sin una adecuada protección del hábitat circundante, especialmente las plantas que funcionan como nodrizas.

Literatura citada

Bravo, E. 1953. Cactáceas del sureste de Tamaulipas. *Iconografía de las Cactáceas Mexicanas*, 28(1-2): 501-555.

Carrillo-García, A., J.L. León de la Luz, Y. Bashan y G.J. Bethelanvay. 1999. Nurse plants, mycorrhizae and plant establishment in a disturbed area of the Sonoran Desert. *Restoration Ecology*, 7(4): 321-335.

Cochran, W. 1982. *Técnicas de muestreo*. CECSA, México, 513 pp.

Cody, M. L. 1993. Do cholla cacti (*Opuntia* spp., subgenus *Cylindropuntia*) use or need nurse plants in the Mojave Desert? *Journal of Arid Environments*, 24:139-154.

Felker, P., y P. R. Clark. 1981. Nodulation and nitrogen fixation (acetylene reduction) in desert ironwood. *Oecologia*, 48: 292-293.

Franco, A.C., y Nobel, P.S. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J. Ecol.* 77: 870-886.

Holland, J.H. y T. Fleming. 1999. Mutualistic interactions between *Upiga virescens* (Pyralidae), a pollinating seed-consumer, and *Lophocereus schottii* (Cactaceae). *Ecology*, 80(6): 2074-2084.

INEGI, 1983. *Síntesis Geográfica del estado de Tamaulipas*. Instituto Nacional de Geografía e Informática, S.P.P., México, 159pp.

Jordan, P.W. y P. S. Nobel. 1981. Seedling establishment of *Ferocactus acanthodes* in relation to drought. *Ecology*, 64: 901- 906.

Lesica, P. 1992. Autoecology of the endangered plant *Howellia aquatilis*; implications for management and reserve design. *Ecological Applications*, 2(4): 411-421.

Lesica, P., y F. W. Allendorf. 1992. Are small populations of plants worth preserving? *Conservation Biology*, 6(1): 135-139.

Ludwig, J., y J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology*. Wiley Interscience, N.Y., 337 pp.

López-Camacho F. 1997. *Estudio Ecológico y Demográfico de Obregonia denegrii (Cactaceae), en el Valle de Jaumave, Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Inst. Tec. Cd. Victoria.

McAuliffe, J. 1988. Markovian dynamics of simple and complex desert plant communities. *American Naturalist*, 131:459-490.

Martínez, A.G., H. Suzán, y C. A. Salazar. 1993. Aspectos ecológicos y demográficos de *Ariocarpus trigonus* (Weber) Shumann. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 38(2): 30-38.

Menges, E.S. 1990. Population viability analysis for an endangered plant. *Conservation Biology*, 4(1):52-61.

Nabhan G. P., y H. Suzán. 1994. Boundary effects on endangered cacti and their nurse plants in and near a Sonoran Desert Biosphere Reserve. Pp. 55-67 in *Ironwood: An ecological and cultural keystone of the Sonoran Desert* (G. P. Nabhan y J. L. Carr, eds.), *Conservation International Occasional Paper* no 1. Washington, D.C., 92 pp.

Nobel, P.S. 1980. Morphology, surface temperatures, and northern limits of columnar cacti in the Sonoran Desert. *Ecology*, 61:1-7.

Nobel, P.S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press, New York, 270 pp.

Nobel, P.S. 1989. Temperature, water availability, and nutrient levels at various soil depths. Consequences for shallow-rooted desert succulents, including nurse plant effects. *American Journal of Botany*, 76:1486-1489.

Palmer, M.E. 1987. A critical look at rare plant monitoring in the U.S.A. *Biological Conservation*, 6:137-127.

Parker, C. 1988. Environmental relationships and vegetation associates of columnar cacti in the northern Sonoran Desert. *Vegetatio*, 78:125-140.

Patten, D. T. 1978. Productivity and production efficiency of an upper Sonoran Desert ephemeral community. *American Journal of Botany*, 65:891- 895.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Editorial Limusa, México, 432 pp.

- Shreve, F. 1931. Physical conditions in sun and shade. *Ecology*, 12:96-104.
- Smith, S. D., D. T. Patten y R. K. Monson. 1987. Effects of artificially imposed shade on a Sonoran Desert ecosystem: microclimate and vegetation. *Journal of Arid Environments*, 13: 65-82.
- Suzán, H., G. Malda, J. Jiménez, L. Hernández, M. Martínez y G. Nabhan. 1989. Evaluación de plantas amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas. *Biotam*, 1(1):20-27.
- Suzán, H., G. Nabhan, y D. T. Patten. 1994. Nurse plant and floral biology of a rare night blooming cactus, *Peniocereus striatus* (Brandege) F. Buxbaum. *Conservation Biology*, 8:461-470.
- Suzán, H., G. P. Nabhan, y D. T. Patten. 1996. The importance of *Oleña tesota* as a nurse plant in the Sonoran Desert. *Journal of Vegetation Science*, 7:635-644
- Tewksbury, J., y C.A. Petrovich. 1994. The influences of ironwood as a habitat-modifier species: A case study on the Sonoran Desert Coast of the Sea of Cortez. Pp. 29-54 in *Ironwood: An ecological and cultural keystone of the Sonoran Desert* (G. P. Nabhan J. L. Carr, eds.). *Conservation International Occasional Paper No 1*. Washington, D.C., 92 pp.
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisiana* in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ecology*, 79:961-972.
- Yeaton, R. 1978. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern chihuahuan desert. *Journal of Ecology*, 66:651-656.
- Zar, J. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, N.Y., 718 pp.

Apéndice 1. Listado de especies detectadas en el muestreo.

<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Koeberlinia spinosa</i>
<i>Acacia funkiana</i>	<i>Leucophillum texanum</i>
<i>Acacia gregii</i>	<i>Lycium sp</i>
<i>Acacia rigidula</i>	<i>Lippia berlandieri</i>
<i>Agave lechuguilla</i>	<i>Lippia dulcis</i>
<i>Ariocarpus trigonus</i>	<i>Mammillaria heyderi</i>
<i>Astrophytum myriostigma</i>	<i>Mammillaria picta</i>
<i>Castella tortuosa</i>	<i>Mimosa monancistra</i>
<i>Cercidium praecox</i>	<i>Mimosa sp2</i>
<i>Cordia boissieri</i>	<i>Neopringlea integrifolia</i>
<i>Croton niveus</i>	<i>Obregonia denegrii</i>
<i>Dalea lutea</i>	<i>Opuntia leptocaulis</i>
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	<i>Opuntia lindeinieri</i>
<i>Euphorbia antisiphylitica</i>	<i>Opuntia microdasys</i>
<i>Ferocactus hamathacantus</i>	<i>Prosopis laevigata</i>
<i>Ferocactus rafaelsensis</i>	<i>Yuca filifera</i>
<i>Flourensia cernua</i>	<i>Zapotaceae ?</i>
<i>Gallibia glauca</i>	
<i>Hechtia glomerata</i>	
<i>Helieta parvifolia</i>	
<i>Jatropha dioica</i>	
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	

12. Polinización en el bosque mesófilo

Gregg Dieringer¹, Leticia Cabrera R.² y José García-Franco³

¹Department of Biological Sciences, Northwest Missouri State University
800 University Drive, Maryville, MO 64468, USA
greggd@mail.nwmissouri.edu

²Department of Biological Sciences, University of Texas at Brownsville,
80 Ft. Brown, Brownsville, TX 78520, U.S.A.

³Departamento de Ecología y Vegetal, Instituto de Ecología, A. C.,
Apartado Postal 63, 91000 Xalapa, Veracruz, MÉXICO.

Abstract

An analysis of floral thermogenecity (associated to the floral scents production) and its relation with pollination was carried out. It was found that two species of *Cyclocephala* (Scarabaeoidea: Melolonthidae) pollinate *Magnolia*, and we suggest that this can represent an earlier adaptation to the floral specialization used for the first angiosperms establishing pollinator specificity. Also, variation in floral characteristics along the altitudinal gradient of humidity (1,400 m, 1,500 m and 900m), was studied in *Asclepias curassavica*, *Cnidioscolus multilobus*, *Croton cortesianus*, *Eugenia capuli* and *Euphorbia sp.nov.* We found that *Asclepias curassavica*, *Euphorbia sp.nov.* showed a trend to decrease the number of flowers/inflorescence with a local increase of humidity along the gradient.

Introducción

En México la vegetación de bosque mesófilo de montaña "bmm" (Rzedowski 1978) tiene aproximadamente 1% de su área, pero posee 14% (ca. 3,000) de las casi 22,000 angiospermas, haciéndolo el tipo de vegetación más diverso por unidad de área (Rzedowski 1991). Existen aproximadamente 900 especies endémicas.

El bosque mesófilo de montaña consiste de una vegetación montañosa tropical húmeda que típicamente posee elementos templados (*Quercus*, *Carpinus*, *Liquidambar*, *Platanus*, *Pinus*) y tropicales (*Engelhardtia*, *Clethra*, *Dendropanax*, *Podocarpus*) (Miranda y Sharp 1950), localizados entre los 800-1,400 m snm. Esta mezcla tan única que forma este tipo de vegetación ocurre solo en México y en Centro América (Greller 1990). La mayoría de los estudios relacionados con el bosque mesófilo de montaña de México, se han centrado en florística y fitogeografía (Miranda y Sharp 1950, Carlson 1954, Rzedowski 1969, Lorenzo *et al.* 1983, Zolá 1987, Luna *et al.* 1988, Puig 1989, Grellier 1990, Rzedowski 1991, Meave *et al.* 1992, Baez 1993).

Existen algunos estudios ecológicos enfocados hacia el estudio del bosque mesófilo de

montaña (Puig y Bracho 1987, Williams-Linera 1992) y otros cuantos relacionados con la interacción entre plantas y polinizadores (Hernández y Abud 1987, Hernández 1990, García-Franco y Rico-Gray 1991, Dieringer y Delgado 1994, Dieringer y Espinosa 1994, *cf.* Perrine y Gorchoy 1994). Es sorprendente que dado el gran interés en el bosque mesófilo de montaña (Hamilton *et al.* 1993), no haya más estudios en polinización.

Nuestro interés en el bosque mesófilo de montaña inició en 1992, cuando bajo un proyecto de colaboración con el Instituto de Ecología A. C., en Xalapa, Veracruz, comenzó el estudio sobre *Magnolia schiedeana*. De Xalapa, nuestra investigación se dirigió hacia la Reserva de la Biosfera El Cielo y en 1994 nos familiarizamos con *Magnolia tamaulipana*, la cual crece en la estación de campo Canindo. Canindo se localiza aproximadamente a los 1,400 m de altitud, cerca del Ejido San José. El llevar a cabo investigaciones en polinización en el bosque mesófilo de montaña, ha requerido la colaboración de un buen número de colegas a quienes les estamos profundamente agradecidos. Nuestro interés en el bosque mesófilo de montaña ahora cubre dos áreas principales, las cuales serán discutidas por separado. La primera se refiere a la termogenecidad floral y su relación con la polinización. En esta área nuestros estudios han sido realizados al nivel de población. La segunda área está enfocada hacia el estudio de las plantas del bosque mesófilo de montaña como una comunidad y la variación en rasgos florales a lo largo de un gradiente de humedad. El análisis de comunidades que aquí se presenta es inédito y se llevó a cabo con J. García-Franco.

Termogenecidad floral y polinización en *Magnolia*

La termogenecidad floral no es un proceso recientemente descubierto, éste ha sido descrito por Lamarck (1778; citado por Robacker *et al.* 1988).

La mayoría de lo que se conoce sobre termogenicidad floral se centra en la fisiología del proceso en miembros de la familia Araceae. Hasta donde sabemos, la termogenicidad floral está estrictamente asociada con la producción de aromas florales. Dentro de las Araceae, el proceso es disparado por un agente calorígeno el cual ha sido identificado como ácido salicílico (Raskin *et al.* 1987). La producción de ácido salicílico activa la respiración de los carbohidratos utilizados para elevar la temperatura floral arriba de la temperatura ambiental, aunque en algunos casos también lípidos pueden usarse directamente (Walker *et al.* 1983). Las temperaturas florales elevadas ayudan en la producción de aromas florales, ya que facilitan la volatilización de compuestos tales como aminas y amonio libre los cuales, en el caso de *Arum dioscoridis* (Araceae) se liberan como un olor putrefacto (Smith y Meeuse 1966) o como éter de metil-geranil, el cual produce el olor dulce (Azuma *et al.* 1997) de *Magnolia tamaulipana* (Magnoliaceae). Nuestros estudios en magnolias tropicales de México (Dieringer y Delgado 1994, Dieringer y Espinosa S. 1994, Dieringer *et al.* 1998, Dieringer *et al.* 1999) han demostrado que existe un tipo de especialización que no ha sido previamente documentado en las magnolias de áreas templadas. *Magnolia schiedeana* y *M. tamaulipana* son polinizadas por solo tres especies de escarabajos: *Myrmecocephalus* sp. (Staphylinidae) y dos especies de *Cyclocephala* (Scarabaeoidea: Melolonthidae). *Cyclocephala jalapensis* ha sido observado visitando *M. schiedeana*, mientras que *C. caelestis* ha sido observado visitando *M. tamaulipana* (Dieringer y Espinosa S. 1994, Dieringer *et al.* 1999, respectivamente). Nuestros artículos fueron los primeros reportes en polinización por escarabajos de la familia Melolonthidae en *Magnolia*; los Staphylinidae habían sido previamente reportados como visitantes de *Magnolia* (Thien 1974). En las especies templadas de *Magnolia* que han sido estudiadas, el número de taxa de escarabajos visitantes de flores puede variar desde tres hasta catorce (Thien 1974). Los escarabajos visitantes utilizan las flores como fuentes de alimento en la forma de polen y tejidos alimenticios especializados (Gibbs *et al.* 1977, Beach 1982, Young 1986, Gottsberger 1988, 1989) y como sitios de apareo (Beach 1982, Pellmyr y Thien 1986, Gottsberger 1988). Las flores de las magnolias tropicales, *M. schiedeana* y *M. tamaulipana*, están compuestas de seis pétalos, arreglados en dos verticilos de tres pétalos cada uno, éstos son de color blanco-

cremoso y están rodeados por tres sépalos verdosos. Aún antes de que las flores abran, los botones producen una fragancia dulce muy fuerte, la cual aumenta en intensidad conforme las flores abren y los escarabajos polinizadores entran. Cuando las flores comienzan a abrir, los seis pétalos permanecen erectos formando una cámara, la flor entonces es sexualmente protógina. Poco después, los pétalos del verticilo exterior se abren retrorsamente, mientras que los del verticilo interno permanecen erectos. Finalmente, el verticilo interno también se abre retrorsamente y, es aquí cuando la flor ya no es viable. Aunque las flores carecen de nectarios, los estigmas producen un exudado similar al néctar. La hora en la que estos eventos se realizan varía de especie en especie. En *Magnolia schiedeana*, las flores comienzan a abrir entre las 06:00 y las 10:00 hrs, mientras que las de *M. tamaulipana* comienzan a abrir temprano por la noche, cerca de las 18:00 horas y continúan abriendo durante el transcurso de la noche. En ambas especies de *Magnolia* las flores, las cuales son auto-compatibles, permanecen funcionales por 24 horas, con un lapso de polinización exitosa limitado a unas cuantas horas cuando los estigmas son receptivos. *Cyclocephala jalapensis* y *C. caelestis* se alimentan de las anteras y de los ápices de los pétalos, aunque algunas veces los pétalos enteros son consumidos, indicando que estos son tejidos alimenticios especializados, como ocurre en otros miembros de las Magnoliidae polinizadas por escarabajos de las dinastinos, tales como *Annona* spp. (Annonaceae) y *Talauma ovata* (Magnoliaceae) (Gottsberger 1988 1989, Gibbs *et al.* 1977, respectivamente).

La duración de la fase femenina, definida por la receptividad del estigma, está generalmente limitada a algunas horas inmediatamente después de que las flores abren. La fase femenina es seguida por varias horas de transición en donde los estigmas no son receptivos y las anteras no han abierto. La fase de transición es seguida por una fase masculina definida por la dehiscencia de las anteras.

El análisis nutricional de los tejidos de los pétalos y los sépalos de *M. tamaulipana* ha indicado que ambos contienen altas cantidades de carbohidratos y lípidos, pero los pétalos contienen cuatro veces menos fibra que los sépalos, haciendo de los pétalos un alimento altamente nutritivo y fácil de digerir (Dieringer *et al.* 1999). Esta información indica que las magnolias mexicanas del bosque mesófilo de montaña, poseen un sistema de polinización altamente especializado, el cual depende de *Cyclocephala* como polinizadores.

Cyclocephala es un género muy diverso, distribuido principalmente en los neotrópicos, con aproximadamente 900 especies de plantas neotropicales dependiendo de ellos para su polinización (Schatz 1990). Varios estudios de polinización relacionados con *Cyclocephala* han indicado que las flores que estos polinizan son termogénicas (Prance y Arias 1975, Burquez *et al.* 1987, Gottsberger 1989) por lo que decidimos investigar si las magnolias del bosque mesófilo de montaña presentaban termogenicidad floral, comenzado con *M. tamaulipana* (Dieringer *et al.* 1999). El estudio involucró la colecta de datos de 11 árboles elegidos al azar creciendo en Rancho Viejo en el ejido San José, a lo largo de una distancia de ca. 2 km, durante un periodo de nueve días, del 21-29 de mayo, 1996. El estudio involucró más de 300 horas de trabajo, durante las cuales se visitaron los árboles dos veces al día, examinando 213 flores. Los datos colectados incluyeron el número y sexo de los escarabajos visitantes, la longitud de los pétalos exteriores, el número de flores por árbol y el exceso de la temperatura floral. La temperatura excesiva floral fue medida utilizando una termocúpula de cobre constantano, la cual fue colocada en el andróforo durante la fase femenina únicamente. El exceso de la temperatura floral fue registrada como la diferencia entre la temperatura de la flor y la del ambiente.

De los 366 insectos que visitaron las 213 flores, 364 fueron escarabajos. *Cyclocephala caelestis* constituyó el 52% y *Myrmecocephalus* sp. constituyó el 46% de las visitas. La visitación floral de *Cyclocephala* y *Myrmecocephalus* mostró patrones diurnos diferentes. *Cyclocephala caelestis* fue más abundante que *Myrmecocephalus* sp. durante la noche y más abundante entre las 2,100-2,214 horas, promediando 2.06 escarabajos por flor (Cuadro 1).

En contraste, *Myrmecocephalus* sp. fue más abundante que *C. caelestis* durante el día y más abundante entre las 1,000-1,114 horas, promediando 1.34 escarabajos por flor. Cuando las flores comenzaron a abrir, éstas eran sexualmente femeninas, termogénicas y con una alta temperatura. Las temperaturas florales declinaron gradualmente conforme la fase sexual y el tiempo pasaron; 24 horas después de la anthesis no hubo diferencia con la temperatura ambiental (Cuadro 1). Las temperaturas florales excesivas variaron desde 1.0° a 9.3°C durante la fase femenina de la flor y desde 0.2° a 5.0°C para las flores en la fase masculina. Cuando analizamos a través de los intervalos de tiempo que corresponden a las horas

de la noche y las horas de la mañana, fue evidente que hubo una visitación diferencial entre las dos especies de escarabajos (Fig. 1). Una alta visitación en *Cyclocephala* corresponde a la noche cuando las flores presentaron las temperaturas más altas.

En contraste, *Myrmecocephalus* fue esencialmente equivalente tanto en las horas nocturnas como en las diurnas. Comparando la producción floral en árboles individuales, la abundancia de escarabajos, y el exceso de temperatura floral, se encontraron un número de relaciones interesantes. Hubo una relación negativa entre los logaritmos del número de flores por árbol y el promedio del largo del pétalo, indicando que existe un intercambio en el asignamiento de recursos. Los árboles productores de flores grandes produjeron un menor número de flores (Fig. 2). La abundancia de *Cyclocephala* mostró una relación positiva con el promedio del largo del pétalo, indicando que hubo una mayor visita a los árboles productores de flores grandes (Fig. 3). Por otro lado, la abundancia de *Myrmecocephalus* no mostró relación alguna con el promedio del largo del pétalo (Fig. 4). Estos datos, claramente indican que *Myrmecocephalus* responde a estímulos florales diferentes a los de *Cyclocephala*. El estímulo floral al que *Cyclocephala* respondió fue la termogenicidad floral y consecuentemente la producción de olor. La relación entre el exceso de temperatura floral y el promedio del largo del pétalo fue negativa (Fig. 5), sugiriendo que los árboles que poseen flores de pétalos largos disipan más calor y olor, atrayendo un mayor número de *Cyclocephala*. En contraste, *Myrmecocephalus* pareció responder a la producción del número total de flores, donde las flores sirven como sitios de apareamiento y fuentes de alimento en la forma de polen. Datos preliminares en otras especies de *Magnolia*, tales como *M. iltisiana*, *M. schiedeana* (Dieringer *et al.* 1999) y *M. grandiflora* (Thien comunicación personal) indican que estas especies también poseen flores termogénicas. La termogenicidad floral en *Magnolia* parece ser una adaptación que ayuda a la volatilización de aceites florales y la producción de olores florales que atraen polinizadores específicos, en este caso, escarabajos del género *Cyclocephala* (Fig. 6). Previamente a nuestros estudios, no se sabía que la termogenicidad floral exhibiera alguna relación filogenética. En una revisión de la literatura, encontramos que las siguientes familias tienen algunas especies que exhiben termogenicidad floral: Annonaceae, Araceae, Arecaceae, Aristolochiaceae, Cyclanthaceae, Nelumbonaceae y Nymphaeaceae

Cuadro 1. Promedio de las temperaturas florales excesivas durante intervalos de 75 minutos, a través del lapso de vida de una flor típica de *Magnolia tamaulipana*, con el número correspondiente de escarabajos polinizadores/flor. La polinización por escarabajos está dividada por especie, mientras que *Cyclocephala* fue dividida por sexo. NC= número de hembras de *Cyclocephala caelestis*, y NM= número de *Myrmecocephalus* sp. El tamaño de la muestra para la abundancia de los escarabajos por cada intervalo fue el siguiente: día 1= 8, 25, 62; día 2= 44, 40, 17,13; día 3= 4; total= 213 flores.

Día	Intervalo de Tiempo (horas)	N _{flores}	Promedio de la Temperatura Excesiva* (° C)	Error estándar	N _c	N _c	N _m
1	1830-1944	7	2.61	0.30	0	1	2
2	1945-2059	6	2.97	0.36	20	2	14
	2100-2214	23	2.63	0.41	113	15	51
3	1000-1114	10	2.10	0.31	5	4	59
	1115-1259	17	1.97	0.29	9	5	21
	1300-1414'	17	2.11	0.29	8	6	9
	1415-1559	6	2.03	0.31	0	0	1
	1000-1114	4	0.00	0.00	0	0	0

* El exceso de la temperatura floral para cada flor, fue calculada como la diferencia entre la temperatura de la flor y la ambiental.

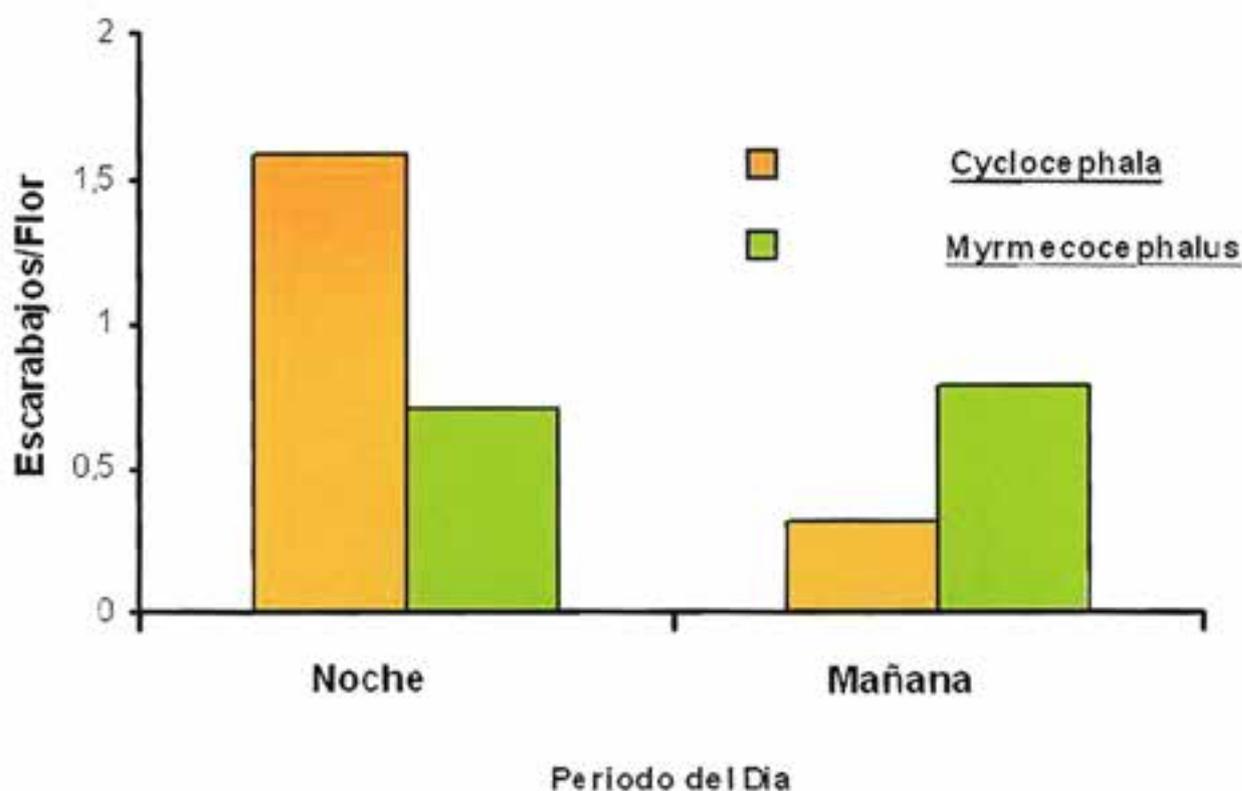


Figura 1. Visita de escarabajos a flores de *Magnolia tamaulipana* durante las horas de la noche y la mañana.

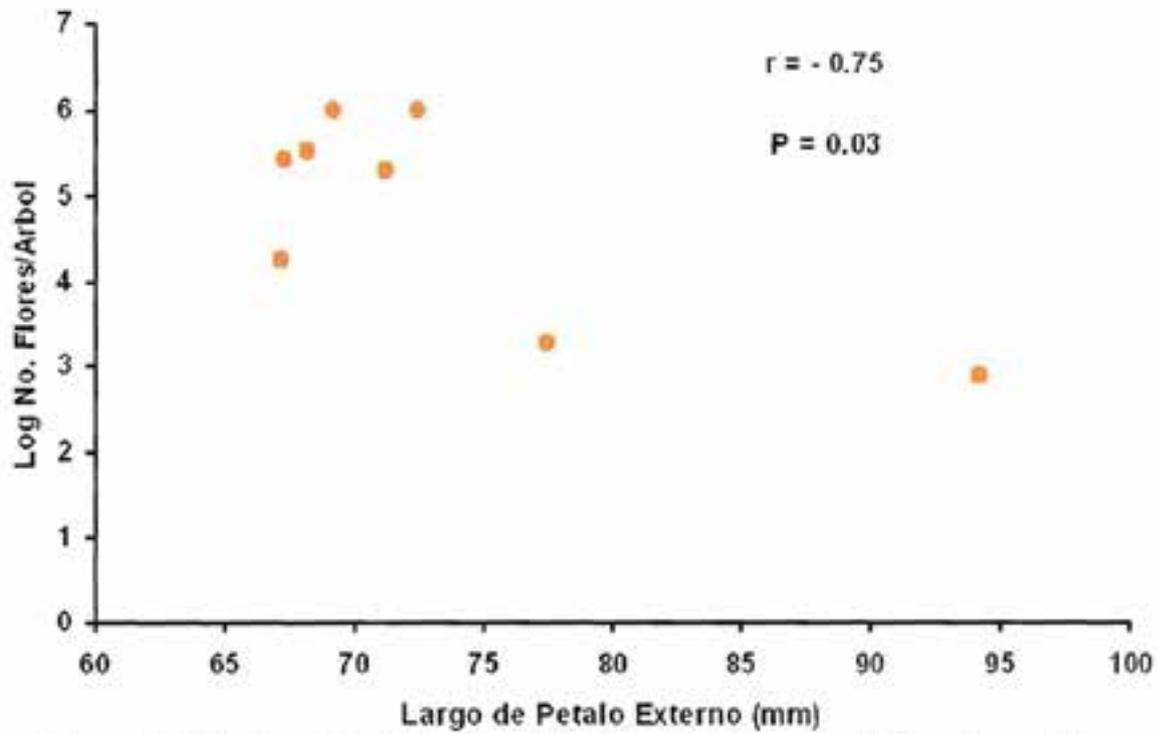


Figura 2. Relación entre el logaritmo del número de flores por árbol y el promedio del largo del pétalo para ocho árboles de *Magnolia tamaulipana*.

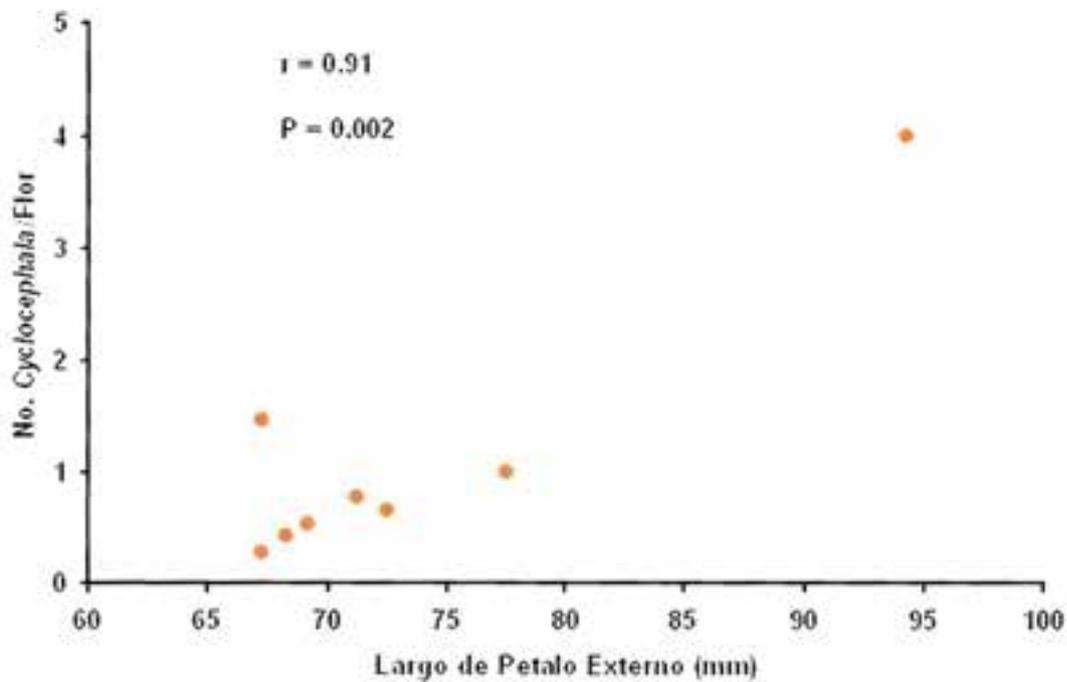


Figura 3. Relación entre el número promedio de *Cyclocephala* por flor y el promedio del largo del pétalo (mm) para ocho árboles de *Magnolia tamaulipana*

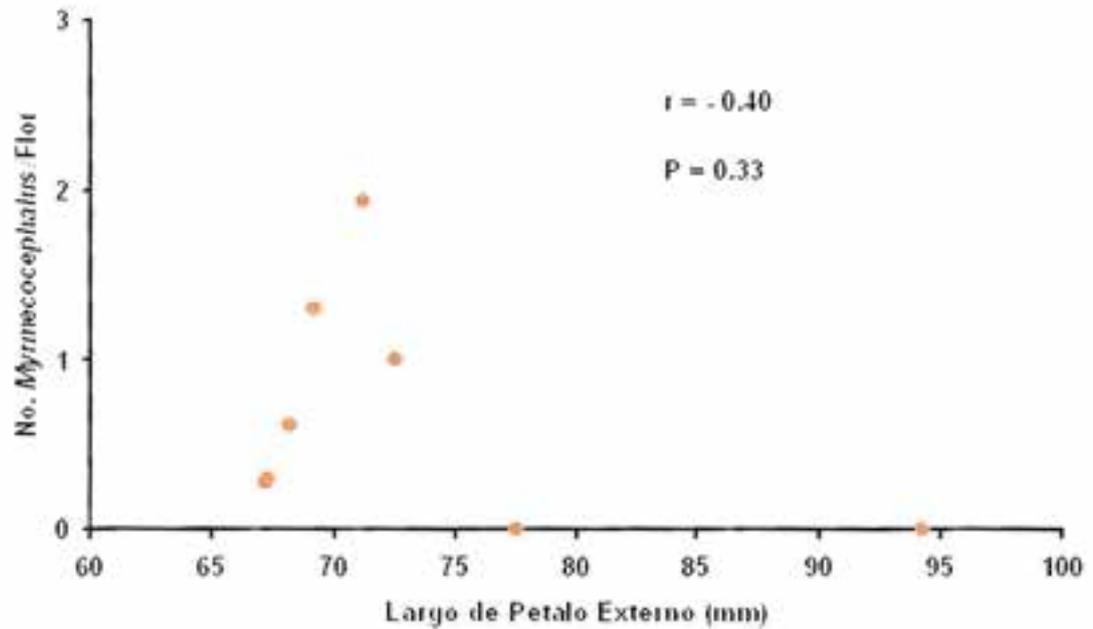


Figura 4. Relación entre el número promedio de *Myrmecocephalus* por flor y el promedio del largo del pétalo (mm) para ocho árboles de *Magnolia tamaulipana*.

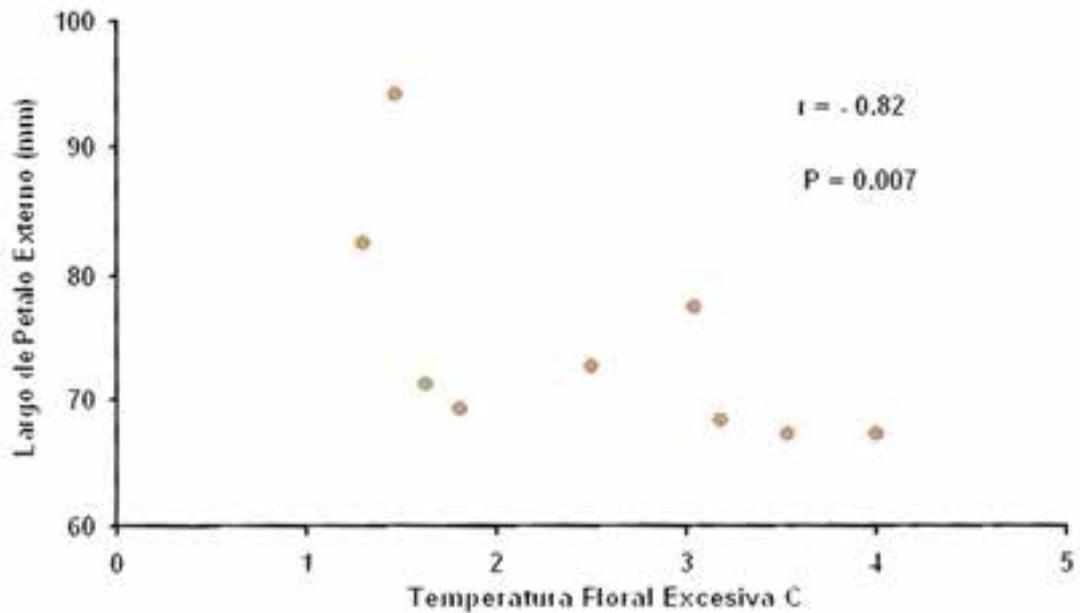


Figura 5. Relación entre el exceso de la temperatura floral durante la fase femenina de la flor y el promedio del largo del pétalo (mm) para nueve árboles de *Magnolia tamaulipana*.



Figura 6. Daño en *Magnolia tamaulipana*.

(cf. Endress 1994, Seymour y Schultze-Motel 1996). A esta lista podemos ahora agregar las Magnoliaceae y las Illiciaceae (Dieringer *et al.* 1999). Los miembros termogénicos de estas familias son polinizadas ya sea por moscas o por escarabajos. Una de las filogenias de angiospermas más recientes (Chase *et al.* 1993), coloca a estas familias dentro del mismo clado.

Nos atrevemos a sugerir que estas familias comparten, por descendencia, un gene o grupo de genes que funcionan como una preadaptación para la evolución de termogenicidad floral dadas las condiciones ambientales adecuadas, sin importar si la polinización es por moscas o por escarabajos.

El clado dentro del cual estas familias han sido colocadas, es considerado basal dentro de las angiospermas. La termogenicidad floral puede, por tanto, representar una temprana adaptación a la especialización floral utilizada por las primeras angiospermas para establecer especificidad de polinizadores y constancia floral, incrementando la probabilidad de la visita de polinizadores y la transferencia de polen entre sus conespecíficos.

Variación de rasgos florales en un gradiente de humedad

Dentro del estudio de la ecología de la polinización, frecuentemente es de importancia central el considerar la abundancia de polinizadores o el grado en el cual los polinizadores visitan las flores.

Solo por nombrar algunos tópicos, la abundancia de polinizadores ha jugado un papel clave en el estudio del forrajeo óptimo por insectos (Heinrich y Raven 1972, Pyke *et al.* 1977), en la selección sexual (Willson 1979), en la asignación del sexo (Charnov 1982), en la competencia por polinizadores (Waser 1983), en la limitación de polinizadores (Haig y Westoby 1988, Dieringer 1992), y en la evolución del atractivo floral (Wilson *et al.* 1994, Ashman y Schoen 1996).

Recientemente, Wilson *et al.* (1994) desarrollaron un modelo simple, relacionando la frecuencia de visitación de polinizadores con algunas respuestas evolutivas propuestas para poblaciones de plantas. Estos autores predijeron que cuando las plantas reciben amplia polinización, debería haber selección hacia una presentación gradual del polen para, de esta manera, mejorar la oportunidad de engendrar semillas en otros individuos. En este caso, habría poca o ninguna

selección para incrementar el atractivo floral, tanto desde la perspectiva masculina como desde la femenina. Por otro lado, durante periodos de baja o marginal visitación de polinizadores, no habría selección para una presentación gradual del polen, sino una alta presión de selección para aumentar el atractivo floral, tanto desde la perspectiva masculina como desde la femenina. El atractivo floral no es necesariamente un parámetro fácil de medir, éste incluiría variables tales como el número de flores/planta, diámetro de la corola, biomasa floral y longevidad floral. Galen (1989) ha demostrado que los polinizadores de *Polemonium viscosum* pueden discernir la variación natural en el tamaño o diámetro de las corolas y que esto afecta directamente la fecundidad femenina. Las abejas fueron el agente selectivo causando selección direccional (Galen 1996). Otros estudios realizados por Campbell (1989) y Campbell *et al.* (1996) han demostrado un efecto significativo para el ancho de la corola en polen exportado a los estigmas. Algunos modelos teóricos sugieren que una mayor asignación de recursos a las estructuras de atracción debería incrementar la probabilidad de la visitación (Stanton y Preston 1988, Cohen y Dukas 1990). Siguiendo los modelos de Harder y Thomson (1989), plantas que experimentan baja visitación de polinizadores, deberían producir menos fardos o flores que las plantas que experimentan alta o amplia visitación de polinizadores, para así poder maximizar la

dispersión del polen a los estigmas de otras plantas. Asumiendo que las plantas del bosque nublado reciben baja visitación de polinizadores, esperaríamos entonces que las plantas produjeran menos flores en bosque mesófilo de montaña, (Fig. 7) que en un tipo de vegetación más seco. Una frecuente neblina y la asociada humedad, características del bosque mesófilo de montaña (Vogelmann 1973), podrían imponer limitaciones a la actividad de los polinizadores (Cruden 1972). Cruden (1972) encontró que las tasas de polinización y producción de semillas para plantas polinizadas por abejas, fueron más bajas en elevaciones altas del bosque mesófilo de montaña, comparadas con las plantas polinizadas por aves.

La mayor frecuencia de plantas polinizadas por colibríes en el bosque nublado, comparada con una vegetación más seca y en menor elevación (*cf.* Linhart *et al.* 1987), sugiere que la actividad de las abejas y posiblemente otros polinizadores está limitada por las condiciones climáticas de humedad del bosque mesófilo de montaña. Los estudios realizados por Arroyo *et al.* (1985) en las áreas templadas altas de los Andes de Chile han mostrado un decremento significativo en la tasa de visitas por polinizadores en elevaciones altitudinales altas asociadas con un gradiente de temperatura. Estos estudios indican que las condiciones climáticas pueden tener un efecto significativo en la actividad de forrajeo de los polinizadores al nivel de



Figura 7. Inflorescencia de *Magnolia tamaulipana*

comunidad. Asumiendo que la visita de polinizadores está limitada por las condiciones climáticas del bosque nublado, debería haber diferencias detectables en los rasgos florales asociados con el atractivo para polinizadores entre poblaciones de la misma especie, pero que crecen en diferentes comunidades (por ejemplo dentro y fuera del bosque mesófilo de montaña) o a lo largo de un gradiente de humedad. En el **Cuadro 2**, se presentan cambios en elevación y precipitación asociada para algunas áreas del bosque mesófilo de montaña del este de México. Se puede advertir que iniciando la vegetación del bosque mesófilo de montaña a los 1,100 m snm, la precipitación disminuye con la elevación en la Reserva El Cielo.

La precipitación también declina con la elevación en una escala geográfica más amplia en el estado de Veracruz, aunque los sitios específicos pueden variar substancialmente. La mayoría de los estudios relacionados con abundancia de polinizadores o frecuencia de visitación floral, han sido conducidos al nivel de población (Bierzchudek 1981, Campbell *et al.* 1996, Galen 1996). Algunos estudios han sido efectuados con el objetivo de examinar respuestas ecológicas o evolutivas que las plantas experimentan cuando la abundancia de polinizadores al nivel de la comunidad es baja (Arroyo *et al.* 1985, Motten 1986). Aquí examinamos la siguiente hipótesis: Existen diferencias predecibles en rasgos florales asociados con el atractivo para polinizadores, a lo largo de un gradiente de humedad en el bosque mesófilo de montaña de México. Dichas diferencias sugerirían una actividad limitada de polinizadores, presumiblemente como consecuencia de las condiciones climáticas encontradas en el bosque nublado. En El Cielo, pueden encontrarse, a lo largo de un gradiente de humedad, poblaciones distribuidas a lo largo de un gradiente de elevación, iniciando desde el bosque mesófilo de montaña y pasando a elevaciones más bajas donde se encuentran hábitats más secos. Cinco especies fueron elegidas, midiéndose el número de flores y/o el tamaño de la flor como un rasgo asociado con el atractivo floral. En junio de 1997, comparamos estos rasgos entre las poblaciones de la misma especie a lo largo del gradiente de humedad, desde la estación de campo Canindo (1,400 m snm) hasta el ejido Alta Cimas (900 m snm). Las poblaciones de bosque mesófilo de montaña a los 1,400 m, habitan un ambiente más húmedo y con neblina más densa que las poblaciones localizadas a los 900 m en una vegetación secundaria más seca.

Identificamos 13 especies de plantas que ocurrieron en esos dos extremos: *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae), *Arisaema macrospatum* (Araceae), *Begonia francois* (Begoniaceae), *Beloperone guttata* (Acanthaceae), *Cestrum flavescens* (Solanaceae), *Cnidoscylus multilobus* (Euphorbiaceae), *Commelina elegans* (Commelinaceae), *Croton cortesiana* (Euphorbiaceae), *Eugenia capuli* (Myrtaceae), *Eupatorium* sp. (Asteraceae), *Euphorbia* sp. nov. (Euphorbiaceae), *Pilea pubescens* (Urticaceae) y *Rubus* sp. (Rosaceae). Se seleccionaron tres localidades para obtener datos preliminares en cinco de las 13 especies, una a los 1,400 m, y otras dos a los 1,150 y 900 m de altitud, respectivamente. Las especies elegidas fueron: *A. curassavica*, *C. multilobus*, *C. cortesiana*, *E. capuli*, y *Euphorbia* sp. nov. Dependiendo de los atributos de las especies, los caracteres analizados variaron para cada especie. En *Asclepias* utilizamos el número de flores/umbela y diámetro de la corola. En *Cnidoscylus* y *Croton*, se consideró la longitud y diámetro de la flor únicamente en flores masculinas, dado que estas especies son monoicas, además de que las flores masculinas eran más abundantes.

En *Croton*, la longitud de la flor incluyó la expansión de los estambres. En *Eugenia* utilizamos la longitud de la flor (incluyendo la expansión de los estambres), así como el diámetro. Para *Euphorbia* medimos el número de ciatios/planta y la distancia de la mancha rojiza más lejana presente en las brácteas que sostienen a los ciatios. Las medidas morfológicas se realizaron utilizando un vernier calibrado con una precisión de 0.1 mm. El tamaño de la muestra (*n*) para cada rasgo medido varió de 16-20 plantas (una medida/tratamiento/planta). Los datos fueron analizados utilizando un modelo mixto MANOVA. Los efectos principales en el modelo fueron elevación como un efecto fijo, y especies como un efecto al azar, mientras que el tamaño (diámetro de la corola o el largo de la mancha en la bráctea), y largo (corola o la flor completa) fueron las variables dependientes. El número de flores o ciatios en *Asclepias* y *Euphorbia* fueron probados utilizando las pruebas para dos muestras de Kruskal-Wallis y Wilcoxon, respectivamente. En los **Cuadro 3 y 4** se presenta, de forma respectiva, una comparación de las características florales a diferentes elevaciones, entre los tres sitios de estudio y el correspondiente análisis MANOVA. Los resultados del análisis MANOVA fueron estadísticamente significativos para los efectos de la elevación, especies, y su interacción con el tamaño de estructuras de atractivo (diámetro de la

Cuadro 2. Cambio en elevación y asociada precipitación en algunas áreas del bosque mesófilo de montaña en el este de México. Los datos para la Biosfera el Cielo, fueron tomados de Puig y Bracho (1978) y los del estado de Veracruz fueron tomados de Vogelmann (1973).

Localidad	Elevación (m snm)	Precipitación (ml)
Reserva de la Biosfera El Cielo (precipitación anual 1972-1983)		
Canindo	1400	datos no disponibles
Rancho El Cielo	1100	2522
Gómez Farías	200	1852
Estado de Veracruz (precipitación total entre 6 Enero 1969 - 11 Enero 1970)		
Teziutlán (Puebla)	1990	1835
Altotonga	1898	1520
Xalapa	1361	995
Totutla	1330	2365
Rinconada	259	497

corola o de la mancha de la bráctea), pero se encontró que únicamente hubo un resultado estadísticamente significativo entre el efecto de las especies con el largo de la flor (**Cuadro 2**).

Para cuatro de las cinco especies, el tamaño del atractivo de las estructuras fue generalmente más grande en el bosque mesófilo de montaña y menor conforme la elevación y la humedad declinaron. Sin embargo, lo contrario sucedió en *Eugenia capuli*, lo cual explica el resultado significativo en el término de interacción. No se detectó un efecto significativo para el número de flores en *Asclepias* ($X^2= 3.06$, $df= 2$, $P= 0.22$; Kruskal-Wallis) o *Euphorbia* ($Z= 1.02$, $P= 0.31$; Wilcoxon dos-muestras). Las plantas en El Cielo, claramente muestran diferencias significativas en los rasgos florales a lo largo de un gradiente de humedad. Algunas de estas diferencias pueden ser interpretadas como resultado de la selección para aumentar el atractivo floral a altas elevaciones del bosque húmedo nublado. El diámetro de la corola de *Asclepias curassavica* y *Cnidoscylus multilobus*, el largo de la flor masculina de *Croton cortesianus*, y el tamaño de la mancha rojiza en la bráctea de *Euphorbia* sp. nov. fueron todas significativamente mayores a los 1400 m snm que a altitudes menores, y pueden considerarse como características que aumentan el atractivo floral para los polinizadores.

Esto es precisamente lo que se esperaría asumiendo una actividad baja de polinizadores en el bosque mesófilo de montaña (Stanton y Preston 1988, Cohen y Dukas 1990).

Cruden (1972) registró baja fecundidad para plantas polinizadas por abejas en el bosque mesófilo de montaña de Chiapas, México. Al contrario de lo esperado, en *Eugenia capuli*, el diámetro de la corola fue menor a los 1,400 m que a elevaciones más bajas. Evidentemente, si las flores de *E. capuli* están experimentando selección debido a una baja visitación de polinizadores, otros rasgos florales deberían estar involucrados. Posiblemente hubiera sido más apropiado examinar el número de flores/rama floral. Tanto *Asclepias curassavica* como *Euphorbia* sp. nov. mostraron una definitiva tendencia, pero no significativa, a disminuir el número de flores/inflorescencia con un aumento local de humedad a lo largo del gradiente.

Esta tendencia sigue las predicciones de modelos desarrollados por Harder y Thomson (1989) la cual maximiza la dispersión de polen cuando la visitación de polinizadores es baja. En el caso de *Asclepias curassavica*, no es claro cual carácter está bajo selección, si el número de flores o el tamaño de la flor. Sería de esperarse que las plantas seleccionadas para producir flores más grandes produjeran menos flores/inflorescencia, debido a un intercambio en la asignación de recursos y viceversa. La falta de resultados significativos en este estudio puede deberse al tamaño de la muestra. Estudios de campo (**Fig. 8**) han proporcionado un fuerte apoyo al demostrar que los rasgos florales asociados con atractivo, influyen significativamente la visitación de polinizadores y la resultante reproducción de las

Cuadro 3. Características reproductivas para cinco especies de plantas del bosque mesófilo de montaña a diferentes elevaciones, a lo largo de un gradiente de humedad. Las variables fueron medidas en mm. El tamaño de la muestra se encuentra en paréntesis. Los promedios compartiendo la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Parámetro evaluado para cada especie	Altitud					
	1400m		1150m snm		900m snm	
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.
<i>Asclepias curassavica</i>						
Número de flores ¹	8.3 ^a	0.5	9.4 ^a	0.7	9.8 ^a	0.7
Diámetro de la corola	6.58 ^a	0.11	6.59 ^a	0.13	6.04 ^b	0.12
<i>Cnidiosculus multilobus</i>						
Largo de la corola	8.38 ^a	0.26	8.08 ^a	0.33	7.79 ^a	0.25
Diámetro de la corola	19.04 ^a	0.38	18.89 ^a	0.66	17.19 ^b	0.31
<i>Croton cortesianus</i>						
Largo de la flor masculina	4.98 ^a	0.09	4.55 ^b	0.11	—	—
Diámetro de la corola masculina	7.81 ^a	0.23	7.69 ^a	0.28	—	—
<i>Eugenia capuli</i>						
Largo de la flor	5.06 ^a	0.18	5.19 ^a	0.22	—	—
Diámetro de la corola	12.28 ^a	0.18	14.26 ^b	0.38	—	—
<i>Euphorbia</i> sp. nov.						
Largo de la mancha rojiza	16.74 ^a	0.75	13.68 ^b	0.88	—	—
Número de ciatios ²	5.8 ^a	0.7	6.9 ^a	0.8	—	—

¹ Kruskal-Wallis.²

Wilcoxon dos muestras.

Cuadro 4. Cuadro de la suma de los cuadrados para el análisis MANOVA de las características florales para cinco especies del bosque de mesófilo a lo largo de un gradiente de humedad en la Reserva de la Biosfera El Cielo en 1997.

Fuente	g.l.	Tipo III SS	F	P
Tamaño				
Elevación	2	39.02444871	4.59	0.01
Especies	4	5374.48081033	315.92	0.0001
Interacción	5	139.31606366	6.55	0.0001
Error	224	952.67787500		
Longitud				
Elevación	2	3.78133333	1.98	0.14
Especies	2	290.72466667	152.04	0.0001
Interacción	2	1.71800000	0.90	0.41
Error	133	473.40171429		

plantas. Recientes modelos de trayectoria en *Ipomopsis aggregata* elaborados por Mitchell (1994), han demostrado que las características florales del largo de la corola y el número de flores abiertas, significativamente influyen la visita de colibríes y subsecuentemente la producción de frutos. En *Campanula americana*, una reducción experimental en el tamaño de los pétalos demostró que *Bombus* discriminó en contra de las flores de tamaño pequeño y que esto resultó en un decremento significativo en la producción de semilla (Johnson *et al.* 1995). Schemske y Ågren (1995) demostraron, utilizando flores artificiales de *Begonia involucreta*, que las flores grandes recibieron más visitas por abejas que las flores pequeñas. En un estudio que duró tres años en *Raphanus raphanistrum*, Conner y Rush (1996) encontraron que el número de flores y el tamaño estaban positivamente asociados con una baja tasa de visitas por moscas sírfidas y pequeñas abejas. Nuestros resultados concuerdan con la hipótesis que establece que la tasa de visitación de polinizadores o abundancia, es menor en el bosque húmedo nublado que en otros tipos de vegetación más secos y que esto ha influenciado

la evolución de rasgos florales asociados con un incremento en el atractivo. Alternativamente, la variación observada en estos rasgos florales puede simplemente representar variación ambiental a lo largo de un gradiente de humedad o de elevación. Está claro que se requieren estudios adicionales que incorporen más especies y que se debe considerar el medir variables ambientales, así como tasas de visitación de polinizadores, para entonces poder hacer conclusiones firmes sobre la evolución de características florales en el bosque mesófilo de montaña de México.

Agradecimientos. Este estudio fue apoyado por una subvención Michaux otorgada a GD y LCR por la American Philosophical Society, también fue apoyado por la National Science Foundation, Planning Visit Grant INT-9602967 otorgado a GD y CONACYT, subvención 225260-5-1840PN otorgada a JGF. El Dr. Pedro Reyes-Castillo, el M. en C. Manuel Lara y la Biól. Larisa Loya fueron parte activa del equipo de trabajo de campo en uno de los estudios. El M. en C. Lara hizo posible el uso de varias facilidades.



Figura 8. Colecta de *Magnolia* en la RBC

Literatura Citada

- Arroyo, J., J. Armesto y R. B. Primack. 1985. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile II. Effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. *Plant Systematics and Evolution* 149: 187-203.
- Azuma, H., M. Toyota, Y. Asakawa, R. Yamaoka, J. G. García-Franco, G. Dieringer, L. B. Thien, y S. Kawano. 1997. Chemical divergence in floral scents of *Magnolia* and allied genera (Magnoliaceae). *Plant Species Biology* 12: 69-83.
- Ashman, T. y D. J. Schoen. 1996. Floral longevity: fitness consequences and resource costs, pp. 112-139. In: D. G. Lloyd y S. C. H. Barrett (eds.). *Floral Biology: Studies on Floral Evolution in Animal-Pollinated Plants*, Chapman and Hall, NY.
- Baez, C. G. 1993. *Listado florístico de la Sierra de Chiconquiaco*, Ver. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Beach, J. H. 1982. Beetle pollination of *Cyclanthus bipartitus* (Cyclanthaceae). *American Journal of Botany* 69: 1074-1081.
- Bierzuchudek, P. 1981. Pollinator limitation of plant reproductive effort. *American Naturalist* 117: 838-840.
- Búrquez, A., J. Sarukhán, y A. L. Pedroza. 1987. Floral biology of a primary rain forest palm, *Astrocaryum mexicanum* Liebm. *Botanical Journal of the Linnean Society* 94: 407-419.
- Campbell, D. R. 1989. Measurements of selection in a hermaphroditic plant: variation in male and female pollination success. *Evolution* 43: 318-334.
- Campbell, D. R., N. M. Waser y M. V. Price. 1996. Mechanisms of hummingbird-mediated selection for flower width in *Ipomopsis aggregata*. *Ecology* 77: 1463-1472.
- Carlson, M. C. 1954. Floral elements of the pine-oak-liquidambar forest of Montebello, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81: 387-399.
- Charnov, E. L. 1982. *The theory of sex allocation*. Princeton Univ. Press, NJ.
- Chase, M. W., D. E. Soltis, R. G. Olmstead, D. Morgan, D. H. Less, B. D. Mishler, M. R. Duvall, R. A. Price, H. G. Hills, Y. Qiu, K. A. Kron, J. H. Rettig, E. Conti, J. D. Palmer, J. R. Manhart, W. J. Kress, K. G. Karol, W. D. Clark, M. Hedrén, B. S. Gaul, R. K. Jansen, K. Kim, C. F. Wimpsey, J. F. Smith, G. R. Furnier, S. H. Strauss, Q. Xiang, G. M. Plunkett, P. S. Soltis, S. M. Swensen, S. E. Williams, P. A. Gadek, C. J. Quinn, L. E. Equiarte, E. Golenberg, G. H. Learn, Jr, S. W. Graham, S. C. H. Barrett, S. Dayanandan y V. A. Albert. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 528-580.
- Cohen, D. y R. Dukas. 1990. The optimal number of female flowers and fruits-to-flower ratio in plants under pollination and resources limitation. *American Naturalist* 135: 218-241.
- Conner, J. K. y S. Rush. 1996. Effects of flower size and number on pollinator visitation to wild radish, *Raphanus raphanistrum*. *Oecologia* 105: 509-516.
- Cruden, R. W. 1972. Pollinators in high-elevation ecosystems: relative effectiveness of birds and bees. *Science* 176: 1439-1440.
- Dieringer, G. 1992. Pollinator limitation in populations of *Agalinis strictifolia* (Scrophulariaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 119: 131-136.
- _____ y J. E. Espinosa S. 1994. Reproductive ecology of *Magnolia schiedeana* (Magnoliaceae): a threatened cloud forest tree species in Veracruz, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*: 121: 154-159.
- _____ y L. Delgado. 1994. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera: Scarabaeidae): an endemic of eastern Mexico. *Southwestern Entomologist* 19: 309-311.
- _____, L. Cabrera R., M. Lara, L. Loya, y P. Reyes-Castillo. 1999. Beetle pollination and floral thermogenicity in *Magnolia tamaulipana* (Magnoliaceae). *International Journal of Plant Science* 160: 64-71.
- _____, P. Reyes-Castillo, M. Lara, L. Cabrera, y L. Loya. 1998. Endothermy and floral utilization of *Cyclocephala caelestis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthidae): a cloud forest endemic beetle. *Acta Zoologica Mexicana* 73: 145-153.
- Endress, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press, New York. 511 pp.
- Galen, C. 1989. Measuring pollinator-mediated selection on morphometric floral traits: bumblebees and the alpine sky pilot, *Polemonium viscosum*. *Evolution* 43: 882-890.
- Galen, C. 1996. Rates of floral evolution: adaptation to bumblebee pollination in an alpine wildflower, *Polemonium viscosum*. *Evolution* 50: 120-125.
- García-Franco, J. G. y V. Rico-Gray. 1991. Biología reproductiva de *Tillandsia deppeana* Stuedel (Bromeliaceae) en Veracruz, México. *Brenesia* 35: 61-79.
- Gibbs, P. E., J. Semir, N. D. Da Cruz. 1977. Floral biology of *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae). *Ciencia e Cultura* 29: 1437-1441.
- Gottsberger, G. 1988. The reproductive biology of primitive angiosperms. *Taxon* 37: 630-643.
- _____. 1989. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 167: 165-187.
- Greller, A. M. 1990. Comparison of humid forest zones in eastern Mexico and southeastern United States. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 117: 382-396.
- Haig, D. y M. Westoby. 1988. On limits to seed production. *American Naturalist* 131: 757-759.
- Hamilton, L. S., J. O. Juvik y F. N. Scatena. 1993. *Tropical montane cloud forests*. Proceedings of an International Symposium. East-West Center, Honolulu, Hawaii. 264 pp.
- Harder, L. D. y J. D. Thomson. 1989. Evolutionary options for maximizing pollen dispersal of animal-pollinated plants. *American Naturalist* 133: 323-344.
- Heinrich, B. y P. H. Raven. 1972. Energetics and pollination ecology. *Science* 176: 597-602.
- Hernández, H. M. 1990. Autopolinización en *Mirabilis longiflora* L. (Nyctaginaceae). *Acta Botánica Mexicana* 12: 25-30.
- _____ y Y. C. Abud. 1987. Notas sobre la ecología de árboles en un bosque mesófilo de montaña en Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 47: 5-35.

- Johnson, S. G., L. F. Delph, y C. L. Elderkin. 1995. The effect of petal-size manipulation on pollen removal, seed set, and insect-visitor behavior in *Campanula americana*. *Oecologia* 102:174-179.
- Lamarck, J. B. 1778. Flore Francaise. vol. 3 Paris.
- Linhart, Y. B., P. Feinsinger, J. H. Beach, W. H. Busby, K. G. Murray, W. Z. Pounds, S. Kinsman, C. A. Guindon, y M. Koolman. 1987. Disturbance and predictability of flowering patterns in bird-pollinated cloud forest plants. *Ecology* 68: 1696-1710.
- Lorenzo, S.-A. L., A. Ramírez Roa, M. A. Soto Arenas, A. Breceda M. Del C. Calderón, H. Cortéz, C. Puchet, M. Ramírez, R. Villalón, y E. Zapata. 1983. Notas sobre la fitogeografía del bosque mesófilo de montaña en la Sierra Madre del Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 44: 97-102.
- Luna, I., L. Almeida, L. Villers, y L. Lorenzo. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 48: 35-63.
- Meave, J., M. A. Soto, L. M. C. Irbien, H. P. Hernández, y S. V. Ávalos. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 52: 31-77.
- Mitchell, R. J. 1994. Effects of floral traits, pollinator visitation, and plant size on *Ipomopsis aggregata* fruit production. *American Naturalist* 143: 870-889.
- Miranda, F. y A. J. Sharp. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.
- Motten, A. F. 1986. Pollination ecology of the spring wildflower community of a temperate deciduous forest. *Ecological Monographs* 56: 21-42.
- Perrine, J. D. y D. L. Gorchov. 1994. The El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Sida, Botanical Miscellany* No. 12, Botanical Research Institute of Texas, TX. 58p.
- Pellmyr, O. y L. B. Thien. 1986. Insect reproduction and floral fragrances: keys to the evolution of the angiosperms? *Taxon* 35: 76-85.
- Prance, G. T., J. R. Arias. 1975. A study of the floral biology of *Victoria amazonica* (Poepp.) Sowerby (Nymphaeaceae). *Acta Amazonica* 5: 109-139.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farías. *Biotam* 1: 34-53.
- _____ y R. Bracho. 1987. Climatología, p. 39-54. In: H. Puig and R. Bracho (eds.). *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A. C. México, D.F.
- Pyke, G. H., H. R. Puliam y E. L. Charnov. 1977. Optimal foraging theory: a selective review of theory and tests. *Quarterly Review of Biology* 52: 137-154.
- Raskin, I., K.A. Ehmann, W. R. Melander, y B. J. D. Meeuse. 1987. Salicylic acid: a natural inducer of heat production in *Arum* lilies. *Science* 237: 1601-1602.
- Robacker, D. C., B. J. D. Meeuse, y E. H. Erickson. 1988. Floral aroma. How far will plants go to attract pollinators? *Bioscience* 38: 390-398.
- Rzedowski, J. 1969. Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 18: 91-106.
- _____. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.
- _____. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- Schatz, G. E. 1990. Some aspects of pollination biology in Central American forests, pp. 69-84. In K. S. Bawa, M. Hadley, eds. *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Parthenon Publishing Group Limited, Paris.
- Schemske, D. W. And J. Ågren. 1995. Decelt pollination and selection on female flower size in *Begonia involucrata*: an experimental approach. *Evolution* 49: 207-214.
- Seymour, R.S., y P. Schultze-Motel. 1996. Thermoregulating lotus flowers. *Nature* 383: 305.
- Smith, B. N. y B. J. D. Meeuse. 1966. Production of volatile amines and skatole at anthesis in some arum lily species. *Plant Physiology* 41: 343-347.
- Stanton, M. L. And R. E. Preston. 1988. A qualitative model for evaluating the effects of flower attractiveness on male and female fitness in plants. *American Journal of Botany* 75: 540-544.
- Thien, L. B. 1974. Floral biology of *Magnolia*. *American Journal of Botany* 61: 1037-1045.
- Vogelmann, H. W. 1973. Fog precipitation in the cloud forests of eastern Mexico. *Bioscience* 23: 96-100.
- Walker, D. B., J. Gysi, L. Sternberg, y M. J. Deniro. 1983. Direct respiration of lipids during heat production in the inflorescence of *Philodendron selloum*. *Science* 220: 419-421.
- Waser, N. M. 1983. Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence, pp. 277-293. In: C. E. Jones and R. J. Little (eds.). *Handbook of Experimental Pollination Biology*, van Nostrand Reinhold Co., NY.
- Williams-Linera, G. 1992. Ecología del paisaje y el bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. *Ciencia y Desarrollo* 18: 132-138.
- Willson, M. F. 1979. Sexual selection in plants. *American Naturalist* 113: 777-790.
- Wilson, P., J. D. Thomson, M. L. Stanton, y L. P. Rigney. 1994. Beyond floral Batemanian: gender biases in selection for pollination success. *American Naturalist* 143: 283-296.
- Young, H. 1986. Beetle pollination of *Dieffenbachia longispatha* (Araceae). *American Journal of Botany* 73: 931-944.
- Zolá, M. G. 1987. *La vegetación de Xalapa, Veracruz*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, Veracruz, México. 155p.

13. Interacción planta-herbívoro

Gerardo Sánchez-Ramos¹, Rodolfo Dirzo^{2,3} y Francisco J. Espinosa García²

¹Instituto de Ecología y Alimentos-Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928
Cd. Victoria, Tamaulipas 87040 MEXICO

²Instituto de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México
Apdo. Postal 70-275 MEXICO. 04510, DF

³Department of Biological Sciences - Stanford University,
Stanford California 94305, USA

Abstract

This study of plant herbivory began by our analysis of the composition, structure and floral diversity of the deciduous forest in the mountains near Gomez Farias Tamaulipas, in two types of habitats: mature forest and cleared areas left to natural regeneration. To identify the principal consumers of foliage, an analysis at the community level was conducted by taking foliar samples from the following strata: tree, bush and herbs in the rainy and dry periods of the year. To determine the agents responsible for foliar damage (insects, pathogens, and vertebrates), foliar scars were visually inspected. Additionally, foliar damage was analyzed within the two periods for 46 representative species from both types of habitats. These species represented 27 trees, 9 bushes, 2 vines and 8 herbs.

Foliar parameters analyzed were toughness, pubescence, and water. These parameters were related to foliar damage. Of the total foliar damage found in 15,684 leaves, the principal cause was by insects (53.0%); whereas, insect pathogens constituted 33.1% of the damage observed. The major impact on foliar damage occurred during the rainy period (83.3%), whereas, the frequency during the dry period was of 65.9%. Damage by vertebrate herbivores was marginal at only 0.5%. Average herbivory for the 46 species was 5.96%. The amount of foliage damaged by insects was three times greater in the rainy season ($8.97 \pm 3.16\%$) compared to the dry season ($2.94 \pm 1.54\%$), and this finding was statistically significant ($P < 0.0001$). The three physical attributes quantified (toughness, pubescence, and foliar water) were highly variable between the two periods. Foliar water was 12.7% greater in the rainy period than in the dry period, and also the density of pubescence was 6.5 times greater in the rainy period. However, toughness was greater in the dry period (0.84 g) than in the rainy period. Herbivory and the three foliar parameters correlated with 50% of the variance observed.

Introducción

La herbivoría es un fenómeno omnipresente en los ecosistemas naturales. El carbono que las plantas fijan fotosintéticamente, a nivel de la comunidad vegetal es destinado a ser consumido por los herbívoros cuando el tejido vive, y cuando ha muerto, por los organismos detritívoros y saprófitos (Crawley 1983). Al parecer, los herbívoros consumen las más altas proporciones de la productividad primaria neta (PPN), cuando los ambientes naturales son más productivos (Andrzejewska y Gyllenberg 1980). Se estima que ca. 10% de la PPN de una comunidad vegetal es consumida por los herbívoros, en tanto que el restante 90% es degradado por los descomponedores (Crawley 1983). La herbivoría puede afectar la riqueza y la abundancia relativa de las especies, siendo los herbívoros los componentes determinantes de la heterogeneidad espacial (Crawley 1983).

La evidencia apunta que de todas las especies animales conocidas, ca. 53 órdenes son herbívoros facultativos, entre vertebrados e invertebrados, integrados como sigue: 15 órdenes de insectos, 13 de mamíferos, 12 de aves, uno de arácnidos, y otros 12 órdenes de invertebrados (Crawley 1983). Sin embargo, con hábitos estrictamente defoliadores existen sólo cuatro órdenes de insectos y siete órdenes de mamíferos (Crawley 1983).

Diversos estudios a nivel de la comunidad vegetal (Wint 1983, Leigh y Smythe 1978, Odum y Ruiz-Reyes 1970, Johnstone 1981, Dirzo 1987) revelan la importancia de los insectos como principales removedores de follaje, en magnitudes que van desde el 6% del área foliar consumida (Johnstone 1981), hasta defoliaciones que superan el consumo en más del 12% (Wint 1983).

Los niveles de herbivoría en los sistemas naturales tropicales son más altos que en los templados (Coley y Barone 1996).

En los bosques templados latifoliados, ca. el 7% de la producción anual de hojas es

consumido. Sin embargo, para los bosques tropicales la herbivoría es significativamente mayor (Lowman 1995). Por ejemplo, en los bosques tropicales húmedos, las especies tolerantes a la sombra pierden anualmente el 11% de su área foliar, una cantidad que es 50% más alta que en los bosques templados. Las especies propias de los bosques secos, y aquellas que requieren claros en bosques húmedos experimentan niveles de daño mucho mayores (48%) (Coley y Barone 1996).

Algunos otros estudios a nivel de la comunidad vegetal han registrado los siguientes niveles de consumo foliar: i) para el bosque tropical de la Isla Barro Colorado en Panamá el 21% (Coley 1990), ii) en los bosques de *Eucalyptus* spp. en Australia del 20 al 60% (Springett 1978), iii) en los bosques templados de Australia del 5 al 10% (Reichle et al. 1973), y iv) para los bosques tropicales de Panamá del 7 al 9% (Leigh y Smythe 1978).

Como se observa, el nivel de variación en las estimaciones de la herbivoría ocurre con gran variación (ámbito= 55%). La herbivoría suele ser especialmente importante en los ecosistemas tropicales estacionales, ya que estos exhiben una marcada variación en la cantidad de lluvia, que frecuentemente restringe el crecimiento de las plantas (Reich y Borchert 1984). Para la mayoría de las especies vegetales en estos ecosistemas, la época lluviosa es el periodo en el cual los recursos para el crecimiento, reproducción, mantenimiento, y sobrevivencia son generados para la siguiente época (la seca). Por tanto, el consumo de follaje por herbívoros en estas épocas, puede tener severas consecuencias (Dominguez y Dirzo 1994).

Una consideración importante de la herbivoría tropical, descrita recientemente, es la asociación que ocurre entre el daño por herbívoros y los patógenos, donde los insectos (como principales removedores foliares) actúan como agentes vectores facilitadores del daño por patógenos (Dirzo 1987).

Esta asociación en la selva de Los Tuxtlas, Veracruz es de la magnitud de 10.5 a 20% en las especies de mayor representatividad ecológica (Dirzo 1987). En el estudio de la interacción planta-animal, se ha revelado la existencia de ciertas características próximas de la planta que se correlacionan con la herbivoría tales como: evasión, repelencia, retardo, restricción o localización de la infestación y daño producido por insectos, e incluso tolerancia, mediante un rápido reverdecimiento y recuperación después del daño (Maxwell y Jennings 1984). La diversidad de las características defensivas de las plantas

demostradas es enorme (Rosenthal y Janzen 1979, Whittaker y Feeny 1971).

Dentro de éstas, ocupan un lugar importante las defensas físicas, principalmente la dureza y la pubescencia foliar (Howe y Westley 1988, Coley 1983, Coley y Aide 1991). Asimismo, es importante la calidad nutricional de la planta. Un aspecto fundamental para determinar la calidad de la hoja, es la determinación del contenido de agua foliar entre las especies y su variación estacional (Coley 1983, Filip et al. 1995).

Los aspectos señalados con anterioridad, definen los patrones emergentes de la herbivoría a nivel de la comunidad vegetal. Estos han sido estudiados ampliamente en bosques templados (Bray 1964, Schowalter et al. 1981, Schowalter 1989, Lowman 1984), en bosques tropicales perennifolios (Leigh y Smythe 1978, Leigh y Windsor 1982, Coley 1983, Dirzo 1987, Núñez-Farfán y Dirzo 1991), en bosques tropicales subcaducifolios (Filip et al. 1995), y en sistemas áridos o secos (Fox y Morrow 1983).

Sin embargo, para los bosques mesófilos de montaña (BMM), estos patrones prácticamente son desconocidos. Por lo tanto, es destacable la importancia del estudio de la interacción planta-insecto en los BMM, específicamente en la herbivoría y sus consecuencias en la comunidad.

Por otra parte, las plantas han evolucionado generando estrategias de defensa, entre éstas destacan los compuestos secundarios producidos por las plantas (metabolitos secundarios, derivados del metabolismo primario). Estos compuestos han sido implicados como agentes defensivos en algunas interacciones bióticas. En el caso de los herbívoros, algunos estudios resaltan la asociación existente entre el efecto de la herbivoría con estos compuestos. Debido que en la mayoría de los casos el consumo de follaje reduce substancialmente la adaptación de las plantas, los compuestos secundarios actúan mitigando ó reduciendo los ataques producidos por los herbívoros (Coley 1983, Coley et al. 1985, Coley y Aide 1991, Crankshaw y Langenheim 1981, Waterman y McKey 1989, Marquis 1984). Dentro de estos compuestos secundarios, destacan los fenoles, los cuales han sido considerados como una de las mayores defensas contra los defoliadores y es posible encontrarlos en el follaje de todas las plantas terrestres superiores (Whittaker y Feeny 1971). Las investigaciones efectuadas con fenoles fueron básicas para desarrollar la teoría de la apariencia (Feeny 1976, Rhoades y Cates 1976), así como de las ideas que explican y sustentan la distribución de los recursos (Coley et al. 1985).

Las apreciaciones que actualmente tenemos sobre coevolución, defensas inducidas en plantas y dinámica cíclica planta-herbívoro, también han sido dependientes del estudio de los compuestos fenólicos (Schultz y Baldwin 1982).

Por lo anterior, el estudio de la interacción planta-insecto (la herbivoría) en las comunidades naturales es de gran importancia, ya que esto permite ayudar a entender el funcionamiento y el efecto que este fenómeno genera al ecosistema.

Uno de los ecosistemas menos estudiados desde esta perspectiva, es el bosque mesófilo de montaña (BMM). Con el fin de analizar el efecto de la herbivoría en el bosque mesófilo de montaña, se abordaron dos aspectos. En el primero se describen los patrones básicos de la herbivoría de las especies censadas bajo un estudio florístico previo (Sánchez-Ramos 2002). En este primer componente se intentó responder las siguientes interrogantes:

¿cuáles son los principales herbívoros responsables de la defoliación en el bosque mesófilo?, ¿cuáles son los niveles de herbivoría en las especies de mayor representatividad de los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de este ecosistema?, ¿de qué magnitud es la variación temporal (épocas lluviosa y seca), en la herbivoría de este ecosistema?, y ¿existe una correlación entre los niveles de herbivoría y los siguientes atributos de defensa física como: la dureza foliar, la densidad de pubescencia foliar y el contenido de agua foliar de las especies bajo estudio?

El segundo aspecto se concentró en el análisis de la posible relación entre la herbivoría y las características químicas, presumiblemente defensivas de las plantas (fenoles totales). Este aspecto se enfocó en seis especies selectas (con el mayor valor de importancia ecológica), tratando de responder a la siguiente interrogante: ¿cómo varía la concentración de fenoles totales con la herbivoría?

Metodología

Los herbívoros responsables del daño foliar

Para responder la interrogante de qué animales actúan como los principales consumidores de follaje, se llevó a cabo un análisis a nivel de la comunidad, considerando muestras de follaje provenientes de los tres estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y las dos épocas del año (lluviosa y seca).

Para definir los agentes responsables del daño se analizó visualmente el tipo de daño, con base en las cicatrices foliares. La asignación de los agentes de daño con base a dichas cicatrices foliares, se hizo con base en la experiencia generada en este y otros sitios (Dirzo 1987, Sánchez-Ramos *et al.* 1999).

Para ello se reconocieron las siguientes categorías de daño foliar: el causado por insectos (I), por patógenos (P) ó por vertebrados (V), así como la posible combinación de estos daños: I + P; I + V; V + P; V + I. Además se mantuvo un programa de observación consistente de herbívoros en el follaje como parte de este y otros estudios (Sánchez-Ramos *et al.* 1999). Los datos obtenidos fueron analizados en un diagrama de frecuencias e interacciones, y se utilizó la prueba de χ^2 , para analizar la posibilidad de asociación estadística entre los agentes causales de daño al follaje. La determinación de los estratos arbustivo y herbáceo fue considerada para este análisis tomando en cuenta la altura y el diámetro (DAP) de la planta. En este análisis en particular, y para estos dos estratos, no se consideró la identidad de las especies, éstas son consideradas en el estudio de la herbivoría por especie, quedando el protocolo del análisis como sigue:

Estrato arbóreo

Se efectuó un muestreo de follaje sobre nueve de las principales especies arbóreas del bosque mesófilo que en conjunto agrupan más del 50% del valor de importancia de este sitio (Sánchez-Ramos 2002): *Quercus germana*, *Quercus xalapensis*, *Quercus sartorii*, *Meliosma oaxacana*, *Podocarpus reichei*, *Liquidambar styraciflua*, *Exostema mexicana*, *Turpinia occidentalis* y *Clethra pringlei*. Se tomó una muestra masiva de follaje, proveniente de al menos tres individuos adultos de cada especie. A partir de lo anterior, se seleccionó una muestra al azar de las hojas por especie. Esta selección se basó en la enumeración de hojas, provenientes de la colecta masiva de las especies tomada de las diferentes partes de la copa: alta-externa, media-externa y baja-externa. El número colectado superó, en todos los casos, por más de cinco veces, la muestra requerida. De la muestra anterior, se extrajeron 100 hojas al azar por cada especie (*cf.* Dirzo 1987).

Lo anterior se realizó durante las dos épocas del año (septiembre de 1994 para la lluviosa, y febrero de 1995 para la seca).

La muestra analizada quedó representada por 1,800 hojas ($n = 9$ especies \times 100 hojas \times 2 estaciones).

Estrato arbustivo

Para este análisis se utilizaron cinco transectos de 2 x 50 m (500 m²), ubicados aleatoriamente dentro del bosque maduro. En éstos fueron incluidas todas aquellas plantas con una altura de 50 cm ó mas y con un DAP mayor o igual a 1 cm. Este análisis (tal como se describió para el caso de los árboles), se realizó durante las dos épocas del año considerándose, para este caso, 20 hojas seleccionadas al azar de cada individuo presente en el transecto (siempre y cuando reuniera las características de la altura y DAP) (Dirzo 1987).

La muestra total analizada fue $n = 5,040$ hojas y quedó representada como sigue: 2,680 hojas en septiembre de 1994, durante la época lluviosa, y 2,360 hojas en febrero de 1995, durante la época seca.

Estrato herbáceo

En ocho transectos de 2 x 50 m dentro del bosque maduro fueron marcados al azar dos cuadros de 1 m² en cada uno (= 16 m²). Dentro de cada cuadro se seleccionaron todas las plantas con una altura menor o igual a 50 cm. Fueron contabilizadas el total de las plantas y de las hojas dentro de cada uno de los cuadros. Dentro de este estrato se analizó una muestra de $n = 8,844$ hojas, divididas en 4,914 hojas en octubre de 1994 (época lluviosa), y 3,930 hojas en enero de 1995 (época seca). La variación numérica de las hojas, en los estratos arbustivo y herbáceo, varía debido a la disponibilidad de follaje presente en cada época y cada sitio de muestreo.

Niveles de herbivoría en las especies del bosque mesófilo

Basados en un estudio florístico (Sánchez-Ramos 2002) sobre las especies vegetales más representativas (valor de importancia) del bosque mesófilo, se analizó la herbivoría considerando dos épocas del año: lluviosa y seca. Estas formaron un contingente de 46 especies, pertenecientes a 34 familias taxonómicas, representadas por 27 árboles, 9 arbustos, 2 lianas y 8 hierbas. Del total de las especies, se eligieron al azar 100 hojas (según el método descrito anteriormente), provenientes de diferentes individuos en las dos

épocas. Las colectas de follaje se llevaron a cabo durante febrero de 1995 (época seca), y durante agosto de 1996 (época lluviosa). La herbivoría fue estimada con base en mediciones instantáneas, correspondientes a las fechas mencionadas.

Para cuantificar el área foliar dañada se utilizaron gradillas plásticas cuadradas (5 x 5 mm), cuantificándose el área foliar ocupada por el número de cuadros con follaje intacto y consumido. En algunos casos fue necesaria la restitución visual geométrica de la lámina foliar, utilizando una extrapolación de los márgenes foliares con hojas del mismo tamaño y especie (cf. Coley 1983, Dirzo 1987, Ernest 1989, Farnsworth y Ellison 1991). El cociente de área foliar dañada y el total de área foliar (intacta + dañada) \times 100 se usó para definir el porcentaje (%) del área foliar dañada.

Atributos físicos de las hojas y magnitud de la herbivoría

Para la totalidad de las especies fueron considerados tres posibles mecanismos antiherbivoros de las plantas (cf. Coley 1983): dureza de la hoja, pubescencia de las hojas y contenido de agua foliar. Se cuantificó la variación de éstas características por época y por edades de la hoja. Para la medición de los parámetros foliares, se consideró una muestra elegida al azar para cada una de las especies (10 hojas \times 2 épocas \times 46 especies; $n = 920$ hojas para cada parámetro).

Dureza foliar

Para analizar este parámetro, se utilizó un penetrómetro foliar (Pocket penetrometer) que, colocado a un adaptador de dos tapas mantenía la hoja tensionada para aplicar una fuerza dirigida a romper la lámina. Se evitó tocar las nervaduras centrales y laterales de las hojas acorde a Dirzo (1987). La dureza se midió como el peso (fuerza) necesario para penetrar la lámina foliar (g) de acuerdo con Fenny (1970). Se analizó la dureza respecto a la especie, la época del año y su correlación con la herbivoría.

Pubescencia foliar

De cada hoja se tomó una muestra de 5 mm² en la parte media de la hoja, contabilizando la densidad de tricomas (número / mm²) para cada especie.

Esto se efectuó utilizando un microscopio estereoscópico, una aguja bacteriológica, un contador manual y un aislador (un cuadro de 5 mm²,

que solo permitía la observación de esta área, respecto al resto de la hoja).

Contenido de agua foliar

La muestra de follaje obtenida de cada especie fue pesada en fresco, utilizando una balanza analítica. Posteriormente, las muestras fueron secadas en una estufa de convección forzada a 90°C durante un periodo de 20 minutos. El contenido de agua foliar de cada especie y de cada época fue obtenido mediante la siguiente fórmula (Filip *et al.* 1995):

$$\text{Contenido de agua foliar (\%)} = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso saturado} - \text{peso seco}} \times 100$$

Variación en las características químicas de las plantas

Fueron seleccionadas seis especies que en su conjunto agrupan más del 40% del valor de importancia del bosque mesófilo y con historia de vida contrastante: *Quercus germana*, *Clethra pringlei* y *Podocarpus reichei* (Fig. 1) especies tolerantes de crecimiento lento y *Liquidambar styraciflua* (Fig. 2), *Cercis canadensis* y *Perymenium ovalifolium* como pioneras de crecimiento rápido.

Se utilizó la técnica de cuantificación de fenoles con el reactivo de Folin-Cicolteau (Sigma-2790) (Waterman y Mole 1994). Este método cuantifica los fenoles totales presentes en las muestras foliares, que incluye fenoles simples y taninos hidrolizables (Waterman y Mole 1994).

Para llevar a cabo esta técnica fueron colectadas cinco muestras (hojas) de las seis especies, en los dos tipos de hábitats (bosque maduro y claros de regeneración), por dos edades de hojas (jóvenes y maduras) y por tres réplicas (seis especies x dos edades x dos hábitats x cinco réplicas; $n=120$). A esas especies además se les midió la herbivoría. Las muestras fueron colectadas en la época lluviosa (julio de 1996).

Los resultados de la herbivoría instantánea fueron analizados por épocas, por especies y por formas de crecimiento (árboles, arbustos, lianas y hierbas). Los datos obtenidos en porcentaje (%) fueron transformados en *arco-seno* para que cumplieran con los supuestos de normalidad y homoscedasticidad. Se efectuaron análisis de varianza (ANDEVA) para la comparación entre el consumo foliar y parámetros foliares de las especies y un análisis de varianza multivariado (MANOVA) para la determinación de la importancia de atributos foliares sobre la herbivoría.



Figura 1. *Podocarpus reichei* (Foto, Abdel Garcia).



Figura 2 . *Liquidambar styraciflua* (Foto, Abdel Garcia).

También se efectuaron regresiones lineales entre los atributos físicos de la hoja (considerando la época) y el área foliar consumida. Todos los resultados se presentan con los datos en su escala original. Siempre que el caso lo requiera, los datos se presentan como el promedio (± 1 D.E.). Los análisis se efectuaron con el programa STATISTICA 5.0.

Resultados

Herbivoría del estrato arbóreo

Este estrato mostró que durante la época seca el 88% (792 hojas) presentaron algún tipo de daño, y solamente el 12% (108 hojas) de la muestra fueron hojas intactas. El porcentaje de hojas dañadas por cualquier agente causal se incrementó a 95% (855 hojas) en la época lluviosa.

Durante la época seca, el 41% del daño en el follaje muestreado fue ocasionado por insectos exclusivamente, el 14% por patógenos y el 33% por la asociación de insectos-patógenos. No se registró daño por vertebrados.

En la época lluviosa, el 50% del daño se adjudicó a los insectos exclusivamente. El daño por patógenos solos fue de 7%, un 5% más que la época seca (344 hojas). Nuevamente, no se registró daño por vertebrados.

La incidencia del daño total de los insectos (solos y en asociación) fue de 88%, un incremento en 14% respecto a la época seca. En este estrato la asociación del daño insecto-patógeno fue estadísticamente significativa en las dos épocas; es decir, el daño causado por insectos y patógenos no es independiente ($X^2(0.05,1) = 12.01$; $P < 0.001$ para la época de lluvias, y $X^2(0.05,1) = 5.38$; $P = 0.020$ para la época seca).

Herbivoría del estrato arbustivo

El 79% de las hojas presentó algún tipo de daño. El porcentaje de hojas dañadas se incrementó 1.1 veces (ca. 89%) durante la época lluviosa, 6% menor que el estrato arbóreo en esa misma época.

El 39.8% (930 hojas) de las hojas mostró daño por insectos exclusivamente (cifra muy próxima a la del estrato arbóreo para la misma época 41%) y el 3% por patógenos (el menor valor registrado para todos los estratos y épocas). El 36% de las hojas tuvo daño con la asociación de insectos y patógenos. En este estrato se registró un daño mínimo causado por vertebrados (0.2% = 5 hojas). Nuevamente el daño primordial en el estrato arbustivo durante la época seca corresponde a insectos.

En la época lluviosa, el 45% de las hojas tuvo daño atribuible a insectos; el daño por patógenos estuvo presente sólo 7% de los casos, y la asociación insecto-patógeno tuvo una representación del 37%. No se observó daño por herbívoros vertebrados. Nuevamente, durante las lluvias en el follaje del estrato arbustivo los principales herbívoros fueron insectos.

En el estrato arbustivo, la asociación del daño insecto-patógeno fue estadísticamente significativa en las dos épocas ($X^2_{(0.05,1)} = 4.16$; $P = 0.04$ para la época lluviosa y $X^2_{(0.05,1)} = 221.4$; $P < 0.001$ para la época seca).

Herbivoría del estrato herbáceo

En este estrato fueron analizadas un total de 636 plantas (3,930 hojas) en la época seca y 746 plantas (4,914 hojas) en la época lluviosa. En general, de la muestra foliar analizada durante la época seca, el 66% (2,594 hojas) presentaron algún tipo de daño (1.3 veces menos que en el estrato arbóreo y 1.2 veces menos que en el arbustivo para la misma época).

El 34% (1,336) de las hojas resultaron totalmente intactas. El porcentaje de hojas dañadas se incrementó 1.4 veces (93%) en la época lluviosa comparado con la época seca. En la época seca, el 32% de las hojas presentó daño debido a insectos exclusivamente (cantidad menor en 9% para el estrato arbóreo y 7.8% menor al arbustivo).

El daño causado por patógenos fue el más alto encontrado en los tres estratos (18%) y la asociación de insectos y patógenos fue la más baja (16%). Sorprendentemente, no se registró daño por vertebrados.

En la época lluviosa, el 55% de los casos de incidencia de daño fue atribuible a los insectos (1.7 veces más que en la época seca). El daño por patógenos solos, estuvo presente en 13% de los casos, y la asociación insecto-patógeno ocurrió en el 25% de los casos. En ésta tampoco se registró daño por vertebrados. El total de los casos de daño donde los insectos intervienen fue de 86% (4,226 hojas). Esto implica un incremento de 32% (2.6 veces más) respecto a la época seca. En este estrato, al igual que en los dos anteriores, los principales herbívoros fueron insectos. La asociación del daño insecto-patógeno también fue muy notable, pero resultó estadísticamente significativa solo en la época lluviosa.

Magnitud de la herbivoría

La herbivoría global promedio (% de área foliar consumida), considerando todas las especies y las dos épocas fue 5.96% por planta. El consumo foliar fue más intenso en la época lluviosa (ca. tres veces más), respecto a la época seca: El promedio de daño foliar global, considerando a todas las especies en la época lluviosa fue de 8.97% (± 3.16), en tanto que en la época seca fue de 2.94% (± 1.54). El consumo foliar que presentaron las especies varió significativamente entre épocas ($F_{(1,9198)} = 3817.9$; $P < 0.001$).

Atributos físicos de las plantas y la magnitud de la herbivoría.

Los tres atributos físicos cuantificados (dureza, pubescencia y agua foliar) presentan alta variabilidad entre épocas. La mayor discrepancia se observó entre la época lluviosa vs. la seca, mayor para el contenido de agua foliar (12.7 más alto que en la seca), intermedia en la densidad de pubescencias (6.5) y menor en la dureza (-0.84). La respuesta de las variables se describe a continuación.

Dureza foliar.- Los resultados muestran variación significativa entre las especies ($F_{(45,828)} = 28.4$; $P < 0.001$). Sin embargo, no se encontró variación significativa entre las épocas ($F_{(1,828)} = 3.74$; $P = 0.053$).

Para determinar la relación entre la dureza y el área foliar consumida en ambas épocas, se aplicó un análisis de regresión lineal. La regresión resultó negativa y significativa: al aumentar la dureza la herbivoría disminuyó ($F_{(1,44)} = 19.4$; $P < 0.001$); el 30% de la variabilidad en la herbivoría se explica por la dureza foliar de las especies estudiadas (**Fig. 3**).

Pubescencia foliar.- La diferencia entre la pubescencia de las especies fue significativa ($F_{(45,828)} = 118.7$; $P < 0.001$).

El efecto de la época del año resultó también significativo ($F_{(1,828)} = 70.3$; $P < 0.001$), así como también la interacción especie por época ($F_{(45,828)} = 4.7$; $P < 0.001$).

El promedio de pubescencia, considerando todas las especies fue de 21.9/ mm² (± 52.6 D.E.). Este parámetro foliar fue 1.3 veces mayor en la época lluviosa que en la época seca. Durante la época seca las hojas mostraron una densidad de 18.6 (± 43), cantidad que fue mayor (25.1 ± 60.5) en la época lluviosa.

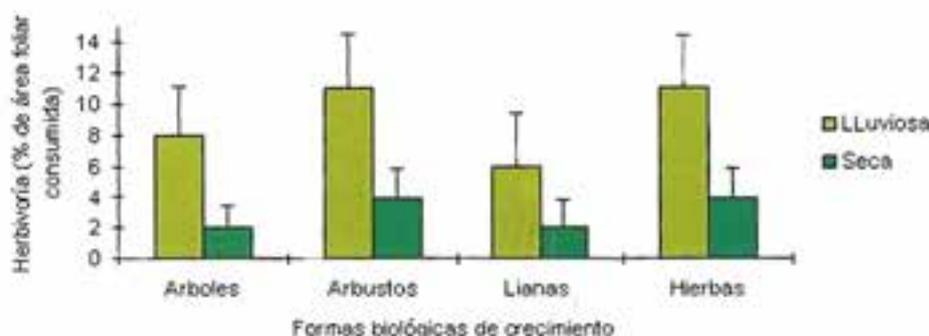


Figura 3. Área foliar consumida (%) de las cuatro formas biológicas de crecimiento considerando la época del año dentro del bosque mesófilo de montaña, Gómez Farías, Tamps. Los resultados son promedios generales de todas las especies por forma de crecimiento (± 1 D.E.).

Para determinar si la pubescencia tiene relación con la herbivoría en las especies estudiadas, se efectuó un análisis de regresión lineal. Los resultados (Fig. 4), muestran que existe una relación con tendencia positiva, es decir, las especies que mostraron mayor pubescencia exhibieron mayor herbivoría ($F_{(1,44)} = 8.94$; $P < 0.004$). Además, el 20% de la varianza en la herbivoría es explicado por la pubescencia de estas especies (Fig. 4).

Contenido de agua foliar. - El contenido de agua foliar entre las especies estudiadas mostró diferencias significativas ($F_{(45,828)} = 202.5$; $P < 0.001$). También se observó diferencia significativa entre las épocas ($F_{(1,828)} = 4068.9$; $P < 0.001$) y la interacción especie por época también fue significativa ($F_{(45,828)} = 26.3$; $P < 0.001$).

El contenido de agua foliar promedio de las especies estudiadas fue de 29.7% (± 12.2 D.E.). Como era de esperarse, la variación estacional en contenido de agua foliar fue muy contrastante, debido principalmente a la marcada estacionalidad del sitio. El contenido de agua foliar fue 1.5 veces más en la época lluviosa respecto a la época seca. Estos valores arrojaron un promedio para la época lluviosa de 36.2 (± 11.2), en tanto que para la época seca fue de 23.4 (± 9). El ámbito en el contenido foliar fue de 41.09, representado por las especies *Hoffmania strygillosa* con el rango mayor, y la especie arbórea *Turpinia occidentalis*, con el menor valor contenido promedio. Mediante un análisis de regresión lineal se determinó la relación entre el contenido de agua foliar y la herbivoría.

La regresión muestra una relación significativa con tendencia positiva. Aquellas especies que mostraron mayor contenido de agua

foliar tuvieron mayor daño foliar ($F_{(1,44)} = 24.5$; $P < 0.001$) y el 35% de la varianza en los niveles de herbivoría se explica por el contenido de agua foliar (Fig. 5).

Regresión múltiple

Para correlacionar el efecto de la herbivoría y los parámetros foliares, se efectuó una regresión múltiple, considerando la herbivoría como la variable dependiente, y los tres atributos como variables independientes. Ésta resultó significativa ($F_{(3, 42)} = 13.9$; $P < 0.001$) explicando el 50% de la varianza.

Características químicas de las plantas y herbivoría

En promedio general, la concentración fenólica de las seis especies fue de 103.28 ± 47.2 mg/g peso seco para la época de medición (lluviosa) del presente estudio. La concentración fenólica por especies fue contrastante. El ámbito en la concentración de las especies fue 132.1 mg/g de peso seco (rango= 157.47-25.37), representada por las especies *P. reichei* y *P. ovalifolium*, respectivamente. Un análisis de regresión entre la concentración de fenoles y la herbivoría por planta mostró una relación negativa y estadísticamente significativa ($F_{(1,118)} = 110.44$; $P < 0.0001$). La regresión explica ca. 50% de la varianza en la herbivoría (Fig. 6).

Este resultado hace evidente que además de las características físicas analizadas, la concentración de metabolitos secundarios juega un papel importante en la herbivoría.

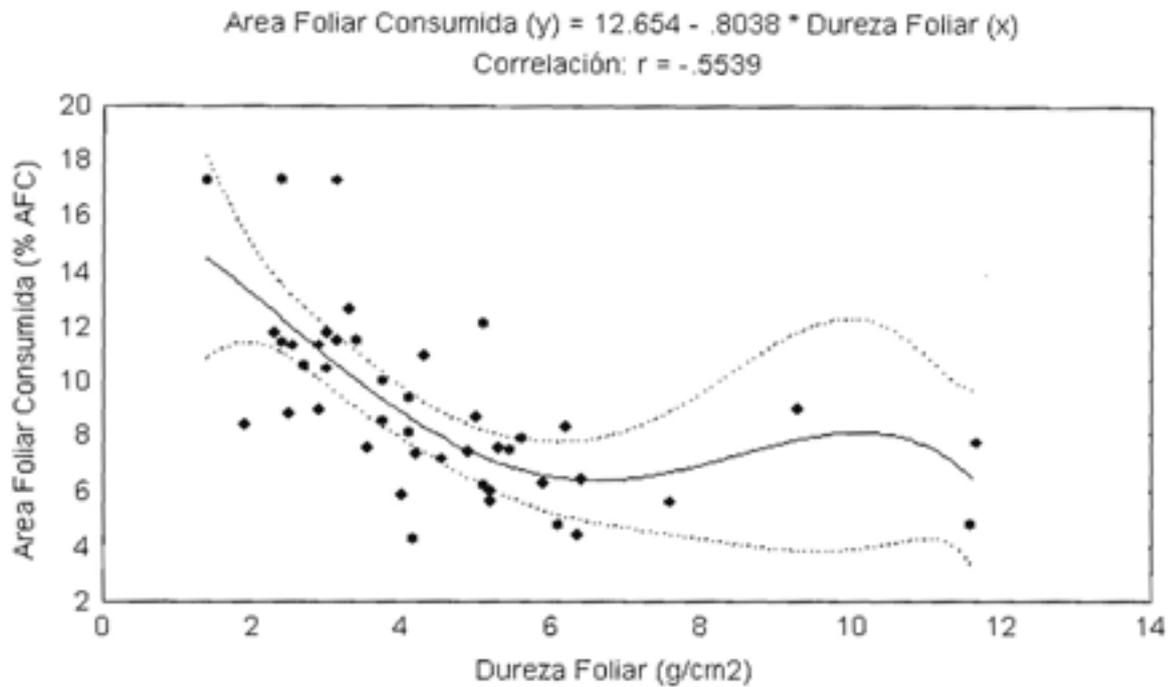


Figura 4. Regresión lineal entre la dureza foliar y la herbivoría de las 46 especies estudiadas en el bosque mesófilo de montaña de Gómez Farías, Tamps.

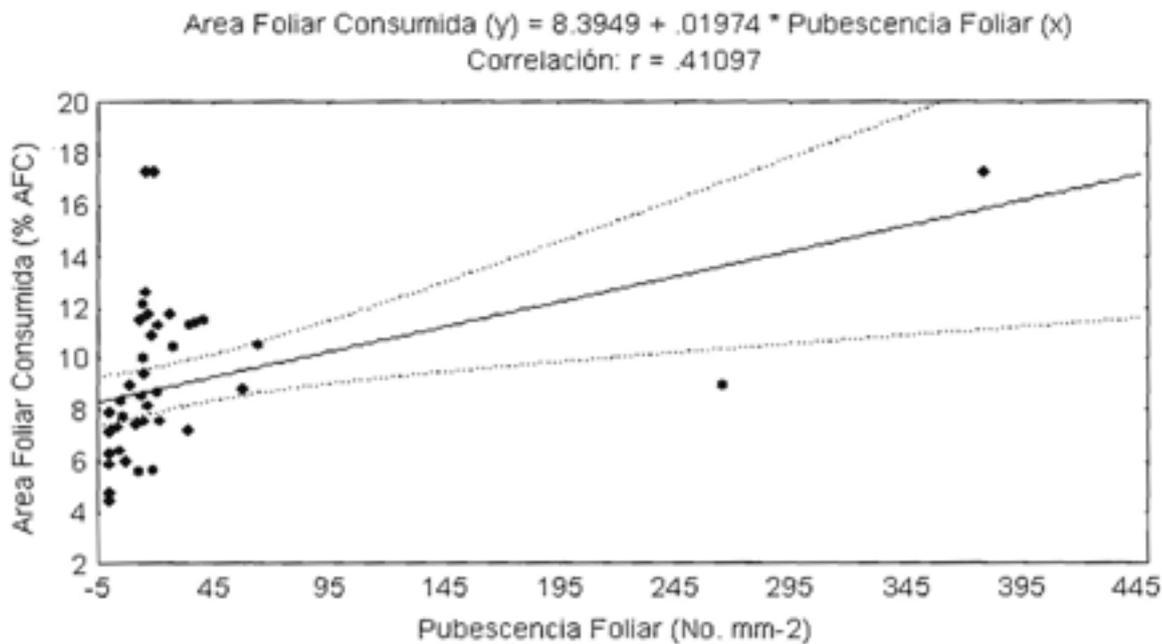


Figura 5. Regresión lineal entre la pubescencia foliar y la herbivoría promedio de las especies estudiadas en el bosque mesófilo de montaña de Gómez Farías, Tamps.

$$\text{Area Foliar Consumida (y)} = 2.8076 + .17023 * \text{Agua Foliar (x)}$$

Correlación: $r = .59791$

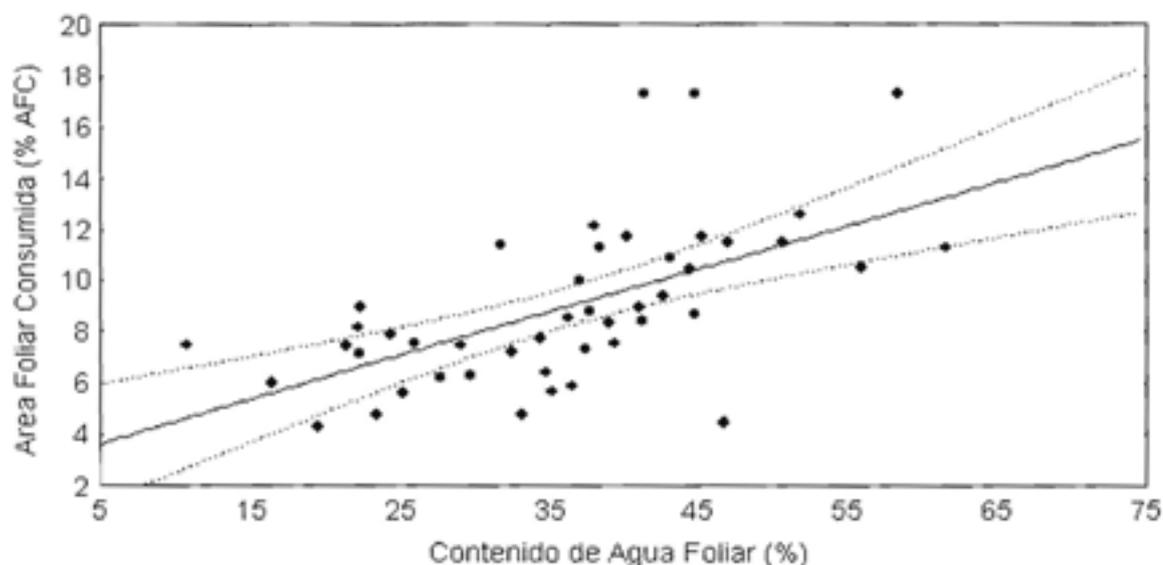


Figura 6. Análisis de regresión entre el contenido de agua foliar y la herbivoría de las 46 especies estudiadas del bosque mesófilo de Gómez Farías, Tamps.

Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto a los agentes responsables del daño muestran, por un lado, la ausencia de daño por herbívoros vertebrados en los tres niveles de la vegetación analizada y, por otro, la importancia que los insectos tienen como agentes de remoción de follaje. La magnitud de la herbivoría por insectos fue de 44% considerando el daño exclusivo, y de ca. 72% considerando su interacción con los patógenos. Este estudio resalta la ausencia de vertebrados folívoros.

Para la zona, como potenciales folívoros, sólo existen registros de las siguientes especies del estrato arbustivo-herbáceo: jabalíes (*Tayassu tajacu*), conejos (*Sylvilagus brasiliensis*), venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venados temazate (*Mazama americana*), y osos negros (*Ursus americanus*), quienes son fundamentalmente omnívoros. Existen algunos roedores (Cricetidae) que para el estrato herbáceo tentativamente pudieran incluirse como folívoros, tales como: *Oryzomys alfaroi*, *O. fulvescens*, *Peromyscus boylii*, *P. levipes*, *Reithrodontomys megalotis*, entre otros. Para el estrato arbóreo, se pueden considerar como probables consumidores de follaje (ya que son más bien de hábitos frugívoros) a las ardillas Sciuridae (*Sciurus deppi* y *Claucornys volans*) (Sosa 1987, J. Vargas com. pers.).

En todo el análisis para la búsqueda de los principales agentes causales de la herbivoría, el daño por vertebrados fue casi siempre nulo.

Al igual que en este sitio existen evidencias de que los insectos son los herbívoros más abundantes, en términos de su diversidad, densidad e impacto en la vegetación (Schoewalter *et al.* 1986, Lowman y Moffett 1993). Un segundo aspecto relacionado a los insectos como los principales herbívoros responsables del consumo de follaje es su interacción con agentes patógenos.

El daño directo que causa la entomofauna (como activos removedores foliares) e indirecto como posibles vectores de patógenos (necrosis y manchados foliares) Dirzo (1987), debe de considerarse como una asociación importante en el estudio de las interacciones biológicas. Esta asociación ocurrió con una magnitud global de ca. 28% para este sitio. Este valor es muy superior al encontrado para la selva de Los Tuxtlas, Veracruz en dos años de evaluación (1983= 19.6% y 1985= 10.5%, Dirzo 1987). De toda la muestra foliar analizada de los tres estratos, solamente el 15% estuvo intacto (sin daño). Este hallazgo es similar al obtenido para plántulas en Los Tuxtlas (16%) (Dirzo y Miranda 1991). Al analizar la asociación de tipos de daño por época, se advierte que durante la estación lluviosa la asociación es 1.2 veces mayor con respecto a la época seca.

Durante la época lluviosa, el estrato con la mayor asociación fue el arbustivo, y la menor fue en el herbáceo.

El daño al follaje por agentes patogénicos fue ca. 12%, valor muy superior al mencionado para la selva de Los Tuxtlas (ca. 2%) (Dirzo 1987).

Esto, muy probablemente se debe a las condiciones favorables a los patógenos en este sitio de bosque mesófilo, así como a la constante nubosidad (lluvia horizontal) en todo el año (Webster 1995). En un estudio sobre la infección patogénica en la selva de Los Tuxtlas, se encontró que la variación estacional no fue significativa (García-Guzmán y Dirzo 2000). En el análisis de la herbivoría, los resultados muestran que el promedio de consumo foliar para el BMM, utilizando la medición instantánea, es uno de los más bajos publicados en la literatura (ver Cuadro 1), pero similar al obtenido para algunos bosques tropicales de Australia (6.1%) al utilizar un método similar de medición (Lowman 1984). Es necesario considerar que se trata de mediciones instantáneas de la herbivoría, que generalmente subestiman los reales valores de defoliación (Filip *et al.* 1995, Dirzo y Domínguez 1995, Lowman 1984). No obstante, la confrontación de datos de la Reserva El Cielo con los de otros sitios es pertinente, ya que en todos los casos las mediciones son instantáneas y, presumiblemente, comparables (Cuadro 1).

Considerando todas las especies y las dos épocas, la herbivoría fue 5.96%, valor relativamente bajo en comparación con otros sitios estudiados, principalmente bosques tropicales de distintas partes del planeta (Cuadro 1).

El valor correspondiente al sitio de estudio es inferior al ámbito de los sitios recopilados por Dirzo (1987). El valor promedio de área foliar

consumida, al incluir al bosque mesófilo de Gómez Farias se reduce a 8.8%. Sería de interés analizar otro sitio de bosque mesófilo de montaña. En todo caso, los valores encontrados muestran una afinidad mayor con los de sitios de zonas templadas que con sitios tropicales (Coley y Barone 1996). Es posible que la posición latitudinal extrema de este sitio sea determinante de los resultados encontrados (Cuadro 1). La estacionalidad en la herbivoría fue muy marcada. El nivel de herbivorismo fue tres veces más alto en la estación lluviosa que en la época seca. Esto tiene semejanza con lo encontrado por Coley (1990), quien documentó 2.3 veces más herbivoría durante la estación lluviosa en Panamá. La variación en el nivel de la herbivoría en nuestro sitio puede obedecer a diferentes razones próximas de defensa física y química. La dureza de las hojas y el alto contenido de fibra proveen de soporte estructural a la hoja y ha sido demostrada su capacidad como defensa antiherbívoro (Coley 1983, 1987, Feeny 1970, Bazzaz y Pickett 1980, Raupp 1985, Coley y Aide 1991). Los atributos defensivos físicos estudiados de las 46 especies del BMM, sugieren que la dureza se incrementa significativamente con la época del año.

Esto es similar a lo registrado para algunos bosques templados y tropicales de Costa Rica (Coley y Aide 1991), para la selva de la estación Barro Colorado, Panamá (Coley 1983, 1990), para la selva de Los Tuxtlas, México (Dirzo 1984) y también para el bosque tropical caducifolio de Chamela, Jalisco (Filip *et al.* 1995). La relación entre la dureza foliar y la herbivoría acusó una tendencia negativa, por lo que se puede especular que la dureza en las hojas en este sitio actúa como un mecanismo antiherbívoro.

Cuadro 1. Comparación de los niveles de herbivoría en el follaje de árboles en bosques tropicales de mundo y el presente estudio (tomada de Dirzo 1987).

Pais	Area foliar consumida(%)	Herbivoros	Referencias responsables
Barro Colorado, Panamá	12.5	insectos	Wint (1983)
Barro Colorado, Panamá	8.6	Invertebrados	Leigh y Smythe (1978)
El Verde, Puerto Rico	7.0	Invertebrados	Odum y Ruiz-Reyes (1970)
Nueva Guinea, Sur	9.0	insectos	Wint (1983)
Nueva Guinea, Norte	12.0	Insectos	Wint (1983)
Port Morsby, N. Guinea	6.8	Insectos	Johnstone (1981)
Los Tuxtlas Veracruz, Méx.	8.9	Insectos	Dirzo (1987)
El Cielo Tamaulipas, Méx.	5.96	Insectos	Presente estudio
Promedio con El Cielo, Tam.	8.8		

Este atributo foliar ha sido considerado por varios autores como la defensa más efectiva de las plantas (Coley 1983, Feeny 1970, Raupp 1985, Langenheim *et al.* 1986). Aunque se ha considerado en algunos casos que la pubescencia foliar actúa como factor disuasivo de los herbívoros (Levin 1976), en el presente estudio la densidad de pubescencia estuvo mejor representada y fue estadísticamente significativa en las especies que presentaron mayores niveles de herbivoría. Esto, si bien es sorprendente, coincide con lo encontrado en 46 especies estudiadas en el bosque tropical de Barro Colorado, Panamá (Coley 1983). Dado que los herbívoros más importantes de El Cielo son insectos, resultaría de interés investigar los mecanismos próximos que determinan que la densidad de la pubescencia se correlaciona positivamente con la herbivoría. El contenido de agua foliar mostró una variación significativa entre las especies y las épocas. Si bien el valor promedio de agua se ubica por abajo del obtenido para algunas especies deciduas tropicales de Chamela, Jalisco (Filip *et al.* 1995), la correlación existente entre el contenido de agua foliar y la herbivoría de las especies fue positiva y estadísticamente significativa. La marcada estacionalidad del sitio estudiado imprime características especiales al follaje que repercuten en el ataque de herbívoros (principalmente insectos) (Wolda 1978). En este bosque mesófilo, el mayor contenido de agua foliar en la época de lluvias se correlaciona con el incremento en el consumo de follaje. En este estudio detectamos una relación negativa muy marcada entre la concentración de fenoles y la herbivoría por planta. Este tipo de relaciones se han detectado también en especies tropicales (Coley 1983) y templadas (Feeny 1976). Aún más, una inspección detallada de la Fig. 7 de este estudio demuestra que las especies de rápido crecimiento asociadas a sitios abiertos, son aquellas que tuvieron los mayores niveles de herbivoría y menores concentraciones de fenoles. Por el contrario, las especies de lento crecimiento, típicas de sitios maduros mostraron una tendencia de ubicarse en los niveles de baja herbivoría y alta concentración de fenoles. Estos resultados son consistentes con la Hipótesis de la Disponibilidad de los Recursos (Coley *et al.* 1985). Nuestros hallazgos con plantas de El Cielo hacen evidente que una comunidad de bosque mesófilo, si bien ecológicamente intermedia entre las selvas tropicales y los bosques templados, se ajusta a los paradigmas establecidos de defensa-

herbivoría-crecimiento, postulado para los ecosistemas tropicales.

Literatura citada

- Andrzejewska, L. y Gyllenberg, G. 1980. Small herbivore subsystem. In: *Grasslands, Systems Analysis and Man* (Eds) A.I. Breymeyer y G.M. Van Dyne pp. 201-267. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bazzaz, S. A. y S.T.A. Pickett. 1980. Physiological ecology of tropical plants succession: A comparative review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 287-310.
- Bray, J.R. 1964. Primary consumption in three forest canopies. *Ecology* 45: 165-167.
- Coley, P.D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53, 209-33.
- Coley, P.D. 1987. Patrones en la defensa de las plantas: Porqué los herbívoros prefieren ciertas especies?. *Rev. Biol. Trop.* 35 (Supl. 1): 151-164.
- Coley, P.D. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. En: Leigh, E.G. Jr.; R.A. Stanley y D.M. Windsor (Eds.). *Ecología de un bosque tropical*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá. pp. 191-200.
- Coley, P.D., Bryant, J.P. y Chapin III, F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defenses. *Science* 230: 895-899.
- Coley, P.D. y Aide T.M. 1991. Comparison of herbivore and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. In: Price, W.P.; Lewinsohn, M.T.; Fernandes, G.W. y Benson W.W. (Eds.). *Plant-animal-interactions: Evolutionary Ecology in tropical and temperate regions*. 25-38. John Wiley and Sons, Inc.
- Coley, P.D. y J.A. Barone. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 27:305-335
- Crankshaw, D.R. y J.H. Langenheim. 1981. Variation in terpenes and phenolics through leaf development in *Hymenaea* and its possible significance to herbivory. *Biochem. Syst. Ecol.* 9: 115-124.
- Crawley, M.J. 1983. *Herbivory, the dynamics of animal-plant interactions*. University of California Press, Berkeley, California.
- Dirzo, R. 1984. Insect-plant interactions: Some ecophysiological consequences of herbivory. p. 209-225. In E. Medina, H.A. Mooney and C. Vázquez-Yanes (eds.). *The physiological ecology of plants of the wet tropics*. W. Junk. La Haya.
- Dirzo, R. 1987. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en "Los Tuxtlas", Veracruz. *Rev. Biol. Trop.* 35 (1): 119-131.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: A case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In: P.W. Price; T.M. Lewinsohn, G. W. Fernandes y W.W. Benson (eds.). *Plant-animal interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. pp. 273-287.
- Dirzo, R. y C.A. Domínguez. 1995. Plant-herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forest. In: Bullock, S.H., H.A. Mooney and E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press. pag. 304-325.

- Dominguez, C.A. y R. Dirzo.** 1994. Effects of defoliation on *Erythroxylum havanense*, a tropical proleptic species. *Ecology* 75(7): 1896-1902.
- Feeny, P.** 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology* 51: 565-581.
- Feeny, P.** 1976. Plant apparency and chemical defense. In: **Wallace y R.L. Mansell** (Eds). Biochemical interactions between plants and insects. Recent Advances in Phytochemistry. Vol. 10 *Plenum Press, N.Y. USA*, pp 1-40.
- Filip, V.; R. Dirzo; J.M. Maass y J. Sarukhán.** 1995. Within- and among-year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica* 27 (1): 78-86.
- Fox, L.R. y P. A. Morrow.** 1983. Estimates of damage by insect grazing on *Eucalyptus* trees. *Aust. J. Ecol.* 8: 139-147.
- García-Guzmán y R. Dirzo.** 2000. Patterns of leaf-pathogen infection in the understory of a Mexican rain forest: Incidence, spatio-temporal variation, and mechanisms of infection. *Amer. J. of Botany*. In press.
- Howe, H. F. y L.C. Westley.** 1988. Ecological Relationships of Plants and Animals. *Oxford Univ. Press*. 273 pp.
- Johnstone, J.M.** 1981. Consumption of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. *Biotropica*, 13: 252-259.
- Leigh, E.G. y N. Smythe.** 1978. Leaf production, leaf consumption and the regulation of folivore on Barro Colorado Island. **Montgomery, G.G.** (Ed.) *Ecology of arboreal folivores. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.* pp. 33-50.
- Leigh, E.G. y D.M. Windsor.** 1982. Forest production and regulation of primary consumers on Barro Colorado Island. In: **E.G. Leigh, A. S. Rand and D.M. Windsor** (Eds.). *The Ecology of a Tropical Forest. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.* pp. 109-123.
- Levin, D.A.** 1976. The role of trichomes in plant defense. *Quart. Rev. Biol.* 48: 3-15.
- Lowman, M.D.** 1984. An assesment of techniques for measuring herbivory: is rain forest defoliation more intense than we thought? *Biotropica*: 264-268.
- Lowman, M.D.** 1995. Herbivory as a canopy process in rain forest trees. Págs: 433-455. En: **Lowman, M. D. y N. M. Nadkarni** (eds.). *Forest canopies*. Academic Press, N.Y.
- Lowman M.D., y M. Moffett.** 1993. The ecology of tropical rain forest canopies. *Trends Ecol. Evol.* 8: 103- 108.
- Marquis, R.J.** 1984. Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226: 537-539.
- Maxwell, F.G. y P.R. Jennings.** 1984. Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. *Limusa, México* 696 pp.
- Núñez-Farfán, J. y R. Dirzo.** 1991. Effects of defoliation on the saplings of a gap-colonizing neotropical tree. *J. of Veg. Science*. 2: 459-464.
- Odum, H. T., y H.T. Ruiz-Reyes.** 1970. Holes in the leaves and the grazing control mechanism. p. 1-69. In **T.H. Odum and R. Pigeon** (eds.). *a tropical rain forest. Division of Technical Information, U.S. Atomy Energy Commission, Tennessee.*
- Raupp, M.J.** 1985. Effects of leaf toughness on mandibular wear of the leaf beetle *Plagiadorea versicolora*. *Ecol. Ent.* 10: 73-79.
- Reich, P.B. y R. Borchet.** 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *J.of Ecol.* 72: 61-74.
- Reichle, D.E., R.A. Goldstein, R.I. Jr. Van Hook y G. J. Dodson** 1973. Analysis of insect consumption in a forest canopy. *Ecology* 54: 1076-1084.
- Rhoades, D.F. y R.G. Cates** 1976. Towards a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Rec. Adv. Phytochem.* 10: 168-213.
- Rosenthal, G.A. y D.H. Janzen.** 1979. Herbivores: Their interaction with secondary plant metabolites. *Academic Press, New York.*
- Sánchez-Ramos, G., R. Dirzo y M.A. Balcázar-Lara.** 1999. Especificidad y herbivoría de Lepidoptera sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Act. Zool. Mex. (n.s.)* 78: 103-118.
- Sánchez-Ramos, G.** 2002. Estudio de la interacción planta-herbívoro en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis Doctoral, inédita. Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México 163 pp.
- Schowalter, T.D.** 1989. Canopy arthropod community structure and herbivory in old-growth and regenerating forests in western Oregon. *J. For. Res.* 19: 318-322.
- Schowalter, T.D., J.W. Webb, y D.A. Crossley.** 1981. Community structure and nutrient content of canopy arthropods in clearcut and uncut forest ecosystems. *Ecology* 62: 1010-1019.
- Schowalter, T.D., W.W. Hargrove, y D.A. Crossley, Jr.** 1986. Herbivory in forested ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 177-196.
- Schultz, J.C. y I.T. Baldwin.** 1982. Oak leaf quality declines in response to defoliation by gypsy moth larvae. *Science* 217: 149-151.
- Sosa, V. J.** 1987. Generalidades de la región de Gómez Farías, Tamaulipas. En: **Puig, H. y R. Bracho.** *El bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas. Instituto de Ecología A.C. México.* Págs. 15-28.
- Springett, B.P.** 1978. On the ecological role of insects in Australian eucalypt forests. *Aust. J. of Ecol.* 3: 129-139.
- Webster, G.L.** 1995. The Panorama of Neotropical Cloud Forest. In: **S.P. Churchill, H. Balsev, E. Forerero and J.L. Iuteyn.** *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The N.Y. B. G.* pp 103-126.
- Waterman, P. G. y D.B. Mckey.** 1989. Herbivory and secondary compounds in rain forest plants. Págs: 513-536. En: **Lieth, H. y M.J.A. Werger** (eds.). *Tropical Rain Forest Ecosystems.* Elsevier, Amsterdam.
- Waterman, P. G. y S. Mole.** 1994. *Analysis of phenolic plant metabolites.* Blackwell Sci. Publ. Oxford. 238 pp.
- Whittaker, R. H., y P.P. Feeny.** 1971. Allelochemicals: Chemical interactions between species. *Science* 171: 757-770.
- Wint, G.R.W.** 1983. leaf damage in tropical rain forests. p. 229-241 In: **S.L. Sutton, T.C. Withmore and A.C. Chadwick** (eds.) *Tropical rain forest: ecology and management.* Blackwell, Oxford.
- Wolda, H.** 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *J. Anim. Ecol.* 47: 369-381.

14. Patrones de herbivoría por Lepidoptera en plantas del bosque mesófilo

Gerardo Sánchez-Ramos¹ y Rodolfo Dirzo^{2,3}

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928 Cd. Victoria, Tamaulipas, 87040 MEXICO

²Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
Apdo. Postal 70-275 MEXICO 04510, D.F.

³Department of Biological Sciences - Stanford University,
Stanford California 94305, USA

Abstract

Lepidopteran larvae are one of the most important insect herbivores in natural forests. We investigated the species of Lepidoptera associated with six representative plant species, three gap-colonizing, pioneer species (*Perymenium ovalifolium*, *Cercis canadensis* var. *mexicana* and *Liquidambar styraciflua*), and three mature forest, shade-tolerant species (*Clethra pringlei*, *Quercus germana* and *Podocarpus reichei*) in the cloud forest. The levels of herbivory (% leaf area eaten) by Lepidopteran larvae were measured during the rainy season. Selectivity tests were carried out to evaluate the degree of generalism-specialism of these predominant insects. The results showed eight different lepidopteran species associated to these plants. On average, they consumed 7% of the plants leaf area. For pioneer species the percent of leaf area damaged was almost three times greater than that for shade tolerant species. The insects associated with shade-tolerant species were more specialists than the insects associated with pioneer species.

Introducción

La herbivoría es un fenómeno omnipresente en los ecosistemas naturales. Parte del carbono que las plantas fijan es destinado a ser consumido por los herbívoros cuando el tejido está vivo, y por los organismos detritívoros y saprófitos cuando ha muerto (Crawley 1983). Al parecer, los herbívoros consumen las más altas proporciones de la producción primaria neta (PPN) cuando los ambientes naturales son más productivos (Andrzejewska y Gyllenberg 1980). Se estima que 10% de la PPN de una comunidad vegetal es consumida por los herbívoros, en tanto que el restante 90% es degradado por los descomponedores (Crawley 1983, Karban y Baldwin 1997). Los herbívoros llegan a afectar negativamente uno o más componentes de la adecuación de las plantas (e.g. crecimiento, sobrevivencia, reproducción), y son considerados como importantes agentes selectivos en la

evolución de las plantas (Ehrlich y Raven 1964, Feeny 1976, Rhoades y Cates 1976, Marquis 1984). También pueden influir significativamente en la riqueza y abundancia relativa de especies de plantas, así como ser componentes causales de la heterogeneidad espacial (Crawley 1983). Incluso, influyen en el reciclaje de nutrientes del ecosistema (Schowalter 1981).

Se reconoce que los insectos son los principales herbívoros en una gran variedad de comunidades vegetales, que incluyen tanto bosques templados como tropicales (Janzen 1981, Crawley 1983, Dirzo 1987) y dentro de éstos, se le considera al Orden Lepidoptera como el grupo de mayor representatividad. Por ejemplo, conforman hasta el 90% de los defoliadores de los bosques de *Quercus* (Wold y Marquis 1997), y en selvas tropicales húmedas de México son uno de los tres principales defoliadores (Dirzo 1987, de la Cruz y Dirzo 1987), junto con algunos Coleoptera y hormigas arrieras (Attini) (Dirzo 1987). Otros estudios han demostrado que la herbivoría por insectos afecta también a otros componentes bióticos que interactúan con las plantas, por ejemplo las micorrizas (Gehring y Linhart 1993), particularmente en sistemas de condiciones abióticas estresantes como las de los sistemas áridos y semiáridos (Gehring y Linhart 1993, Whitham y Mopper 1985). En contraste, existe muy poca información al respecto en bosques mesófilos tropicales y subtropicales a pesar de su gran importancia florística (Rzedowski 1992, Dirzo 1994) y como sistema que aporta servicios ecológicos fundamentales, tales como el aprovisionamiento de agua y control de ciclos hidrológicos (Dirzo 1994).

Nuestros estudios en el bosque mesófilo (ver Capítulo 13) han confirmado que los insectos, y dentro de éstos los lepidópteros, son uno de los grupos principales herbívoros del follaje (Sánchez-Ramos *et al.* 1999) (Fig. 1). Con el fin de caracterizar el papel que juegan los lepidópteros en el bosque mesófilo, analizamos las siguientes interrogantes:



Figura 1. Adultos de Lepidoptera sobre *Podocarpus reichei* (Foto, Gerardo Sánchez).

¿Cuáles son los principales lepidópteros folívoros de un grupo de especies vegetales seleccionadas?, ¿cómo es la relación generalismo-especificidad entre este grupo de herbívoros? y ¿cómo ocurre la variación en los niveles de consumo foliar por herbívoros lepidópteros en función de la historia de vida (pioneras y tolerantes), de especies representativas del bosque mesófilo?

Las especies seleccionadas

Seleccionamos seis especies representativas, incluyendo plantas de dos historias de vida contrastante: tres especies pioneras, demandantes de luz y tres de bosque maduro, tolerantes a la sombra. La selección de éstas se basó en su alto valor de importancia (VI) y representatividad ecológica en los dos hábitats característicos de este ecosistema (Sánchez-Ramos 2002): el bosque maduro y los claros de regeneración natural que se originan a partir de la caída de árboles. Las especies seleccionadas del bosque maduro fueron *Quercus germana*, *Clethra pringlei* y *Podocarpus reichei* y las de los claros de regeneración natural fueron *Liquidambar styraciflua*, *Cercis canadensis* var. *mexicana* y *Perymenium ovalifolium* (Sánchez-Ramos 2002).

Métodos

Sobre las plantas selectas observamos la presencia de larvas de lepidópteros, identificando

en primera instancia cada larva como una morfoespecie.

Consideramos toda la diversidad de larvas de lepidópteros en cada hospedero. La cuantificación del consumo foliar se estandarizó con respecto al estrato, considerando solamente el sotobosque (para evitar variación asociada a la estratificación; Schowalter 1981); la época del año, la lluviosa, por ser la de mayor consumo foliar (Coley 1983, Filip *et al.* 1995, Sánchez-Ramos 2002), y el tiempo de evaluación, considerando 15 días de observación simultánea en todas las plantas. Una vez identificados los lepidópteros presentes en cada especie, se llevó a cabo la cuantificación del daño foliar de cada una de ellas.

El consumo foliar de las larvas de Lepidoptera fue evaluado en el campo y a través pruebas de selectividad en laboratorio.

Evaluación de campo

Seleccionamos, al azar, tres individuos de cada especie vegetal por cada morfoespecie de lepidóptero identificado dentro de sitios de regeneración natural (claros) en los que estuvieron presentes todas las especies de planta. En cada planta se confinaron tres larvas por separado (morfoespecies) de Lepidoptera. Cada larva de lepidóptero fue excluida en una rama que tenía 10 hojas terminales (jóvenes) dentro de una cámara construida con red mosquitera fina y soportes de alambre. Así, las larvas quedaban circunscritas a la parte del árbol a estudiar, y quedaron protegidas

del ataque de posibles depredadores y parasitoides durante el periodo de estudio.

Cada hoja dentro de la cámara se identificó mediante anillos de colores. Las 15 hojas fueron analizadas antes y después del periodo de consumo, cuantificando el área foliar verde (AFV) y el área foliar consumida (AFC). Para la medición de la herbivoría se utilizó una gradilla plástica con cuadros de 5 x 5 mm, contándose el número de cuadros intactos y con daño por lepidóptero en el periodo de evaluación, basados en la metodología utilizada por Coley (1983), Dirzo (1987), Ernest (1989), y Farnsworth y Ellison (1991). El consumo foliar fue cuantificado bajo dos métodos: a) herbivoría instantánea (cm² de área foliar dañada), y tasa de herbivoría basada en la fórmula:

$$TH = \frac{[AFDf \times 100 / AFDi]}{t}$$

Donde, *AFDi* corresponde al área foliar dañada al inicio, *AFDf* es el área foliar dañada al final y *t* es el número de días transcurridos entre el registro inicial y el final.

Para conocer la selectividad de cada especie se realizaron recorridos de campo, ubicando a cada especie identificada sobre sus hospederos e indagando sobre la posibilidad de poder ubicarlos en otras plantas distintas. En el caso de encontrar una especie consecuentemente en otro(s) hospedero(s), se evaluó el consumo foliar de ésta, utilizando una metodología similar. Evaluación de laboratorio sobre pruebas de selectividad

Adicionalmente, cinco individuos de cada morfoespecie fueron recluidos en jaulas entomológicas de madera con tela mosquitera fina (*n*= 27 larvas), cuya dimensión fue de 30 x 30 x 45 cm, con la finalidad de realizar las pruebas de especificidad para cada larva de Lepidoptera. Se ofreció a cada larva una muestra (2.5 cm²) de cada

una de 12 especies arbóreas seleccionadas (**Cuadro 1**).

Se ofreció a cada larva una planta diferente por día, junto a la que se consideró la hospedera preferencial (donde se encontró frecuentemente en el campo). Para la identificación de las especies vegetales se utilizaron las claves de identificación de Pennington y Sarukhán (1998), Puig y Bracho (1987), Puig (1993). Los resultados fueron medidos en cm² de materia vegetal consumida.

Con la finalidad de detectar diferencias en la preferencia alimenticia de cada morfoespecie se designaron cuatro categorías de selectividad: muy alto, alto, medio y bajo. Esto es: I. Muy alto: aquellos insectos que no fueron localizados en el campo alimentándose de otras plantas y no aceptaron otro alimento al estar en cautiverio, II. Alto: que no fueron localizados en el campo alimentándose en otra planta, pero que aceptaron alimento de una especie próxima (*i.e.* mismo género, diferente especie), III. Medio: que fueron esporádicamente localizadas en el campo en otra especie, aunque de plantas próximas (*i.e.* mismo género, diferente especie), y que aceptaron alimento de otras plantas, y IV. Bajo: que fueron localizados alimentándose de taxones diferentes de plantas y aceptaron alimento de otras especies.

Resultados

Diversidad e identidad de Lepidoptera

Se registraron un total de ocho especies diferentes de Lepidoptera alimentándose sobre las seis especies vegetales. Una de ellas, *Hyperia variabilis* se alimenta indistintamente sobre dos de las plantas estudiadas (*L. styraciflua* y *P. ovalifolium*), por lo que se consideran nueve lepidópteros como los principales herbívoros sobre estas plantas. Agrupados por familias taxonómicas, la familia Geometridae quedó mejor representada con cinco

Cuadro 1. Especies seleccionadas para estudio de los lepidópteros herbívoros en el bosque mesófilo, Gómez Farías, Tamaulipas.

Especies	Historia de vida	Familia
<i>Quercus germana</i> Cham. et Schlectht.	Tolerante	Fagaceae
<i>Clethra pringlei</i> S. Wats	Tolerante	Clethraceae
<i>Podocarpus reichei</i> Bucholz et Gray	Tolerante	Podocarpaceae
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Pionera	Hamamelidaceae
<i>Cercis canadensis</i> var. <i>mexicana</i> L.	Pionera	Fabaceae
<i>Perymenium ovalifolium</i> (A. Gray) B. Turner	Pionera	Asteraceae

especies (56%), seguida de la familia Noctuidae con dos especies (22%), una especie (11%) de la familia Arctiidae, y una más (11%) de la familia Hesperidae. La identificación de los adultos (imago) de los Lepidoptera sugiere que tres de las especies vegetales estudiadas presentaron un solo insecto lepidóptero asociado. Así, *Quercus germana* presentó un Geometriidae (no identificado), sobre *Podocarpus reichei* se identificó la especie *Anisodes gigantula* Fig. 2 (Warrer) (Geometriidae), y en *Liquidambar styraciflua* el Noctuidae *Hyperia variabilis* (G. y S.). En las otras tres especies se identificaron dos especies de lepidóptero en cada una: *Perymenium ovalifolium* con *Oleus calavius* (G. y S.) (Hesperidae) e *Hyperia variabilis* (G. y S.) (Noctuidae); sobre *Cercis canadensis* se observó a *Microgonia* sp. y a *Oxydia* sp. (ambos Geometriidae), y sobre *Clethra pringlei* fue encontrado *Halysota fugiliosa* (Rotchs.) (Arctiidae) y *Melese russata* (Edw.) (Geometriidae).

Generalismo y especificidad

De las ocho especies de Lepidoptera estudiadas, cuatro especies (*A. gigantula*, *H. fugiliosa*, *M. russata* y *Oxydia* sp= 50%) presentaron muy alta especificidad, dos (morfoespecie 1 y *O. calavius*= 25%) presentaron especificidad alta, una especie (*Microgonia* sp= 12.5%) mostró especificidad media y una más (*H. variabilis*= 12.5%) baja (Cuadro 2). Tomando en consideración los Lepidoptera de menor a mayor grado de especificidad se observó lo siguiente: El Noctuidae *Hyperia variabilis* fue encontrado alimentándose en el campo en dos

especies pioneras distintas (*Liquidambar styraciflua* y *Perymenium ovalifolium*), por lo que la cuantificación de herbivoría se realizó sobre ambas especies. Bajo condiciones de laboratorio *H. variabilis* aceptó limitadamente (3/10= 30% de las larvas) a otra especie pionera (*Rapanea myricoides*), sin embargo no se detectó en el campo alimentándose de esta especie por lo que su especificidad se determinó como baja (categoría IV), y de hecho fue la especie más generalista (Cuadro 2). Del total de los 17.5 cm² ofrecidos de *P. ovalifolium* a las cinco larvas de *H. variabilis*, ésta consumió 12.3 ± 1.3 cm² (70.3%). De *L. styraciflua* las cinco larvas defoliaron 13.8 ± 2.1 cm² (ca. 79%).

La aceptación de *Rapanea myricoides* en laboratorio fue baja: en una ocasión sólo una larva consumió 1.4 cm² (8% del total ofrecido) de la hoja, y en la segunda ocasión entre dos larvas defoliaron 2.1 ± 1.9 cm² de dos hojas (12% del total).

El Geometriidae *Microgonia* sp., cuyo hospedero principal es *Cercis canadensis*, fue observado en el campo alimentándose de otra especie pionera (*Acer skutchii*). Es destacable que el número de individuos observados bajo condiciones de campo fue apenas perceptible (sólo dos larvas) sobre un árbol joven de *A. skutchii*. Sin embargo, en laboratorio dos de las cinco larvas estudiadas aceptaron a *Acer skutchii* como alimento. Para *Microgonia* sp. la especificidad fue considerada media (categoría III) (Cuadro 2).

Las dos larvas de *Microgonia* sp. que aceptaron *Acer skutchii* consumieron 3.2 ± 1.3 cm² (18.3%) del total de la materia verde ofrecida. La morfoespecie 1 (Geometriidae) que se alimentó

Cuadro 2. Especies adicionales (12) a las estudiadas, utilizadas para pruebas de selectividad entre larvas de Lepidoptera.

Especie	Familia taxonómica
<i>Quercus xalapensis</i>	Fagaceae
<i>Quercus sartorii</i>	Fagaceae
<i>Exostema mexicana</i>	Rubiaceae
<i>Ilex discolor</i>	Aquifoliaceae
<i>Rhamnus caroliniana</i>	Rhamnaceae
<i>Meliosma alba</i>	Sabiaceae
<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae
<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae
<i>Magnolia tamaulipana</i>	Magnoliaceae
<i>Rapanea myricoides</i>	Myrcinaceae
<i>Cestrum oblongifolium</i>	Solanaceae
<i>Acer skutchii</i>	Aceraceae

sobre *Quercus germana*, no fue observada en el campo sobre otros hospederos.

Sin embargo, en condiciones de laboratorio dos de las cinco larvas aceptaron a otro encino (*Quercus sartorii*), por lo que su especificidad se determinó como alta (categoría II). El Hesperidae *Oleus calavaius* (consumidor de *P. ovalifolium*) también mostró especificidad alta, ya que en campo no se encontró sobre ningún otro hospedero, pero sin embargo una larva de las cinco evaluadas (20%) aceptó a la pionera Solanaceae *Cestrum oblongifolium*, por lo que su determinación fue de alta especificidad (categoría II). La única larva de *Oleus calavaius* que consumió *C. oblongifolium* lo hizo en un nivel bajo ($1.9 \text{ cm}^2 = 10.8\%$). Finalmente, con especificidad muy alta de hospederos se obtuvo lo siguiente: Las especies *Anisodes gigantula* (de *Podocarpus reichei*); *Halysota fugiliosa* y *Melese russata* (de *Clethra pringlei*); así como *Oxydia* sp. (de *Cercis canadensis*), no fueron registradas bajo condiciones de campo sobre ninguna otra especie arbórea, y tampoco aceptaron la prueba del follaje proveniente de otras especies en laboratorio (categoría I) (**Cuadro 2**). Incluso, el Geometriidae *Anisodes gigantula* llega a ser en ocasiones un herbívoro altamente voraz para árboles enteros de *P. reichei*, ocasionándole defoliaciones de ca. 80% (Sánchez-Ramos 1999).

Los resultados sugieren una preferencia de especies pioneras por parte de los lepidópteros

más generalistas (cf. Lance y Barbosa 1982). Para tratar de demostrar esta tendencia se llevó a cabo un análisis de contingencia bajo el supuesto de que la preferencia de los herbívoros generalistas y específicos es independiente a la historia de vida de las plantas. Para ello se consideró sólo a la categoría I (selectividad muy alta) que define insectos específicos; el resto de las categorías corresponderá a los generalistas (ya que en campo o en laboratorio consumieron, al menos una muestra foliar de distinto hospedero). Los resultados sugieren que la preferencia de los lepidópteros estudiados no es independiente de la historia de vida de las plantas ($\chi^2 = 5.24$; $P = 0.02$). Es decir, los herbívoros más generalistas tienen preferencia por plantas con historia de vida pionera y los especialistas se concentran en las especies tolerantes.

Consumo foliar

En la cuantificación del área foliar consumida (AFC) en especies pioneras, la especie *Hyperia variabilis* que fue registrada en dos hospederas diferentes (*Liquidambar styraciflua* y *Perymenium ovalifolium*), tuvo un nivel de consumo 1.8 veces mayor en *L. styraciflua* (16.5 ± 17.7) que en *P. ovalifolium* (9.2 ± 8.6). Las especies *Microgonia* sp. y *Oxydia* sp. de *Cercis canadensis*, mostraron valores altos de consumo (11.9 ± 16.2 y 16.9 ± 24.3). Finalmente el hespérido *Oleus calavaius* mostró un valor



Figura 2. *Anisodes gigantula* (Geometriidae), sobre *Podocarpus reichei* (Foto, Gerardo Sánchez).

intermedio de consumo foliar en *P. ovalifolium* (13.1 ± 20.7). El consumo en las especies tolerantes el AFC (Fig. 3) se mostró como sigue:

En la especie *Clethra pringlei*, sus herbívoros *Melese russata* y *Halysota fugiliosa* mostraron valores de consumo de 8.3 ± 6.7 y 5.7 ± 4.1 , respectivamente. Esos valores fueron extremos para el geométrido (*morfoespecie 1*) de *Quercus germana* con un valor de 7.1 ± 6.8 . Finalmente, otro geométrido (*Anisodes gigantula*) mostró el valor más bajo de consumo para todas las especies con 5.46 ± 3.6 .

Discusión

Se puede considerar que de las especies de lepidópteros estudiados, la mayoría presentaron una muy alta especificidad (ca. 45%), seguidos de los de alta y baja especificidad (22%), y la minoría fue de mediana especificidad (11%). Sin embargo, la presencia del Noctuidae *Hyperia variabilis* en dos hospederos (*Liquidambar styraciflua* y *Perymenium ovalifolium*) obedece, entre otras cosas, a: i) la gran proporción de lepidópteros generalistas presentes dentro de esta familia, ya que se estima que Lepidoptera: Noctuidae posee el mayor número de insectos con hábitos alimenticios generalistas (Gaston y Reavey 1989), ii) al hecho de ser plantas pioneras, demandantes de luz, con mayor cantidad de agua foliar, Nitrógeno, menos duras y con menor

contenido de compuestos secundarios e.g. fenoles totales (Coley 1983, 1990). Es decir, más nutritivas y menos defendidas, respecto a las tolerantes.

Adicionalmente, de las especies que algunos generalistas consumen (e.g. *Hyperia variabilis*), no siempre las hembras ovipositan en el hospedero del cual se alimenta la larva (Dethier 1988). En ocasiones se dispersan entre los hospederos como larvas del primer instar (Lance y Barbosa 1982); otros se dejan caer en otros hospederos para alimentarse (Schultz y Baldwin 1982), e incluso algunos tienen alimentación mixta en el transcurso de un día (Dethier 1988).

Los niveles de daño mostraron a las especies de Lepidoptera asociados a las especies pioneras como las responsables de la mayor incidencia de herbivoría, respecto a las tolerantes.

Esto coincide con algunos trabajos realizados con plantas de historia de vida contrastante (Coley 1983, 1990, Gaston y Reavey 1989, entre otros).

El rango de consumo entre las especies pioneras y tolerantes fue muy contrastante. Las tolerantes mostraron un rango máximo de folivoría de 28.3 (*Quercus germana*), mientras que en las pioneras fue de 76.4 (*Perymenium ovalifolium*). Finalmente, el ámbito mayor correspondió a las especies pioneras, con un mínimo de 30 (*Hyperia variabilis* en *P. ovalifolium*) y un máximo de 71.6 (*Oleus calavius* en *P. ovalifolium*). En cambio, el



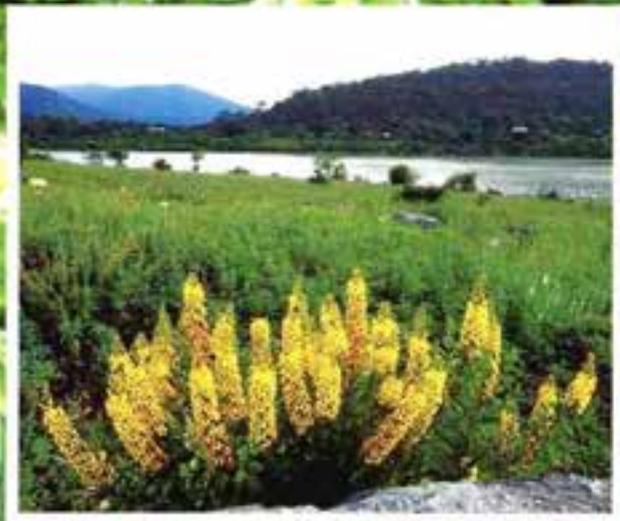
Figura 3. Cuantificación del área foliar (Foto, Gerardo Sánchez).

ámbito en las especies tolerantes osciló entre 7.5 (*Anisodes gigantula* en *Podocarpus reichei*) y 26.3 (*morfoesp. 1* en *Quercus germana*).

Estudios posteriores (e.g. la fitoquímica defensiva de las plantas), que permitan observar la variación de grupos de compuestos secundarios, así como el estudio de su relación con el consumo foliar considerando otras especies con historias de vida distinta, hábitats distintos y edades contrastantes de la planta, pueden arrojar resultados que refuercen, aún más, las aseveraciones encontradas en este ecosistema durante el presente estudio.

Literatura citada

- Andrzejewska, L. y G. Gyllenberg. 1980. Small herbivore subsystem. Págs: 201-267. En: Breymeyer, A.I. y G.M. Van Dyne (eds.). *Grasslands, Systems Analysis and Man*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Coley, P. D. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209-33.
- Coley, P.D. 1990. Tasas de herbivorismo en diferentes árboles tropicales. Págs: 191-200. En: Leigh, E.G. Jr., R.A. Stanley y D.M. Windsor (eds.). *Ecología de un bosque tropical*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- Crawley, M.J. 1983. *Herbivory*. Univ. of California Press. Berkeley, USA.
- de la Cruz, M. y R. Dirzo. 1987. A survey of the standing levels of herbivory in seedlings from a Mexican rain forest. *Biotropica* 19: 98-106.
- Dethier, V. G. 1988. The feeding behavior of polyphagous caterpillar (*Diacrisia virginica*) in its natural habitats. *Canadian J. of Zoology* 66: 1280-1288.
- Dirzo, R. 1987. Estudios sobre interacciones planta-herbívoro en Los Tuxtlas, Veracruz. En: Clark, D. A.; R. Dirzo y N. Fetcher (Eds.) *Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. *Rev. Biol. Trop.* 35: 119-131.
- Dirzo, R. 1994. Diversidad de la flora Mexicana. *Agrupación Sierra Madre*, S.C. México. 178 pp.
- Ehrlich, P.R. y Raven, P.H. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution* 18: 586-608.
- Ernest, K.A. 1989. Insect herbivory on a tropical understory tree: effects of leaf age and habitat. *Biotrop.* 21: 194-199.
- Farnsworth, J.E. y A.M. Ellison. 1991. Patterns of herbivory in Belizean mangrove swamps. *Biotropica* 23: 555-567.
- Feeny, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. In: Wallace and R.L. Mansell (Eds.). *Biochemical interactions between plants and insects*. *Recent Advances in Phytochemistry*. Vol. 10 Plenum Press, N.Y. USA. pp 1-40.
- Filip, V.; R. Dirzo; J.M. Maass y J.K. Sarukhán. 1995. Within- and among-year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica* 27: 78-86.
- Gaston, K.J. y D. Reavey. 1989. Patterns in the life histories and feeding strategies of British macrolepidoptera. *Journal of the Linnean Society* 37: 367-381.
- Gehring, J.L. y Y.B. Linhart 1993. Sexual dimorphisms and response to low resources in the dioecious plant *Silene latifolia* (Caryophyllaceae). *Int. J. Plant Sci.* 154: 152-162.
- Janzen, D. 1981. Patterns of herbivory in a tropical deciduous forest. *Biotropica* 13: 271-282.
- Karban, R., y I.T. Baldwin. 1997. *Induced Responses to Herbivory*. The University Chicago Press. 319 pgs.
- Lance, D. y P. Barbosa. 1982. Host tree influences on the dispersal of late-instar Gypsy Moths (*Lymantria dispar*). *Oikos* 38: 1-7.
- Marquis, R.J. 1984. Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant. *Science* 226: 537-539.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies*. UNAM, FCE. Méx. D.F. 521 pp.
- Puig, H. 1993. *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México-UNESCO Paris. 84 pp.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. *El bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas*. Instituto de Ecología A.C., Méx. 186 pp.
- Rhoades, D.F. y R.G. Cates 1976. Towards a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Rec. Adv. Phytochem.* 10: 168-213.
- Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la Flora fanerogámica de México. Págs: 313- 335. En: Halffter, G. (ed.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. CYTED-D. México
- Sánchez-Ramos, G., R. Dirzo y M.A. Balcázar-Lara. 1999. Especificidad y herbivoría de Lepidoptera sobre especies pioneras y tolerantes del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Act. Zool. Mex. (n.s.)* 78: 103-118.
- Sánchez-Ramos, G. 1999. Herbivoría en *Podocarpus reichei* Bucholz ey Gray (Podocarpaceae) por *Anisodes gigantula* (Lepidoptera: Geometridae) en el bosque mesófilo de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Brenesia* 51: 45-57.
- Sánchez-Ramos, G. 2002. Estudio de la interacción planta-herbívoro en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis Doctoral, inédita. Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México 163 pp.
- Schowalter, T.D. 1981. Insect herbivory relationships to the state of the host plant: biotic regulation of ecosystem nutrient cycling through ecological succession. *Oikos* 37: 126-130.
- Schultz, J.C. y I.T. Baldwin. 1982. Oak leaf quality declines in response to defoliation by gypsy moth larvae. *Science* 217: 149-151.
- Wold, N.E. y R.J. Marquis. 1997. Induced defense in white oak: effects on herbivores and consequences for the plant. *Ecology* 78: 1356-1369.





III

Las Plantas

15. Las algas rojas dulceacuícolas

Carlos Zamora Tovar¹ y Javier Carmona Jiménez²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Blvd. A. López Mateos 928 87040. Cd. Victoria, Tamps, MÉXICO

²Laboratorio de Ficología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Universitaria, A.P. 70-620 Coyoacán 04510, MÉXICO, D.F.

Abstract

This study is the first survey of freshwater red algae from the "El Cielo" Biosphere Reserve (RBC). Five cosmopolitan species were found: *Audouinella eugenea*, *Batrachospermum globosporum*, *Compsopogon coeruleus*, *Hildenbrandia angolensis* and *Thorea hispida*. In terms of environmental physicochemical characteristics, all species were found in moderate current velocities (22-44 cm s⁻¹), warm (21-26 °C), slightly alkaline pH (7-7.8) and high ion content waters (242-370 µS cm⁻¹). These results account for 9.62% and 21.74% of the total species of freshwater red algae recognized for North America and Mexico, respectively. This is the first report of *T. hispida* in Tamaulipas.

Introducción

La gran diversidad de ecosistemas acuáticos presentes en México, propicia el establecimiento y desarrollo de comunidades biológicas heterogéneas, entre las que destacan los grupos vegetales. La diversidad de la flora acuática mexicana incluye a las algas dulceacuícolas, las cuales indican el estado de conservación y/o deterioro del ecosistema, determinando la productividad y biodiversidad.

La importancia de las algas rojas dulceacuícolas para el ecosistema acuático se manifiesta en diversas formas. Su capacidad fotosintética contribuye a la productividad primaria del ambiente, ayudan a la consolidación del substrato y son fuente alimenticia y hábitat idóneo para diversos organismos. Asimismo, son excelentes indicadores biológicos para aguas de buena calidad, razón por la cual, pueden ser utilizadas en el análisis ambiental y las estimaciones de la integridad biótica (Sheath 1984).

Pedroche *et al.* (1993) recopilaron los trabajos ficológicos publicados para México, generados en el periodo de 1884 a 1990, y manifiestan una primera aproximación de la diversidad de la flora algal, registrando en total 1,102 especies.

Asimismo, comprobaron las observaciones de Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita (1993), Carmona-Jiménez y Montejano-Zurita (1993) y Tavera-Alonso (1991) para los ambientes de agua dulce, señalando que las algas azul-verde, algas verdes, diatomeas penadas y euglenoides son los grupos de mayor distribución, abundancia y diversidad específica, mientras que las algas rojas están pobremente representadas.

Lo cual corrobora las estimaciones de Sheath (1984) para las algas rojas, quien calcula un 0.1 a 1.7% del total de especies presentes en aguas continentales de Norteamérica, Asia y Europa, contrastando con lo conocido en los ecosistemas marinos tropicales, donde alcanzan una mayor diversidad y una amplia gama de hábitats (Dawes 1991). Finalmente, Sheath (1984) cita 159 especies de algas rojas dulceacuícolas para el mundo, lo cual representa el 3% del total de especies reconocidas para la división Rhodophyta. Del mismo modo, Sheath y Cole (1992), registran la presencia de 52 especies para los arroyos de Norteamérica. En tanto que Ortega (1984) documenta 10 especies de algas rojas dulceacuícolas en su catálogo de algas continentales recientes de México.

En 1974, Sánchez elabora el primer estudio sobre las rodoficeas dulceacuícolas de México y registra seis especies de distribución cosmopolita, de las cuales dos habían sido referidas por Sámano y Sokoloff (1931) y una por Sánchez-Rodríguez y Huerta (1969). Posteriormente, Cantoral-Uriza y Montejano-Zurita (1993) mencionan por primera vez, la presencia de *Batrachospermum globosporum* Israelson; mientras que Carmona-Jiménez y Montejano-Zurita (1993) hacen lo mismo con *Hildebrandia rivularis* (Leibmann) J. Agardh y *Thorea riekei* Bishoff.

Colateralmente, varios investigadores extranjeros publicaron estudios sobre sistemática y distribución geográfica de algas rojas dulceacuícolas de Norteamérica, designando cambios nomenclaturales y la presencia de algunas especies de México (Necchi *et al.* 1993a, 1993b,

Sheath *et al.* 1992, 1993a, 1993b, Vis y Sheath 1992, Vis *et al.* 1992). Estudios más recientes como el de Montejano *et al.* (2000) citan la presencia de nueve especies rodofíceas en manantiales y arroyos de La Huasteca; en tanto que Carmona y Necchi (2001a, 2001b) publican resultados específicos sobre la sistemática y distribución de las especies mexicanas incluidas en los géneros *Audouinella* y *Thorea* respectivamente, describiendo a la vez a *A. huastecana* Carmona *et Necchi* como una nueva especie.

Los primeros registros para el estado de Tamaulipas, son *Compsopogon coeruleus* (C. agardh) Montagne, *Batrachospermum* sp. y *Rhodocorton* sp. para la laguna del Chairel, ubicada en el municipio de Tampico (Tavera-Alonso 1991). Sin embargo, Pedroche *et al.* (1993) en su análisis sobre la diversidad algal en México, anotan la presencia de algas rojas dulceacuícolas en siete entidades federativas, donde incluyen a Tamaulipas con un sólo registro. Posteriormente, Montejano *et al.* (2000) citan *Audouinella eugenea* (Skuja) Jao e *Hildenbrandia angolensis* Welwitsch *ex West et West* para el río Mante; en tanto que Carmona y Necchi (2001a) mencionan la presencia de la primer especie en el nacimiento de dicho río. Por último, cabe mencionar que el primer estudio ficológico prospectivo realizado en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), no menciona ninguna especie Rhodophyta (Margain-Hernández y Tavera 1989). Por lo anterior y con el propósito de dar a conocer las especies de algas rojas presentes en esta área natural protegida, se realizó el presente trabajo.

Las colectas de especímenes y la toma de datos de campo se efectuaron en las siguientes localidades: a) Nacimiento del río Sabinas (23° 08' 54" Lat. N y 99° 09' 12" Long. W 150 m snm), lugar ubicado a 2 Km aproximadamente del ejido La Libertad del Mpio. de Llera, en donde se seleccionaron tres sitios de colecta; b) Vado sobre el río Sabinas (23° 06' 36" Lat. N y 99° 08' 31" Long. W 135 m snm), situado en el ejido El Azteca, del Mpio. de Gómez Farías, y aproximadamente a 4.5 Km al sur del veneno de dicho río; c) Nacimiento del río Frio (22° 59' 32" Lat. N y 99° 08' 26" Long. W 100 m snm), localizado a 1 Km del ejido El Nacimiento del Mpio. de Gómez Farías, sitio conocido localmente como Bocatoma, examinando dos sitios de colecta; y d) Río Frio (22° 50' 56" Lat. N y 99° 01' 64" Long. W 50 m snm).

En cada localidad, se determinó la anchura, profundidad y velocidad de la corriente del río, la temperatura, el pH y la conductividad del agua, así como el dosel de la vegetación arbórea circundante.

Análisis florístico

Se reporta la presencia de *Audouinella eugenea*, *Batrachospermum globosporum*, *Compsopogon coeruleus*, *Hildenbrandia angolensis* y *Thorea hispida* (Thore) Desvaux. Estas especies han sido previamente citadas para México; sin embargo, es importante mencionar que la presente contribución revela por primera vez el conocimiento de estas especies para la RBC. Asimismo, se manifiesta a *T. hispida* como un nuevo registro para Tamaulipas.

Las cinco especies encontradas constituyen el 9.6% y 21.7% del total de especies reconocidas para Norteamérica y México, respectivamente. El reducido número de especies de algas rojas dulceacuícolas coincide con Sheath y Cole (1992), quienes mencionan que la alta diversidad específica de Norteamérica, se reduce a valores muy bajos, cuando se trata de arroyos individuales. Las cinco especies se clasifican taxonómicamente dentro de cinco familias (Garbary y Gabrielson 1990). En lo concerniente a familias, este resultado representa una diversidad florística alta, tanto para la RBC como para México, comparada con la presencia de ocho familias para Norteamérica (Sheath y Cole 1992).

Las algas rojas dulceacuícolas de la RBC, se caracterizan por ser organismos filamentosos, siendo *B. globosporum* y *T. hispida* filamentos mucilaginosos y retráctiles al tacto; mientras que *A. eugenea* y *C. coeruleus* son formas semi-erectas de naturaleza gregaria y solitaria, respectivamente. Morfológicamente, *A. eugenea* se desarrolla a manera de mechones sobre substratos vegetales, mientras que el resto de las especies son de hábitos epilíticos. Estructuralmente, *C. coeruleus* se caracteriza por filamentos uniseriados y corticados de aspecto pseudoparenquimatoso (**Fig. 1**). Mientras *A. eugenea*, se distingue por filamentos uniseriados y ramificados, sin diferenciación alguna entre la rama principal y las secundarias (**Fig. 2**); en tanto que *B. globosporum* se diferencia por tener un eje principal con crecimiento uniaxial corticado y ramificaciones verticales (**Fig. 3**). Por su parte, *T. hispida* presenta una rama principal con pocas ramificaciones secundarias, determinada por una densa médula multiaxial cubierta de filamentos asimilatorios laxos (**Fig. 4**).

Contrario a lo anterior, la forma filamentosa de los especímenes de *H. angolensis* se caracteriza por el desarrollo aglomerado de sus filamentos, conformando un talo costroso de varias capas de

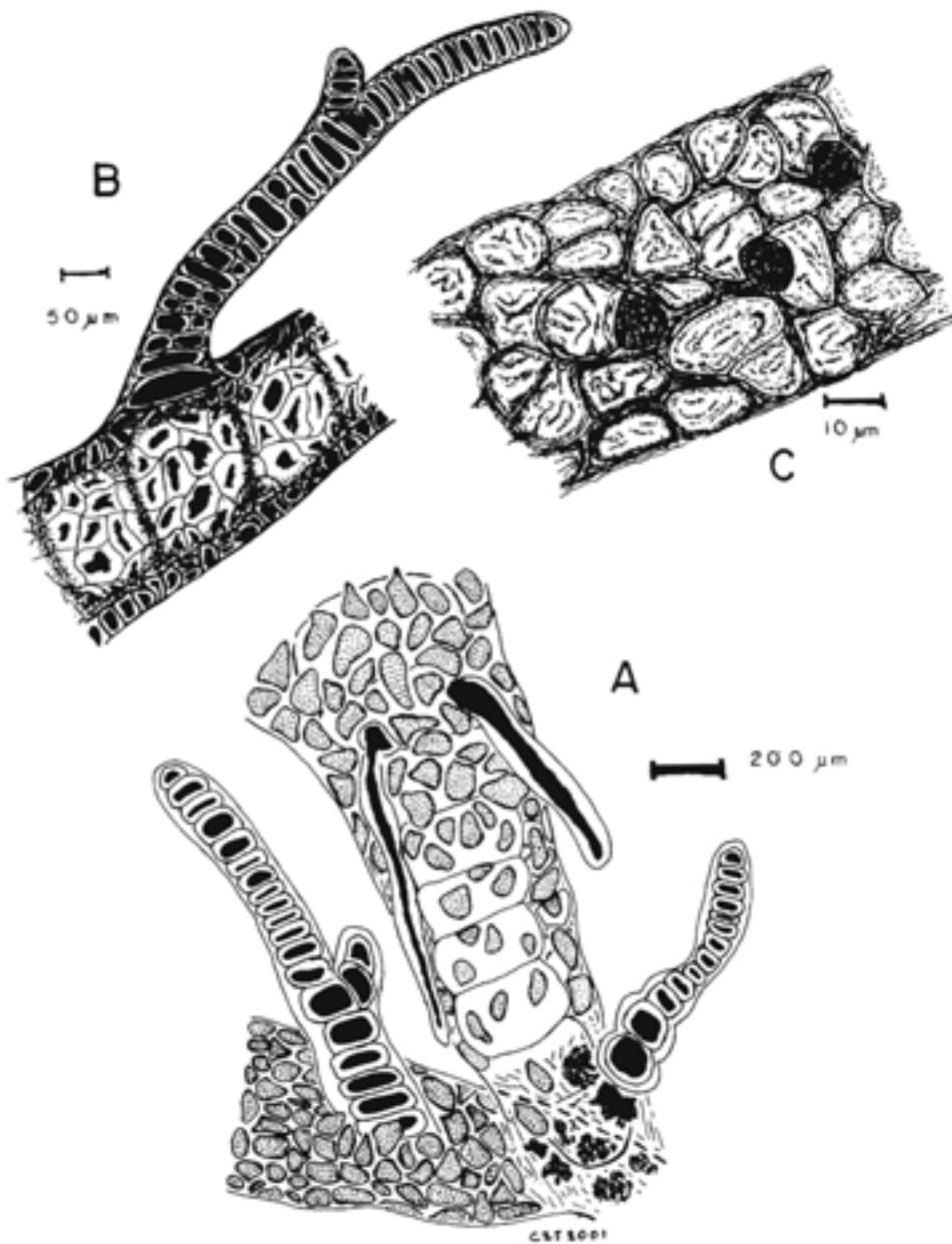


Figura 1. *Compsopogon coeruleus*. A) porción basal del talo con rizoides corticales y filamentos uniseriados en crecimiento; B) detalle del talo multiseriado y pseudoparenquimatoso con ramificación secundaria uniseriada; C) monosporas en desarrollo.

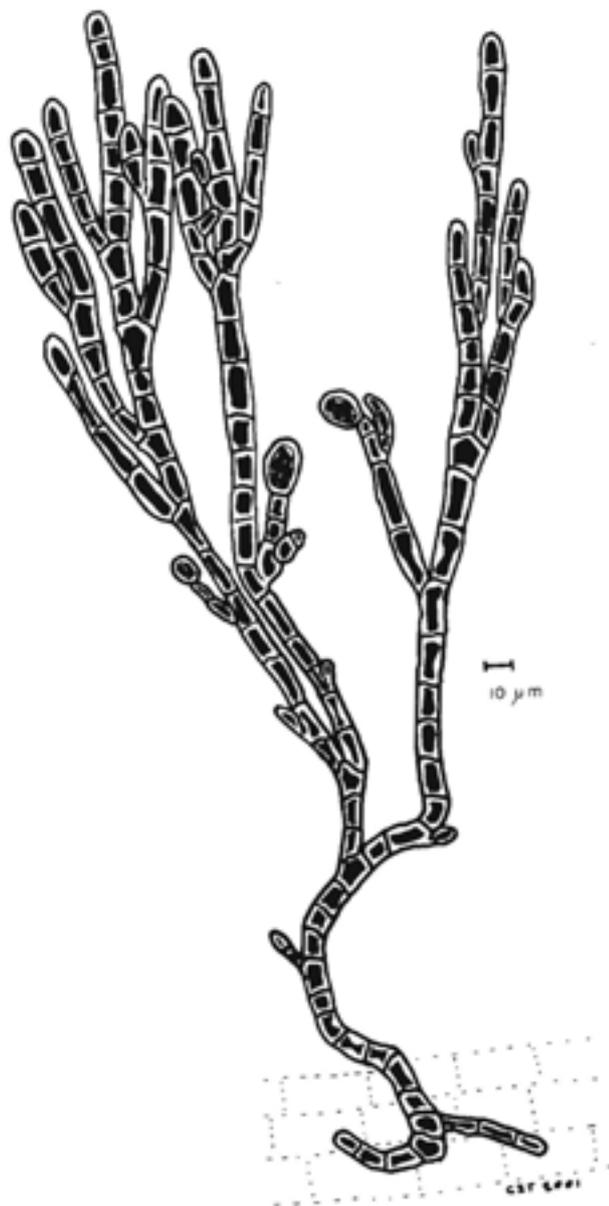


Figura 2. *Audouinella eugenea*. Esquema del habito filamentoso de una planta con monosporas.



Figura 3. *Batrachospermum globosporum*. A) porción del talo con ramificación secundaria; B) detalle de una rama vertical.

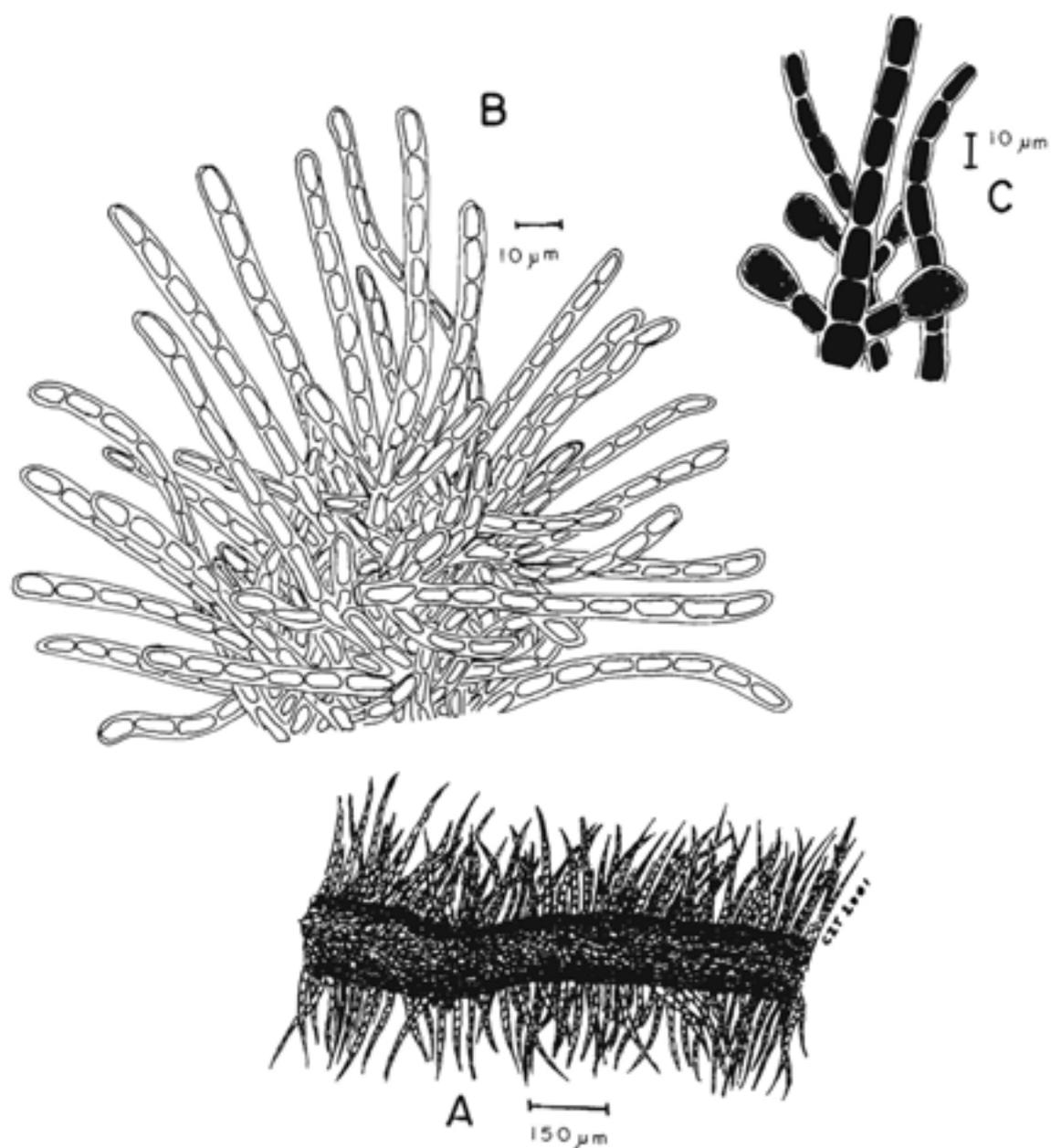


Figura 4. *Thorea hispida*. A) porción de la rama principal; B) filamentos asimilatorios laxos;

células, con crecimiento hemisférico o irregular, dando la apariencia de ser una mancha de color guinda de las piedras, donde por lo general habitan (Fig. 5). Las características morfológicas y morfométricas de las especies encontradas se muestran en el Cuadro 1.

Ecología y distribución

En las localidades de muestreo, los parámetros fisicoquímicos del agua que más variaron fueron la velocidad de la corriente y la conductividad del agua. Por otro lado, también se observaron diferencias en el grado de cobertura de la vegetación del bosque de galería circundante, conformado por *Taxodium mucronatum* Ten. (Cuadro 2).

En general, las especies inventariadas crecen en áreas de flujos moderados ($22-44 \text{ cm s}^{-1}$), con aguas tibias ($21-26 \text{ }^{\circ}\text{C}$), ligeramente alcalinas ($7-7.8$) y con alto contenido iónico ($242-370 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$). Sin embargo, *A. eugenea*, *H. angolensis* y *T. hispida* se encontraron en sitios parcialmente cubiertos por vegetación; mientras que *C. coeruleus* prefiere lugares muy sombreados y de mucha corriente; en tanto que *B. globosporum* y *T. hispida* se encontraron en la zona litoral superior del río, donde los musgos son los organismos dominantes. Estas observaciones corroboran lo establecido por Sheath y Hambrook (1990), quienes comprueban que la presencia y la adaptación ecológica de las algas rojas dulceacuícolas está directamente relacionada con aguas oligohalobias y en constante flujo.

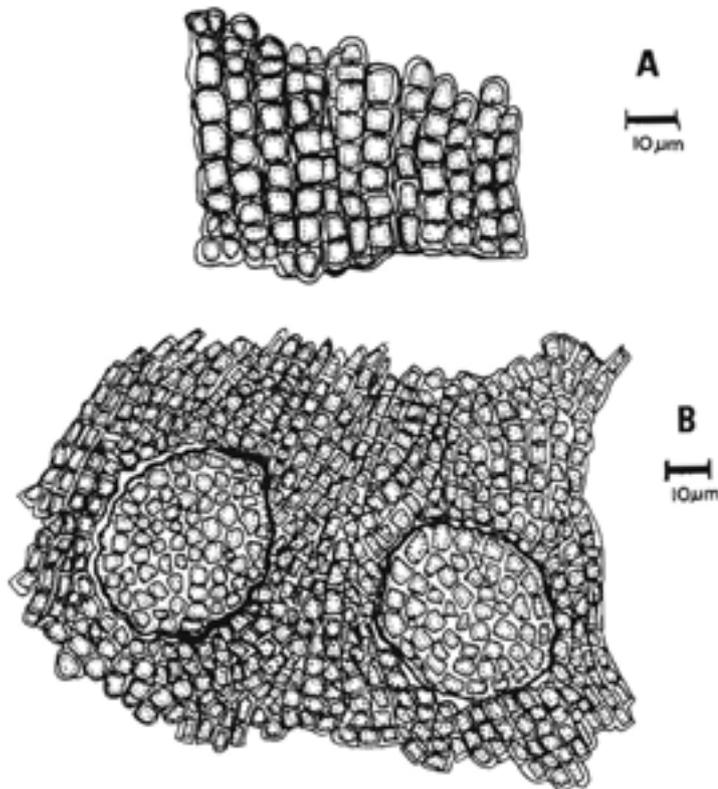


Figura 5. *Hildebrandia angolensis*. A) vista lateral del talo costroso;

Cuadro 1. Representación morfológica de las especies encontradas.

FAMILIA Especie	Color	Tamaño (cm)	Forma de vida	Características morfométricas			
				Diámetro del eje principal	Células de la médula	Células de la corteza	Estructuras reproductoras
COMPSOPOGONACEAE <i>Compsopogon coeruleus</i> (Balbis) Montagne.	rojo oscuro	8	filamentos libres epilíticos	550 μm	36 μm de diám.* 42 μm de largo	19 μm de diám.* 26.4 μm de largo	Monosporas, de 9.6 μm de diám.* y 19.2 μm de largo.
ACROCHAETIACEAE <i>Audoinella eugenea</i> (Skuja) Jao.	rojo amarillento a café oscuro	0.1 (=1mm)	filamentos libres epífitos	9.6 μm	N/D **	N/D **	Monosporas, de 14 μm de diám.* y 16.8 μm de largo.
BATRACHOSPERMACEAE <i>Batrachospermum</i> <i>globosporum</i> Israelson.	verde grisáceo a rojo oscuro	6	filamentos libres epilíticos	475 μm	N/D **	N/D **	Carpogonios sesiles, 7 μm de diám.* y 30 μm de largo.
THOREACEAE <i>Thorea violacea</i> Bory de Saint-Vicent.	rojo oscuro	5	filamentos libres epilíticos	640 μm	3.6 μm de diám.*	5.8 μm de diám.*15.6 μm de largo (filamentos asimilatorios).	Monosporangios, de 9.6 μm de diám.* y 16.8 μm de largo.
HILDEBRANDIACEAE <i>Hildenbrandia angolensis</i> Welwitsch ex West et West	guinda	0.01 (=100 μm)	filamentos costrosos epilíticos	4.5 μm	N/D **	N/D **	Propágulos vegetativos, de de 39.1 μm de diám.* y 46.3 μm de largo.

Cuadro 2. Características físicas y químicas del agua en las localidades de muestreo.

Localidad	Sitio y fecha de colecta	Anchura promedio (m)	Profundidad promedio (cm)	Velocidad de la corriente (cm s ⁻¹)	Temperatura del agua (°C)	pH	Conductividad del agua (µS cm ⁻¹)	Dosel arbóreo	Especies
Nacimiento del río Sabinas	I 21.08.1999	8	43	22	22	7.7	350	Cobertura copiosa	<i>A. eugenea</i> <i>B. globosporum</i> <i>T. hispida</i>
	II 21.08.1999	6	25	44	22	7.7	370	Cobertura copiosa	<i>C. coeruleus</i>
	III 11.05.1997	11	50	35	22	7.0	242	Cobertura parcial	<i>H. angolensis</i> <i>T. hispida</i>
Río Sabinas ejido El Azteca	I 19.02.2000	12	36	28	24	7.8	280	Cobertura parcial	<i>A. eugenea</i>
Nacimiento del río Frío	I 21.08.1999	6	38	24	21	7.4	290	Cobertura copiosa	<i>A. eugenea</i> <i>T. hispida</i>
	II 19.02.2000	5	22	34	21	7.4	270	Cobertura copiosa	<i>C. coeruleus</i>
	I 11.05.1997	40	40	30	26	7.0	368	Cobertura parcial	<i>T. hispida</i>

Adicionalmente, se confirma lo citado por Carmona y Necchi (2001a, 2001b), Necchi *et al.* (1993a), Sheath *et al.* (1992, 1993a, 1993b) y Vis *et al.* (1992), en cuanto a la ecología y distribución de las especies bajo estudio. Colateralmente, Montejano *et al.* (2000) encuentran una correlación entre la distribución de las algas rodofíceas y la alta concentración de iones disueltos en el agua presente en la cuenca hidrológica del Pánuco, siendo *B. globosporum*, *H. angolensis* y *T. hispida* los organismos más representativos de los ambientes lóticos de la región huasteca (parte de la RBC queda incluida en dicha región). Estas cinco especies son de distribución cosmopolita. Sin embargo, *C. coeruleus* y las especies de la sección Contorta del género *Batrachospermum* (donde se incluye a *B. globosporum*) son comunes en regiones tropicales de Norteamérica, mientras que en Europa se encuentran principalmente en regiones boreales (Sheath y Cole, 1992). La mayor diversidad específica de algas rojas dulceacuícolas de Norteamérica se presenta en latitudes templadas y tropicales (Sheath y Hambrook 1990), siendo estas regiones los centros de distribución de los géneros *Compsopogon*, *Thorea* y *Batrachospermum* (sección Contorta).

Literatura citada

- Cantoral-Uriza, E. A. y G. Montejano-Zurita. 1993. Las algas de El Salto, San Luis Potosí, México: un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes. *Bol. Soc. Bot. México* 53: 3-20.
- Carmona-Jiménez, J. y G. Montejano-Zurita. 1993. Caracterización ficológica en manantiales de la cuenca baja del sistema hidrológico del Pánuco, México. *Bol. Soc. Bot. México* 53: 21-41.
- Carmona, J. J. y O. Necchi Jr. 2001a. A new species and expanded distributions of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) from Central Mexico and south-eastern Brazil. *Eur. J. Phycol.* 36: 217-226.
- Carmona, J. J. y O. Necchi Jr. 2001b. Systematics and distribution of *Thorea* (Thoreaceae, Rhodophyta) from central Mexico and south-eastern Brazil. *Phycological Research* 49: 231-239.
- Dawes, C. J. 1991. *Botánica Marina*. Ed. Limusa, México, D.F. 673 pp.
- Garbary, D. J. y P. W. Gabrielson. 1990. Taxonomy and evolution. En: Cole K. M. y R. G. Sheath (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge Univ. Press. 477-498 p.
- Margain-Hernández, R. M. y G. F. Tavera. 1989. Lista ficológica preliminar de algunos ambientes acuáticos en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Biotam* 1(2): 77-79.
- Montejano, G., Carmona-Jiménez, J. y E. Cantoral-Uriza. 2000. Algal communities from calcareous springs and streams in La Huasteca, central Mexico: A synthesis. En: Munawar, M., Lawrence, S. G., Munawar, I. F. y D. F. Malley (eds.). *Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 135-149 p.
- Necchi, J. O., Sheath, R. G. y K. M. Cole. 1993a. Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 1. The reddish species. *Arch. Hydrobiol./Suppl. Algal. Stud.* 70: 11-28.
- Necchi, J. O., Sheath, R. G. y K. M. Cole. 1993b. Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 2. The bluish species. *Arch. Hydrobiol./Suppl. Algal. Stud.* 70: 13-21.
- Ortega, M. M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. UNAM. México, D.F. 561 p.
- Pedroche, F. F., Dreckman, K. M., Senties, A. y R. Margain-Hernández. 1993. Diversidad algal en México. En: Gio-Argáez, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad biológica en México*. Vol. Esp. (XLIV) *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. México*, D. F. 69-92 p.
- Sámamo, B. A. y D. Sokoloff. 1931. La flora y la fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monogr. Inst. Biol. Mex.* 1: 1-49.
- Sánchez, R. M. 1974. Rodofíceas dulceacuícolas de México. *Bol. Soc. Bot. México* 33: 31-37.
- Sánchez-Rodríguez, M. y L. Huerta. 1969. Una nueva especie de *Lemanea* (Rhodoph. Florid.) para la flora dulceacuícola mexicana. *Ciencia, Méx.* 27(1): 27-30.
- Sheath, R. G. 1984. The biology of freshwater red algae. *Prog. Phycol. Res.* 3: 89-157.
- Sheath, R. G. y K. M. Cole. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *J. Phycol.* 28: 448-460.
- Sheath, R. G. y J. A. Hambrook. 1990. Freshwater Ecology. En: Cole K. M. y R. G. Sheath (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. 423-453
- Sheath, R. G., Vis, M. L. y K. M. Cole. 1992. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 1. Section Contorta. *J. Phycol.* 28: 237-246.
- Sheath, R. G., Kaczmarczyk, D. y K. M. Cole. 1993a. Distribution and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America. *Eur. J. Phycol.* 28: 115-121.
- Sheath, R. G., Vis, M. L. y K. M. Cole. 1993b. Distribution and systematics of the freshwater red algal family Thoreaceae in North America. *Eur. J. Phycol.* 28: 231-241.
- Tavera-Alonso, G. F. 1991. Contribución al estudio de las algas de la Laguna del Chairel, Tampico, Tamaulipas, México. *Biotam* 3(1): 27-46.
- Vis, M. L. y R. G. Sheath. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia* 31(2): 164-179.
- Vis, M. L., Sheath, R. G. y K. M. Cole. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. *Phycologia* 31(6): 564-575.

16. Los musgos

Olga Lidia Vargas Cervantes¹

¹Fray Juan Caballero 109 Cd., Victoria, Tamaulipas.
87020 Col. Lopez Mateos. MÉXICO

Abstract

A total of 24 families, one sub-family, and three tribes were registered; I detected a total of 37 genera with 36 species and one variety, with seven new records for the Biosphere Reserve El Cielo. The majority are epiphytic species, others cover rocks with a little organic matter and a few cover clayey soils

Introducción

La investigación acerca de los musgos es muy reducida y esto se debe, entre otras cosas, probablemente a su reducido tamaño, haciéndolas poco atractivas para su estudio. En nuestro país se tiene una idea errónea al considerar este tipo de organismos como carentes de valor económico. Actualmente, los estudios nos indican todo lo contrario, ya que son susceptibles de comercialización, los casos más palpables es su venta como adornos añadidos a los nacimientos, entre estos podemos mencionar el género *Papillaria* sp, *Thuidium* sp. Otros como *Bryum argenteum* y algunos géneros de la Familia Pottiaceae son utilizados en terrarios. Por otra parte, el potencial que poseen como recurso natural, no los exenta de estar sujetos a conservación, debido a su capacidad de aportación de oxígeno, formar suelos, ser planta microhábitat y fuente de alimento para otras especies.

Aunque México cuenta con una flora de musgos bien desarrollada, aún existen lugares que han sido poco explorados o incluso, aquellos en donde no se ha realizado ningún tipo de investigación.

Los musgos son plantas que pueden llegar a medir unos cuantos centímetros, el cuerpo de estas plantas es muy parecido a las vasculares, pero son carentes de tejidos, es decir son talofíticos. El musgo típico consiste de un eje foliar delgado, erecto o postrado que puede tener o no ramas multicelulares de absorción, llamadas rizoides. Superficialmente parecen ser un grupo homogéneo, pero en su estudio más cuidadoso demuestra que tienen una considerable variación morfológica y fisiológica.

Generalmente se incluyen tres grupos principales: Hepáticas, Antocerotes y Musgos. Estos viven sobre rocas, suelo, troncos o ramas de árboles, se encuentran preferentemente en lugares

muy húmedos o en hábitats acuáticos, ya que requieren agua líquida como el medio para llevar a cabo su fecundación.

Sin embargo, también pueden tolerar condiciones ambientales extremas que otras plantas no resisten. Por esta razón están ampliamente distribuidas en el mundo, desde los ambientes árticos hasta las zonas tropicales y desde los desiertos hasta los ambientes sumergidos (Delgadillo y Cárdenas 1990).

Frecuentemente forman una alfombra continua en el piso de los bosques, y por lo general, no se presentan aislados, si no que forman un grupo o colonias. Son también organismos "pioneros" que colonizan las rocas y los lugares desnudos, en sitios recientemente perturbados (Delgadillo y Cárdenas 1990). Una vez que estos organismos se establecen, comienzan a formar suelo.

Su ciclo de vida, se representa por una fase esporofítica, la cual casi no se aprecia, debido a que es de muy corta duración (Kühnemann 1944). Siendo estas dos características muy importantes y que distinguen a las briofitas de las plantas superiores. Se les clasifica dentro de la División Briophyta que incluye cerca de 24,000 especies agrupadas en más de 1,000 géneros. Los criterios para clasificar a los musgos han cambiado taxonómicamente, en varios sistemas de clasificación una misma categoría ocurre con nombre y definición diferente, según los autores (Delgadillo y Cárdenas 1990). Desde hace muchos años se les ha venido utilizando en horticultura, en algunos lugares del mundo como material de relleno de colchones y almohadas, empaque de ropa, de objetos frágiles, de frutas y vegetales, aislantes para rellenar grietas en paredes de cabañas. En otros países se han investigado sus principios activos, acerca de su actividad antibiótica (antibacterial y antifungicida) y su posible uso en Oncología (Romeu 1998). Dentro de algunos aspectos ecológicos, es pertinente mencionar la relación existente entre los musgos cotrícolas y el tisanóptero (*Wegenerithrips*) en árboles del bosque mesófilo de montaña de Hidalgo, Puebla y Veracruz, en los cuales el insecto lleva a cabo su ciclo de vida, tanto en forma inmadura como en el estado adulto, siendo además briófagos de sus plantas-microhábitat.

Para el caso exclusivo de *Wegenerithrips admirabilis*, las especies de musgos que lo hospedan son: *Pilotrichella frexillis*, *P. rigida*, *Neckeropsis undulata* (Fig. 1), *Homaliodentron decompositum* (Fig. 2 y 3), *Pterobryon densum*, *Mittenothamnium reptans*, *Plagiomnium rhynchophorum* (Fig. 4) y *Papillaria deppei*. También son estas especies, las responsables de evitar las erosiones causadas por el viento y el agua, en los lugares con ambientes variables o rigurosos o de sitios con desecación frecuente (Cárdenas 1995).

Por otra parte, presentan adaptaciones ligadas a la economía del agua y a la reproducción, haciendo de estas en los desiertos seres singulares. Debido a que estas absorben el agua del rocío del aire húmedo nocturno, llevando a cabo la fotosíntesis en un tiempo muy corto a la mañana siguiente.

Sin embargo, el territorio mexicano aún requiere de exploración, por lo que es de esperarse la ocurrencia de novedades taxonómicas, así como de nuevos registros para la ciencia. La amenaza más importante de los musgos locales, especialmente para especies endémicas y de distribución limitada, es la destrucción de su hábitat.

Delgadillo (1996) identificó algunas briofitas que demandan de protección, sin embargo, aún no existe una legislación que asegure la permanencia futura en sus hábitats naturales.

Estudios realizados en el área

Hernández et al. (1951) publicaron un listado de 76 especies de musgos, resultado de un estudio preliminar realizado en el Rancho "El Cielo". Rzedowski (1978) registró en su libro "La Vegetación de México", la existencia de los siguientes géneros para el bosque mesófilo de montaña: *Anomodon*, *Homalia*, *Papillaria*, *Pilotrichella*, *Porotrichum*, *Prionodon*, *Rhizogonium* y *Schlotteimia*.

En un concentrado preliminar (elaborado por especialistas del herbario MEXU), se menciona la existencia de 109 especies para varias localidades del Municipio de Gómez Farías, Tamaulipas. Resultado de algunas colectas realizadas por Sharp, Zennoske, Montes, Satoshi, Webster y Delgadillo de 1952 a 1974. De los cuales, se cuentan con algunos ejemplares disponibles en el MEXU y el resto se encuentran depositados en el extranjero (CONABIO 1998). Con base a lo anterior, pocas áreas de México se puede considerar como bien colectadas, y por otro lado muchas no han sido visitadas por briólogos, entre las primeras se encuentran la Península de Yucatán, el Valle de México y los estados de Veracruz, Tamaulipas y Oaxaca entre las segundas están Aguascalientes, Querétaro y Tabasco.

La presente investigación realizada de 1997 a 1998 se efectuó en algunas localidades de El Cielo, arrojaron los siguientes resultados: un total

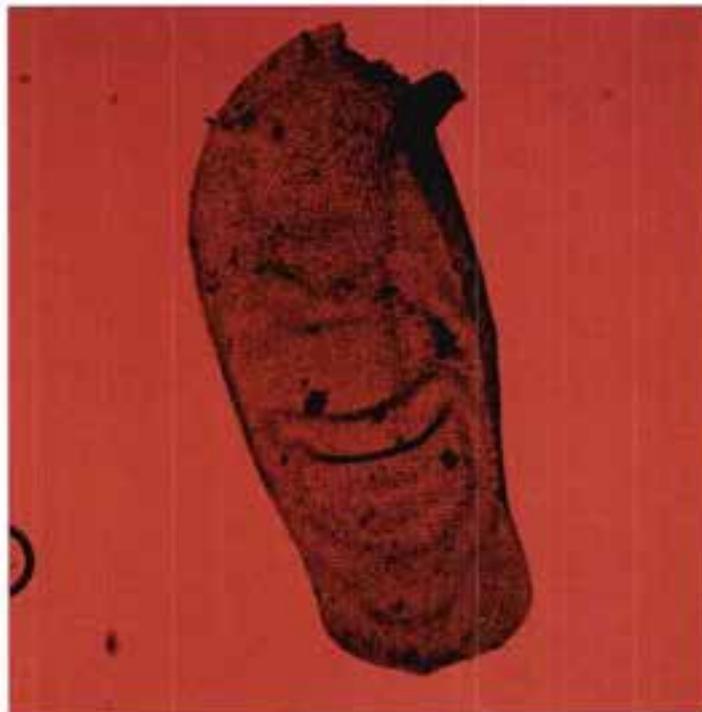


Figura 1. *Neckeropsis undulata* (4x Hoja del tallo).

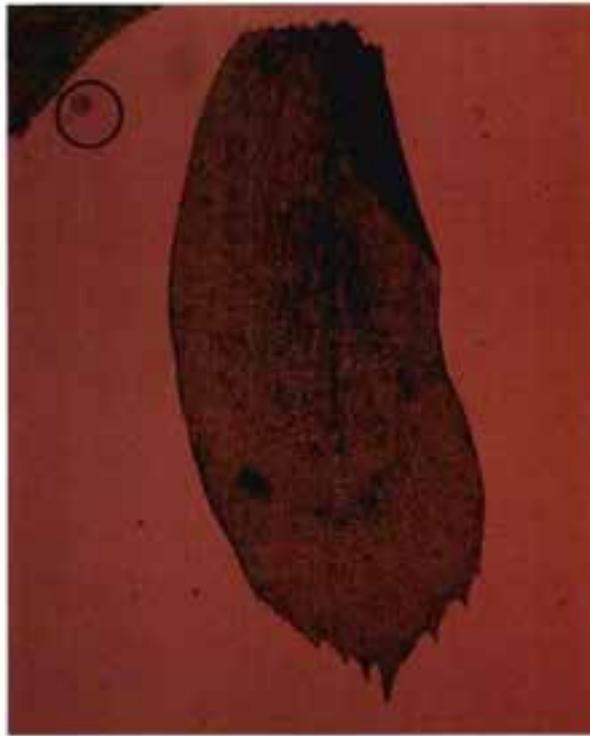


Figura 2. *Homaliodendron decompositum* (4x hoja ventral).

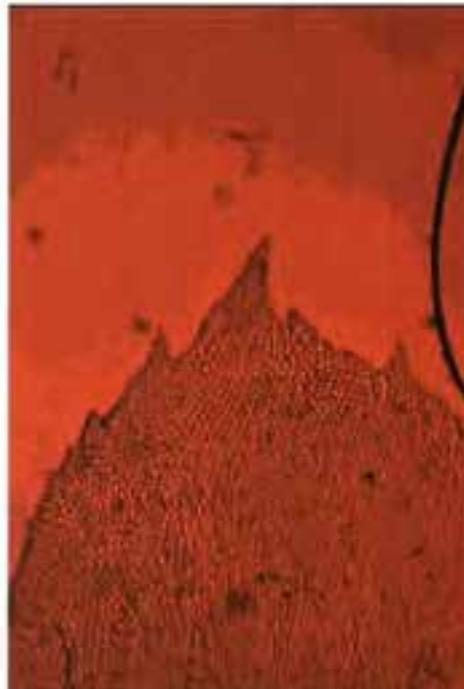


Figura 3. *Homaliodendron decompositum*. (10x Ápice hoja ventral).



Figura 4. *Plagiomnium rhynchophorum*. (10x Hoja del tallo).

de 24 familias, 1 subfamilia, 3 tribus; registrándose un total de 37 géneros con 46 especies y 1 variedad, con 7 nuevos registros para el estado de Tamaulipas (Apéndice 1). La mayor parte de las especies se localizaron en hábitat epífita, en segundo lugar aquellas rocas cubiertas por una capa delgada de suelo, y por último en suelos arcillosos. En el caso excepcional del género *Leucobryum* sp., solamente se le localizó en madera de pinos vivos o en descomposición, esto seguramente a que las sustancias químicas (terpenoides) que contiene la planta favorecen a su establecimiento, siendo base para otros musgos que crecen encima de él. La producción de esporofitos se vió fuertemente ligada a las temporadas de lluvias o en los lugares menos expuestos a la radiación solar en su mayoría. Aunque la especie *Pterobryon densum*, posee sus esporofitos incluidos directamente en las hojas que corresponden al eje principal en la parte abaxial, lo que evita su rápida desecación, provista además de una cofia con abundantes tricomas, lo que le proporciona un microambiente de humedad. Probablemente la dominancia del carácter epífita, se deba a que las ramas concentran una gran cantidad de humedad originada por el rocío (neblina), ya que la reproducción de esta especie esta fuertemente ligada a la presencia de agua. La mayoría de los musgos son perennes y seguramente se deba a que poseen estructuras

como las papilas y lamelas, que evitan su desecación. Por otra parte, el aumento en biodiversidad, se puede ver fuertemente favorecido, si analizamos la perspectiva de que para el área se tenían registradas 109 especies y en la presente investigación se obtuvieron siete nuevos registros, añadiendo que fueron pocas las localidades que se colectaron de la Reserva El Cielo. Por otro lado, no se incluyeron musgos cleistocárpicos, lo cual podría aumentar aún más el presente listado.

Agradecimientos

Por el apoyo brindado en la determinación del material y su valiosa contribución en el acervo literario, agradezco al Dr. Claudio Delgadillo Moya del Instituto de Biología de la UNAM.

Literatura citada

- Cárdenas, A. 1995. Las Pottiaceae (Musci) del Valle de México, México. *Acta Botánica Mexicana* 33: 51-61.
- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. 1998. *Lista preliminar de ejemplares de musgos por localidad, en el Estado de Tamaulipas, 6 de Julio de 1998*. Colectas del Municipio de Gómez Farías (1965-1974). MEXU. Sección Musgos. 80 páginas.
- Delgadillo, C. y A. Cárdenas 1990. *Manual de briofitas. Cuadernos 8. Segunda edición*. Ed. Jiménez. México, D. F. 135 pp.

- Delgadillo, C. 1996.** Proceedings of the International Bryological Conference Tropical Bryophytes: Biology, Diversity and Conservation. Moss Conservation in Mexico. August 7-12, 1995. *Anales Inst. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67 (1): 177-181.
- Hernández, E., H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951.** A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bull. Torrey Bot. Club* 78(6): 458-463.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1972.** *Carta Topográfica 1: 50000. F-14-A-49.*

- Kühnemann, O. 1944.** Géneros de briofitas de los alrededores de Buenos Aires. Contribución Morfológica y Sistemática. *Revista Botánica Lilloa. III Clase Musci.* Universidad Nacional de Tucuman. Instituto << Miguel Lillo >>. Tomo X: 85-232.
- Romeu, E. 1998.** *Entrevista al Dr. Claudio Delgadillo.* Internet.
<http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/musgos.htm>.
Fechado el 17/03/1998. 4 pp.
- Rzedowski, J. 1978.** *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México. 432 pp.

Apéndice 1. Listado de especies de musgos.

FISSIDENTACEAE.

- Fissidens polypodioides* Hedw. *
Fissidens reticulosus (C. Müll.) Mitt.

DICRANACEAE.

- Brothera leana* (Sull.) C. Müll. *

LEUCOBRYACEAE.

- Leucobryum* sp. Hampe.

POTTIACEAE.

- Tribu : **Trichostomeae.**
Weissia jamaicensis (Mitt.) Grout.
Tribu : **Pleurowelsieae.**
Hymenostylium recurvirostrum (Hedw.) Dix.
Tribu : **Barbuleae.**
Hyophila involuta (Hook.) Jaeger.
Barbula indica (Hook.) Spreng. ex Steud. var. *indica*. *
Barbula orizabensis C. Müll.

SPLACHNOBRYACEAE.

- Splachnobryum obtusum* (Brid.) C. Müll. *

BRYACEAE.

- Subfamilia : **Bryoideae.**
Bryum beyrichianum
Brachymenium sp. Schwaegr.

MNIACEAE.

- Plagiomnium rynchophorum* (Hook.) T. Kop.

BARTRAMIACEAE.

- Philonotis sphaericarpa* (Hedw.) Brid.

RHIZOGONIACEAE.

- Pyrrhobryum spiniforme* (Hedw.) Mitt. Brid.

ERPODIACEAE.

- Erpodium domingense* (Spreng.) Brid. ex C. Müll.
Erpodium plinglei Britt. *

LEUCODONTACEAE.

- Forsstroemia trichomitria* (Hedw.) Lindb.

CRYPHAEACEAE.

- Cryphaea patens* Homsch. ex C. Müll. *
Schoenobryum concavifolium (Griff.) Gangulee

PRIONODONTACEAE.

- Prionodon densus* (Hedw.) C. Müll.

PTEROBRYACEAE.

- Pterobryon densum* (Schwaegr.) Hornsch.
Pirella cymbifolia (Sull.) Card.

METEORACEAE.

- Pilotrichella flexilis* (Hedw.) Ångstr.
Pilotrichella rigida (C. Müll.) Besch.
Meteorium illecebrum Mitt.
Papillaria deppei (Hornsch. ex C. Müll.) Jaeg.
Papillaria nigrescens (Hedw.) Jaeg.

NECKERACEAE.

- Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reich.
Homaliodendron decompositum (Brid.) Wagn.
Porotrichum longirostre (Hook) Mitt.

HYOPTERYGIACEAE.

- Hypopterygium tamariscinum* (Hedw.) Brid.

THUIDIACEAE.

- Thuidium delicatulum* (Hedw.) B. S. G. var. *delicatulum*.
Thuidium tomentosum Schimp. ex Besch.

BRACHYTHECIACEAE.

- Palamocladium leskeoides* (Hook.) Britt.
Rhynchostegium subrusciforme (C. Müll.) Jaeg.

ENTODONTACEAE.

- Entodon macropodus* (Hedw.) C. Müll.
Entodon hampeanus C. Müll.
Entodon jamesonii (Tayl.) Mitt. *

STEREOPHYLLACEAE.

- Stereophyllum radiculosum* (Hook.) Mitt.
Entodontopsis mexicana (Williams) Buck & Irel.

SEMATOPHYLLACEAE.

- Sematophyllum swartzii* (Schwaegr.) Welch & Crum

HYPNACEAE.

- Mittenothamnium reptans* (Hedw.) Card.

POLYTRICHACEAE.

- Atrichum muelleri* Schimp. ex Besch
Atrichum polycarpum (C. Müll.) Mitt.
Pogonatum comosum (C. Müll.) Mitt.

* Nuevos registros para la zona de estudio.

17. A preliminary list of pteridophytes from the eastern slope of the Sierra de Guatemala

Lawrence V. Lof

Gorgas Science Foundation, Inc.
Alonso Building, 510. St. Charles, U.S.A.
Brownsville, Tx. 78520

Abstract

Un listado preliminar de 64 especies de helechos, registrados desde 1950 hasta 1979, en el área del Rancho El Cielo. El muestreo incluyó porciones extensas de bosque de pino encino, bosque tropical y bosque mesófilo de montaña. Solo tres helechos se determinaron a nivel de género *Notholaena* del bosque seco de pino-encino y *Adiantum* y *Elaphoglossum* del bosque mesófilo.

Introducción

The earliest descriptions of the pteridophytes of the "El Cielo" area, were made in the 1950's as scientists began to make their way into the remote mountains above Gomez Farias. The means of their access was the ever-growing network of lumbering roads that fed temporary sawmills that sprang up during the post World War II building boom.

The first to make an attempt at identification was Byron Herrell (1951). His list was included as part of the description of the Cloud Forest flora in an unpublished thesis. In 1954 Dr. A.J. Sharp published a list of 33 species observed on his visits to the area. Twenty-eight of the species mentioned in Sharp's works were reconfirmed in this work, as were most of the species mentioned in Herrell. A few missing species may be due to some confusion in synonymy.

Observations for this study began in 1974 and continued through 1979. Detailed observations were made on monthly trips.

This allowed for observations in all seasons. Specimens were studied under a dissecting microscope at Rancho del Cielo and then sketched and photographed. A detailed composite drawing was made of each species. Drawings included rhizome, sori and blade including fertile and vegetative frond where appropriate.

The study was conducted within a radius of six km of Rancho del Cielo.

The major study area included a fairly thorough cross section of the east-facing slope of

the Sierra de Guatemala up to an elevation of approximately 2,000 meters.

This included substantial portions of three vegetation zones as described by Starker Leopold (1950): Humid Pine-Oak Forest, Tropical Semi-Evergreen Forest, and Cloud Forest. Some cursory observations were made in the west facing slopes above Joya de Salas, especially in some of the humid canyons in Dry Oak-Pine Forest.

Sixty-two fern species were identified. Two additional species have been tentatively assigned to genera, based on vegetative morphology but their identification remains unclear. One fern found in the Dry Oak-Pine Forest was assigned to the genus *Notholaena* (Fig. 2). The second fern was found at the lower edges of the Cloud Forest after completion of the project. It was assigned to the genus *Adiantum* (Fig. 1) (see Appendix). While this list represents a fairly accurate view of the most common species, it is clearly incomplete and will require additional work to find additional species and to update classification.

Literature cited

- Herrell, Byron. E. 1951. *The birds of Rancho del Cielo: an Ecological Investigation in the oak-sweetgum forest of Tamaulipas, Mexico.* M.A. Thesis, University of Minnesota. Unpublished. 280 pp.
- Leopold, S. A. 1950. Vegetation zones in Mexico. *Ecology* 31: 507-517.
- Sharp, A. J. 1954. Some pteridophytes from Tamaulipas. *Amer. Fern Journ.* 44: 72-76.

OPHIOGLOSSACEAE

Botrychium

Botrychium dissectum Spreng. var. *tenuifolium* Underw. **Cloud Forest**

Botrychium virginianum (L.) Sw. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

HYMENOPHYLLACEAE

Trichomanes

Trichomanes krausii Hook. & Grev. **Cloud Forest**

SCHIZAEACEAE

Anemia

Anemia phyllitidis (L.) Sw. **Cloud Forest**

Lygodium

Lygodium venustum Sw. **Tropical Semi-Evergreen**

POLYPODIACEAE

Dennstaedtia

Dennstaedtia cicutaria (Sw.) Moore. This is assumed to be the same as Sharp's (1954)

Dennstaedtia globulifera (Poir.) Hieron. **Cloud Forest**

Nephrolepis

Nephrolepis occidentalis Kunze **Cloud Forest**

Pteridium

Pteridium aquilinum var. *pubescens* Underw. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Pteridium aquilinum var. *caudatum* (L.) Bonap. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Pteris

Pteris cretica L. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Pteris quadriaurita Retz. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Adiantum

Adiantum capillus-veneris L. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Adiantum feei Moore ex Fée. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Adiantum poiretii Wikstr. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak (see Fig.1)**

Adiantum tenerum Sw. **Cloud Forest**

Adiantum trapeziforme L. **Tropical Semi-Evergreen**

Adiantum sp. **Cloud Forest**

Cheilanthes

Cheilanthes aemula Maxon **Tropical Semi-Evergreen**

Cheilanthes angustifolia Kunth. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Cheilanthes intramarginalis var. *serratifolia* (Hook. & Bak.) Hall & Lellinger. **Humid Pine-Oak**

Cheilanthes notholaenoides (Desv.) Maxon ex Weath **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Aspidotis

Aspidotis (Cheilanthes) meifolia (Eat.) Lellinger **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Aleuritopteris

Aleuritopteris (Cheilanthes) farinosa (Forsk.) Fée **Humid Pine-Oak**

Llavea

Llavea cordifolia Lag. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Notholaena

Notholaena sinuata (Lag. ex Sw.) Kaulf. **Humid Pine-Oak (see Fig. 2)**

Notholaena sp. **Dry Pine-Oak**

Vittaria

Vittaria graminifolia Kaulf. Assumed to be the same as Sharp's (1954)

Vittaria filifolia **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Campyloneurum

Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fée **Cloud Forest and Humid Pine-Oak**

Blechnum

Blechnum occidentale L. **Cloud Forest, Humid Pine-Oak & Tropical Semi-Evergreen**

Woodwardia

Woodwardia spinulosa Mart. & Gal. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Asplenium

Asplenium cristatum Lam. **Cloud Forest**

Asplenium fragrans Sw. **Cloud Forest**

Asplenium monanthes L. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Asplenium praemorsum Sw. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Asplenium pumilum Sw. **Tropical Semi-Evergreen**

Asplenium cf. *nidus* L. **Tropical Semi-Evergreen**

Diplazium

Diplazium cf. *puminulum* Maxon **Cloud Forest**

Cystopteris

Cystopteris fragilis (L.) Bernh. **Listed by Herrell or Sharp, but not confirmed**

Dryopteris

Dryopteris cinnamomea (Cav.) C. Chr. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Dryopteris parallelogramma (Kunze) Alston **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Dryopteris equestris (Kunze) C. Chr. **Listed by Herrell or Sharp, but not confirmed**

Cyrtomium

Cyrtomium auriculatum (Underw.) C. V. Morton **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Cyrtomium umbonatum (Underw.) C. V. Morton **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Tectaria

Tectaria heracleifolia (Willd.) Underw. **Tropical Semi-Evergreen**

Thelypteris

Thelypteris dentata (Forsk.) E. St. John. **Listed by Herrell or Sharp, but not confirmed**

Thelypteris quadrangularis (Fée) Schelpe var. *quadrangularis* **Cloud Forest**

Thelypteris resinifera (Desv.) Proctor **Tropical Semi-Evergreen & Cloud Forest**

Thelypteris schaffneri (Fée) Reed **Cloud Forest**

Thelypteris oligocarpa (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching **Listed by Herrell or Sharp, but not confirmed**

Thelypteris pilosa Mart. & Gal. **Cloud Forest**

Polypodium

Polypodium pachyrhizon Christ **Listed by Herrell or Sharp, but not confirmed**

Polypodium guttatum Maxon **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Polypodium loricum L. **Cloud Forest**

Polypodium martensii Mett. **Humid Pine-Oak**

Polypodium plebeium Schtdl. & Cham. **Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Polypodium plesiosorum Kunze **Cloud Forest**

Polypodium plumula Humb. & Bonpl. ex Willd. **Cloud Forest**

Polypodium ptilodon Kunze **Tropical Semi-Evergreen & Cloud Forest**

Polypodium polypodioides (L.) Watt **Tropical Semi-Evergreen, Cloud Forest & Humid Pine-Oak**

Pleopeltis

Pleopeltis lanceolata (L.) Kaulf. **Tropical Semi-Evergreen, Cloud Forest, & Humid Pine-Oak**

Ctenitis

Ctenitis ampla (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Ching **Cloud Forest**

Elaphoglossum

Elaphoglossum sp. **Cloud Forest**



Figura 1. *Adiantum capillus-veneris* (Foto, Abdel García).



Figura 2. *Notholaena sinuata* (Foto, Abdel García).

18. Las gramíneas Poaceae

Jesús Valdés Reyna¹, Oralia Magaly Galván García² y Arturo Mora-Olivo³

¹ Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila 23315 MÉXICO
jvaldes@narro.uaaan.mx

² COTECOCA-SAGAR Calzada Luis Caballero S/N, Ciudad Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

³ Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Blvd. A. López Mateos 928. 87040. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

Abstract

An analysis of the grasses (Poaceae) of the Biosphere Reserve El Cielo is presented. A total of 167 taxa, including 143 native and 24 introduced species. Of the detected taxa, 129 were perennials and 38 annuals. Our checklist includes subfamilies, genera, species, subspecies, varieties and forms.

Introducción

La familia Poaceae (Gramineae), que incluye de 700 a 800 géneros y de 8,000 a 10,000 especies, es considerada la cuarta más grande de las plantas vasculares. En México, las gramíneas comprenden 206 géneros y un poco más de 1,000 especies (Valdés y Dávila 1995). La flora agrostológica determinada en el estado de Tamaulipas está representada por 98 géneros y 377 taxa, incluyendo subespecies y variedades. Para la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) son pocos los estudios que incluyan gramíneas, como Crespo (1993) y Johnston *et al.* (1989). El análisis que se presenta es el resultado de colectas de campo y la revisión de especímenes depositados en diferentes herbarios de México (ANSM, COCA, MEXU, UAT) y de los Estados Unidos (TEX, MO, US), (véase listado).

La RBC incluye para la familia de las gramíneas un total de 6 subfamilias, 18 tribus, 64 géneros, 157 especies, 2 subespecies y 8 variedades, sumando un total de 167 taxa, distribuidos en los diferentes tipos de vegetación de la Reserva. Este grupo representa para la RBC más del 65% a nivel de género y más del 44% de las especies presentes en el estado (Cuadro 1 y 2). El análisis de los datos muestra que 143 taxa son nativos (85.6%), 24 son introducidos (14.4%), 129 son perennes (77.2%) y 38 son anuales (22.8%). Dominando la vía de fijación del CO₂ conocida como C4 para 123 taxa nativas con 20 como C3.

Respecto a la longevidad, 104 taxa son C4 (62.27%) y 25 son C3 (14.97%) (Valdés y Fernández 1991, Waller y Lewis 1979).

Esto explica las actividades agrícolas que se realizan en la Reserva y se asocian con el número de especies consideradas como malezas (Fig. 1).

La subfamilia Panicoideae, considerada característica de trópicos y subtropicos, es la más numerosa con 87 especies, seguida por la familia Chloridoideae con 57 especies.

La RBC puede ser considerada como un centro de diversificación de especies de gramíneas de zonas tropicales y subtropicales así como de zonas semiáridas. Sin embargo, las gramíneas de crecimiento de invierno (C3) están bien representadas en la zona de estudio.

Los géneros con mayor número de especies son *Paspalum* (15), *Panicum*, Fig. 2 (10), *Eragrostis* (10), *Setaria* (9), *Bouteloua* (8), *Sporobolus* (7) y *Aristida* (7).

Estudios sobre fitogeografía, citología y anatomía para incrementar el conocimiento biosistemático y buscar su aplicación en la conservación y utilización de este recurso son recomendados.

Literatura citada

- Crespo, O., M. E. 1993. *Contribución al conocimiento de la flora agrostológica (Poaceae) del municipio de Gómez Farias, Tamaulipas, México*. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Cd. Victoria, Tamps., México. 165 pp.
- Valdés, R., J. y J. M. Fernández B. 1991. Gramíneas C3 y C4 de Coahuila, México: implicaciones ecofisiológicas. *Rev. Manejo de Pastizales* 4(2):6-22.
- Waller, S.S. y J.K. Lewis 1979. Occurrence of C3 and C4 photosynthetic pathways in North American grasses. *J. Range Manage.* 32(1):12-28.
- Johnston, M.C., K. Nixon, G. L. Nesom y M. Martínez. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Biotam* 1(2):21-33.
- Valdés Reyna, J. y P. Dávila A. 1995. Clasificación de los géneros de gramíneas (Poaceae) mexicanas. *Acta Bot. Mex.* 33:37-50.

Cuadro 1. Comparación del número de taxa presentes en la RBC y en Tamaulipas.

TAXA	EL CIELO	TAMAULIPAS
Subfamilias	6	6
Tribus	18	20
Géneros	64	98
Especies	157	308
Subespecies	2	10
Variedades	8	59
Total de taxa	167	377

Cuadro 2. Distribución de taxa de gramíneas para la Reserva de la Biosfera el Cielo.

Subfamilia	Tribus	Géneros	Especies	Subespecies	Variedades
Bambusoideae	Bambuseae	3	3		
	Olyreae	2	2		
	Oryzeae	1	2		1
Pooideae	Stipeae	2	3		
	Poeae	2	2		
	Aveneae	1	1		
	Bromeae	1	2		
	Brachypodieae	1	1		
Centothecoideae	Centotheceae	1	1		
Arundinoideae	Arundineae	2	2		
	Aristideae	1	4		3
Chloridoideae	Pappophoreae	2	2		
	Eragrostideae	10	33		2
	Cynodonteae	6	12		2
Panicoideae	Paniceae	16	67	2	
	Arundinelleae	1	1		
	Andropogoneae	10	16		
	Maydeae	2	3		

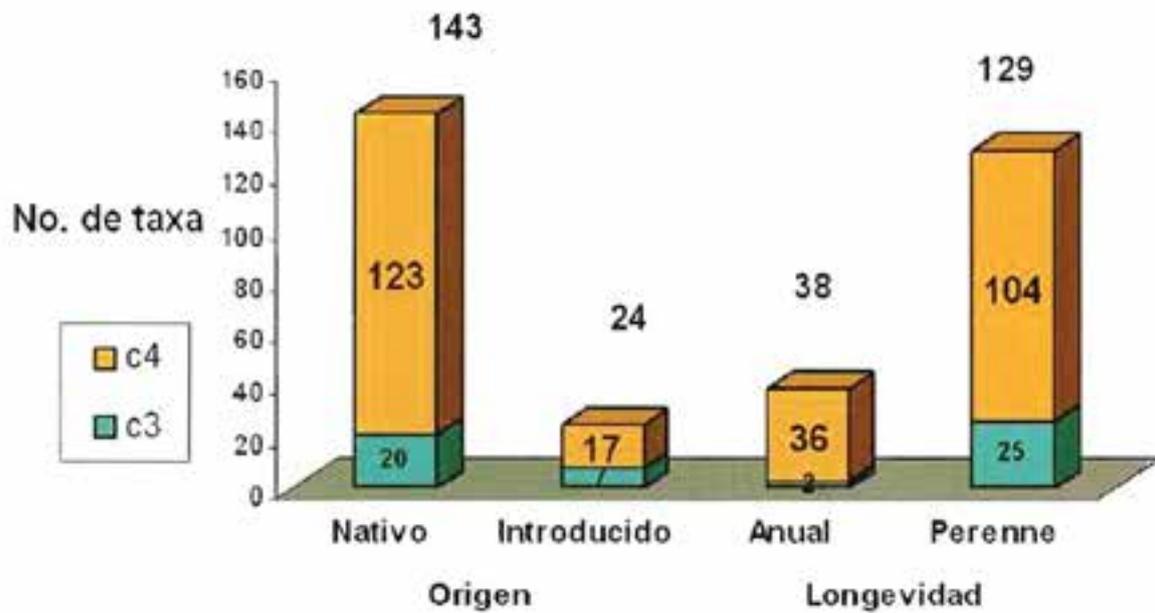


Figura 1. Distribución de las gramíneas de la RBC por su origen y longevidad.



Figura 2. *Panicum maximum*.



Figura 3. *Stenotaphrum secundatum*.



Figura 4. *Sorghum halepense*.

LISTA DE LAS GRAMINEAS
(según Valdés y Dávila, 1995)

SUBFAMILIA I BAMBUSOIDEAE

Tribu 1 BAMBUSEAE

- Subtribu 1** Bambusinae
Bambusa vulgaris Schrad. ex Wendl.
Subtribu 2 Guaduinae
Guadua angustifolia Kunth subsp.
angustifolia
Subtribu 3 Arthostylidiinae
Rhipidocladum racemiflorum (Steud.)
McClure

Tribu 2 OLYREAE

- Olyra latifolia* L.
Lithachne pauciflora (Sw.) P. Beauv.

Tribu 3 ORYZEAE

- Leersia ligularis* Trin. var. *breviligulata*
(Prod.) Pyrah
Leersia ligularis Trin. var. *ligularis*
Leersia monandra Sw.

SUBFAMILIA II POOIDEAE

Tribu 4 STIPEAE

- Stipa eminens* Cav.
Stipa multinodis Scribn. ex Beal
Nassella leucotricha (Trin. & Rupr.)
Pohl

Tribu 5 POEAE

- Briza subaristata* Lam.
Poa annua L.

Tribu 6 AVENEAE

- Subtribu 1** Alopecurinae
Polypogon viridis (Gouan) Breistr.

Tribu 7 BROMEAE

- Bromus anomalus* Rupr. ex Fourn.
Bromus marginatus Nees

Tribu 8 BRACHYPODIEAE

- Brachypodium pringlei* Scribn. ex Beal

SUBFAMILIA III CENTOTHECOIDEAE

Tribu 9 CENTOTHECEAE

- Zeugites americana* Willd. var.
mexicana (Kunth) McVaugh

SUBFAMILIA IV ARUNDINOIDEAE

Tribu 10 ARUNDINEAE

- Arundo donax* L.
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex
Steud.

Tribu 11 ARISTIDEAE

- Aristida adscensionis* L.
Aristida pansa Woot. & Standl.
Aristida purpurea Nutt. var.
fendleriana (Steud.) Vasey
Aristida purpurea Nutt. var. *laxiflora*
Merr.
Aristida purpurea Nutt. var. *nealleyi*
(Vasey) Allred
Aristida purpurea Nutt. var. *purpurea*
Aristida ternipes Cav. var. *ternipes*

SUBFAMILIA V CHLORIDOIDEAE

Tribu 12 PAPPOPHOREAE

- Enneapogon desvauxii* P. Beauv.
Pappophorum bicolor Fourn.

Tribu 13 ERAGROSTIDEAE

Subtribu 1 Eleusininae

- Eleusine indica* (L.) Gaertn.
Dactyloctenium aegyptium (L.) P.
Beauv.

Subtribu 2 Eragrostidinae

- Tridens albescens* (Vasey) Woot. &
Standl.
Tridens muticus (Torr.) Nash var.
elongatus (Buckl.) Shinnars
Tridens muticus (Torr.) Nash var.
muticus
Tridens texanus (S. Watson) Nash
Leptochloa dubia (Kunth) Nees
Leptochloa mucronata (Michx.) Kunth
Leptochloa virgata (L.) P. Beauv.
Eragrostis barrelleri Daveau
Eragrostis cilianensis (All.) F. T. Hubb.
Eragrostis ciliaris (L.) R. Br.
Eragrostis erosa Scribn.
Eragrostis hirsuta (Michx.) Nees
Eragrostis lugens Nees
Eragrostis mexicana (Hornem.) Link.
subsp. *mexicana*
Eragrostis pilosa (L.) P. Beauv.
Eragrostis silveana Swallen
Eragrostis superba Peyr.

Subtribu 3 Muhlenbergiinae
Muhlenbergia dubia Fourn. ex
 Hemsley
Muhlenbergia microsperma (DC.) Trin.
Muhlenbergia parviglumis Vasey
Muhlenbergia purpusii Mez
Pereilema crinitum Presl.

Subtribu 4 Munroinae
Erioneuron avenaceum (Kunth)
 Tateoka var. *avenaceum*
Erioneuron nealleyi (Vasey) Tateoka
Erioneuron pilosum (Buckl.) Nash var.
pilosum
Dasychloa pulchella (Kunth) Willd. ex
 Rydb.

Subtribu 5 Sporobolinae
Sporobolus airoides (Torr.) Torr.
 subsp. *airoides*
Sporobolus atrovirens (Kunth) Kunth
Sporobolus buckleyi Vasey
Sporobolus coromandelianus (Retz.)
 Kunth
Sporobolus indicus (L.) R. Br.
Sporobolus indicus (L.) R. Br. var.
pyramidalis (Beauv.) Veldk.
Sporobolus wrightii Munro ex Scribn.

Tribu 14 CYNODONTEAE

Subtribu 1 Chloridinae
Chloris ciliata Sw.
Enteropogon chlorideus (Presl) W.
 Clayton
Cynodon dactylon (L.) Pers.
Cynodon nlemfuensis Vanderyst

Subtribu 2 Boutelouninae
Aegopogon cenchroides Humb. &
 Bonpl.
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.
 var. *caespitosa* Gould & Kapadia
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.
 var. *curtipendula*
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.
 var. *tenuis* Gould & Kapadia
Bouteloua gracilis (Willd. ex Kunth)
 Lag. ex Griffiths
Bouteloua radicata (Fourn.) Griffiths
Bouteloua repens (Kunth) Scribn. &
 Merr.
Bouteloua trifida S. Watson
Bouteloua uniflora Vasey var. *uniflora*

Subtribu 3 Zoysiinae
Tragus berteronianus Schult.

SUBFAMILIA VI PANICOIDEAE

Tribu 15 PANICEAE

Subtribu 1 Setariinae
Oplismenus compositus (L.) P. Beauv.
 var. *rariflorus* (Presl.) Schulz.
Oplismenus hirtellus (L.) P. Beauv.
 subsp. *fasciculatus* Schulz.
Oplismenus hirtellus (L.) P. Beauv.
 subsp. *hirtellus*
Oplismenus hirtellus (L.) P. Beauv.
 subsp. *setarius* (Lam.) Mez ex. E.
 Ekman
Ichnanthus nemorosus (Sw.) Doell
Ichnanthus pallens (Sw.) Munro ex
 Benth.
Panicum acuminatum Sw.
Panicum cordovense Fourn.
Panicum diffusum Sw.
Panicum ghiesbreghtii Fourn.
Panicum glutinosum Swartz
Panicum hallii Vasey var. *hallii*
Panicum hirticaule Presl. var.
hirticaule
Panicum laxum Sw.
Panicum maximum Jacq. (Fig. 2)
Panicum trichichachne Doell
Lasiacis divaricata (L.) Hitchc. var.
divaricata
Lasiacis nigra Davidse
Lasiacis ruscifolia (Kunth) Hitchc. var.
ruscifolia
Lasiacis sloanei (Griseb.) Hitchc.
Lasiacis sorghoidea (Desv.) Hitchc.
 & Chase
Homolepis glutinosa (Sw.) Zuloaga &
 Soderstrom
Echinochloa colona (L.) Link
Urochloa fasciculata (Sw.) R. D.
 Webster
Urochloa mutica (Forssk.) T. Q.
 Nguyen
Urochloa ophryodes (Chase) Morrone
 & Zuloaga
Urochloa plantaginea (Link.) R. D.
 Webster
Urochloa reptans (L.) Stapf
Paspalum conjugatum Bergius
Paspalum debile Michx.
Paspalum dilatatum Poir.
Paspalum humboldtianum Flügge
Paspalum langei (Fourn.) Nash
Paspalum lividum Trin.

Paspalum notatum Flügge
Paspalum paniculatum L.
Paspalum plicatum Michx
Paspalum pubiflorum Rupr. ex Fourn.
Paspalum setaceum Michx. var.
setaceum
Paspalum umbratile Chase
Paspalum unispicatum (Scribn. &
Merr.) Nash
Paspalum variabile (Fourn.) Nash
Paspalum virgatum L.
Axonopus compressus (Sw.) P.
Beauv.
Setaria grisebachii Fourn.
Setaria leucopila (Scribn. & Merr.) K.
Schum.
Setaria macrostachya Kunth
Setaria magna Griseb.
Setaria parviflora (Poir.) Kerguelen
Setaria poiretiana (Schult.) Kunth
Setaria pumila (Poir) R. & S.
Setaria scheelei (Steud.) Hitchc.
Setaria vulpiseta (Lam.) Roem. &
Schult.
Paspalidium geminatum (Forsk.)
Stapf. var. *geminatum*
Stenotaphrum secundatum (Walter)
Kuntze (Fig. 3)

Subtribu 2 Melinidinae
Rhynchelytrum repens (Willd.) C. E.
Hubb.

Subtribu 3 Digitariinae
Digitaria bicornis (Lam.) Roem. &
Schult.
Digitaria ciliaris (Retz.) Koel.
Digitaria filiformis L.
Digitaria insularis (L.) Fedde
Digitaria ischaemum (Scribn.) Muhl.
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
Digitaria violascens Link

Subtribu 4 Cenchrinae
Pennisetum ciliare (L.) Link var. *ciliare*
Pennisetum purpureum Schum.
Cenchrus echinatus L.
Cenchrus incertus M. A. Curtis

Tribu 16 ARUNDINELLEAE
Arundinella berteroniana (Schult.)
Hitchc. & Chase

Tribu 17 ANDROPOGONEAE

Subtribu 1 Germainiinae
Trachypogon plumosus (Humb. et
Bonpl. ex Willd) Nees

Subtribu 2 Sorghinae
Sorghum bicolor (L.) Moench.
Sorghum halepense (L.) Pers. (Fig. 4)
Sorghastrum elliotii (Wohr.) Nash
Dichanthium annulatum Stapf.
Dichanthium aristatum (Poir.) C. E.
Hubb.
Bothriochloa ischaemum (L.) Keng
var. *songarica* (Rupr.) Celerier &
Harlan
Bothriochloa laguroides (DC.) Herter
subsp. *torreyana* (Steud.) Allred &
Gould
Bothriochloa pertusa (L.) A. Camus

Subtribu 3 Andropogoninae
Andropogon glomeratus (Walt.) B.S.P.
Andropogon virginicus L.
Schizachyrium sanguineum (Retz.)
Alston
Schizachyrium scoparium (Michx.)
Nash

Subtribu 4 Anthistiriinae
Heteropogon contortus (L.) P. Beauv.
ex Roem. & Schult.

Subtribu 5 Rottboelliinae
Elionurus tripsacoides Kunth ex Willd.
var. *tripsacoides*
Hackelochloa granularis (L.) Kuntze

Tribu 18 MAYDEAE
Tripsacum dactyloides (L.) L.
Tripsacum zopilotense Hernández X.
et Randolph
Zea mays L. subsp. *mays*

19. Las cactáceas

José Guadalupe Martínez-Avalos¹ y Erika M. Bernal Cruz²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Blvd. A. López Mateos 928. 87040. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. jmartin@uat.edu.mx

² Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil, 1301 Poniente, Apartado Postal 175, 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, MÉXICO.

Abstract

The Biosphere Reserve El Cielo is located in northern Mexico and is an important ecosystem that has a high diversity of species of cacti, which are widely distributed throughout. It is believed that almost 40% of the cacti species from the state of Tamaulipas occur *in situ* in this natural protected area. The diversity of cacti found in each vegetation type showed that xerophytic vegetation type had the highest number of species with 41 (i.e. 87%) and is followed by the oak-pine vegetation type with 17 species (i.e. 36%) and the pine-oak vegetation with 11 species (i.e. 23%). The genus *Opuntia* is very widely distributed and is represented by 10 species followed by *Mammillaria* with 9 species and *Coryphantha* with 6 species. Regarding the number of endangered species found in this area, the genera *Mammillaria* and *Turbinicarpus* had 6 species each followed by *Coryphantha* and *Thelocactus* with four species each.

Introducción

Las cactáceas representan uno de los grupos de plantas más diverso del reino vegetal y uno de los más restringidas al Continente Americano. Se calcula que esta familia consta de cerca de 48 géneros y aproximadamente unas 1,500 especies (Bravo y Sánchez-Mejorada 1991a y 1991b, Barthlott y Hunt 1993, Gibson y Novel 1986, Hernández y Godínez 1994). Actualmente, diversas especies están consideradas en riesgo de extinción (Hunt 1999), siendo las causas principales el cambio de uso del suelo y el tráfico ilegal de plantas, esto ha ocasionado una amenaza constante contra esta familia vegetal (Jarvis 1979, Sánchez-Mejorada 1982, Fuller y Fitzgerald 1987). En lo que refiere al estado de Tamaulipas, se calcula que existen alrededor de 125 especies y subespecies, sobresaliendo la región semidesértica de la provincia de la Sierra Madre Oriental como la más rica en diversidad (Bernal 2000).

En la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), esta familia se encuentra bien representada (Martínez-Avalos *et al.* 1996).

La riqueza de especies por tipo de vegetación se concentra hacia la parte del matorral xerófilo ubicado en la parte noroeste.

Sin embargo, la zona de amortiguamiento, la cual alcanza la región suroeste conocida como zona árida tamaulipeca, incluye un alto grado de endemismo en el noreste de México (Malda 1990, Martínez-Avalos y Jiménez 1993). Es por eso, que la RBC es considerada entre las regiones con alta diversidad de cactáceas (Gómez y Hernández, 2000).

Sinopsis histórica

Entre los listados florísticos más completos realizados en la RBC, está el de Johnston *et al.* (1989), ellos integran un total de 743 especies de plantas vasculares pertenecientes a 130 familias. Entre los grupos más diversos, después de los helechos, las familias Asteraceae, Fabaceae y Euphorbiaceae, se encuentran las cactáceas con un total de 24 especies, la mayoría de distribución tropical y subtropical. Otro trabajo relevante, es el de Martínez-Avalos *et al.* (1996) donde realizan para la RBC un inventario florístico así como la distribución geográfica de la familia Cactaceae por tipos de vegetación. Incluyen, un total de 74 especies, de las cuales 24 son especies amenazadas. Señalan además, al matorral xerófilo como el tipo de vegetación más importante por su alta diversidad de cactáceas presente en él.

Entre los géneros mejor representados se encuentran: *Mammillaria* con doce especies, *Echinocereus* con tres y *Coryphantha* con dos. Finalmente, Malda (1990), en su listado de plantas vasculares amenazadas del estado de Tamaulipas, reporta un total de 41 taxa, de las cuales *Turbinicarpus saueri*, *Coryphantha delicata* y *C. grata* las considera como especies endémicas a la RBC.

Diversidad

En México, la familia Cactaceae encuentra su mayor diversidad de especies en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí (Martínez-Avalos 1998). Asimismo, se reconocen otras zonas ricas en diversidad como la Sierra de Xichú en Guanajuato (56 spp., Bárcenas 1999) y el Valle de Tehuacán en el estado de Puebla (76 spp., Arias *et al.* 1997). En el noreste de México, destacan por su riqueza de especies la región de Cuatro Ciénegas (48 spp., Pinkava 1984) y Sierra de la Paila (44 spp., Villarreal 1994) en el estado de Coahuila. En Nuevo León destacan las regiones de Dr. Arrollo (56 spp., Hernández *et al.* 1993) y Mier y Noriega (53 spp., Gómez y Hernández 2000), en San Luis Potosí sobresalen las regiones de El Huizache (74 spp., Hernández *et al.* 1995, 1996). Por último en Tamaulipas, son importantes las regiones de el Valle de Jaumave (74 spp., Martínez-Avalos y Jiménez 1993) y la RBC (46 spp., Martínez-Avalos *et al.* 1996). En esta última región, se reconocen un total de 46 especies y subespecies de cactáceas, pertenecientes a 20 géneros, distribuidos en los cinco tipos de vegetación que presenta la zona de estudio (**Apéndice 1**).

Si partimos, de que en Tamaulipas existen un total de 122 especies conocidas, pertenecientes a 28 géneros, se calcula que un 38% de las especies se distribuyen en los diferentes ambientes de la RBC. Entre los géneros mejor representados se encuentra, *Opuntia* con diez especies y *Mammillaria* con nueve especies y *Coryphantha* con seis. Los géneros menos representados son: *Astrophytum*, *Ariocarpus* y *Thelocactus*, con una especie cada uno, esto se atribuye a que estos géneros encuentran en la zona de amortiguamiento su mayor distribución geográfica, debido a las características climáticas de la región (**Fig. 1**).

Endemismo

Haciendo referencia a los trabajos de Hernández y Godínez (1994), Hernández y Bárcenas, (1995, 1996), el primero sobre las cactáceas mexicanas amenazadas, y el segundo y tercero sobre los patrones de distribución geográfica de cactáceas amenazadas en la región del Desierto Chihuahuense, en donde citan la existencia de 563 especies de cactáceas reconocidas para México, pertenecientes a 48 géneros, y de las cuales 439 (77.9%) especies son endémicas del país, se deduce que el endemismo de especies en la RBC,

se restringe exclusivamente para la zona de amortiguamiento situada en la porción noroeste de la zona de estudio. Esta región, encierra una gran cantidad de especies de cactáceas endémicas y amenazadas. Por ejemplo, de 40 especies de cactáceas en riesgo de extinción presentes en el estado de Tamaulipas (Martínez-Avalos y Jurado, *en prensa*), 39 se encuentran restringidas a esta zona (**Apéndice 2**).

Entre los géneros con mayor número de especies endémicas se encuentran: el género *Mammillaria* con seis especies, *Turbinicarpus* con seis, *Coryphantha* y *Thelocactus* con cuatro cada uno. Estos géneros, encuentran principalmente en las zonas áridas y semiáridas del noreste de México el centro de mayor diversidad y endemismo, debido a los cambios geológicos realizados en el pasado así como a los procesos evolutivos de las especies (Bravo y Sánchez-Mejorada 1991a, 1991b, Hernández y Godínez 1994, Rzedowski 1991a, 1991b).

Distribución geográfica

El matorral xerófilo (Mx) es el tipo de vegetación más importante para este grupo de plantas por contener más de 42 especies (91% de las especies de la RBC). Otros tipos de vegetación importantes son el bosque de encino-pino (Bep) con 17 especies (21%), y el bosque de pino-encino (Bpe) con 11 especies (24%) (**Fig. 2**). Esta distribución de especies se atribuye principalmente a la ubicación geográfica de la RBC, la accidentada topografía y lo variado de los climas (Bravo 1978, Martínez-Avalos *et al.* 1996). Rzedowski (1991a, 1991b), menciona que los matorrales xerófilos cuya extensión abarca cerca de la mitad del territorio nacional, son parte de la evolución de plantas de origen mesofítico, de ahí la magnitud en especies de cactáceas presente en este tipo de vegetación, es debido a la adaptación de las especies al grado de aridez, y a las adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas de las cactáceas (Barthlott y Hunt, 1993; Arias, 1997).

Conservación

En Tamaulipas, durante 1994 a 1995 se realizó un inventario florístico de las cactáceas (Martínez-Avalos 1995), encontrándose tres centros de diversidad y endemismo en el estado (**Fig. 3**).

Es posible, que al decretar protegidas estas dos áreas, se conservará ca. 80% de las especies

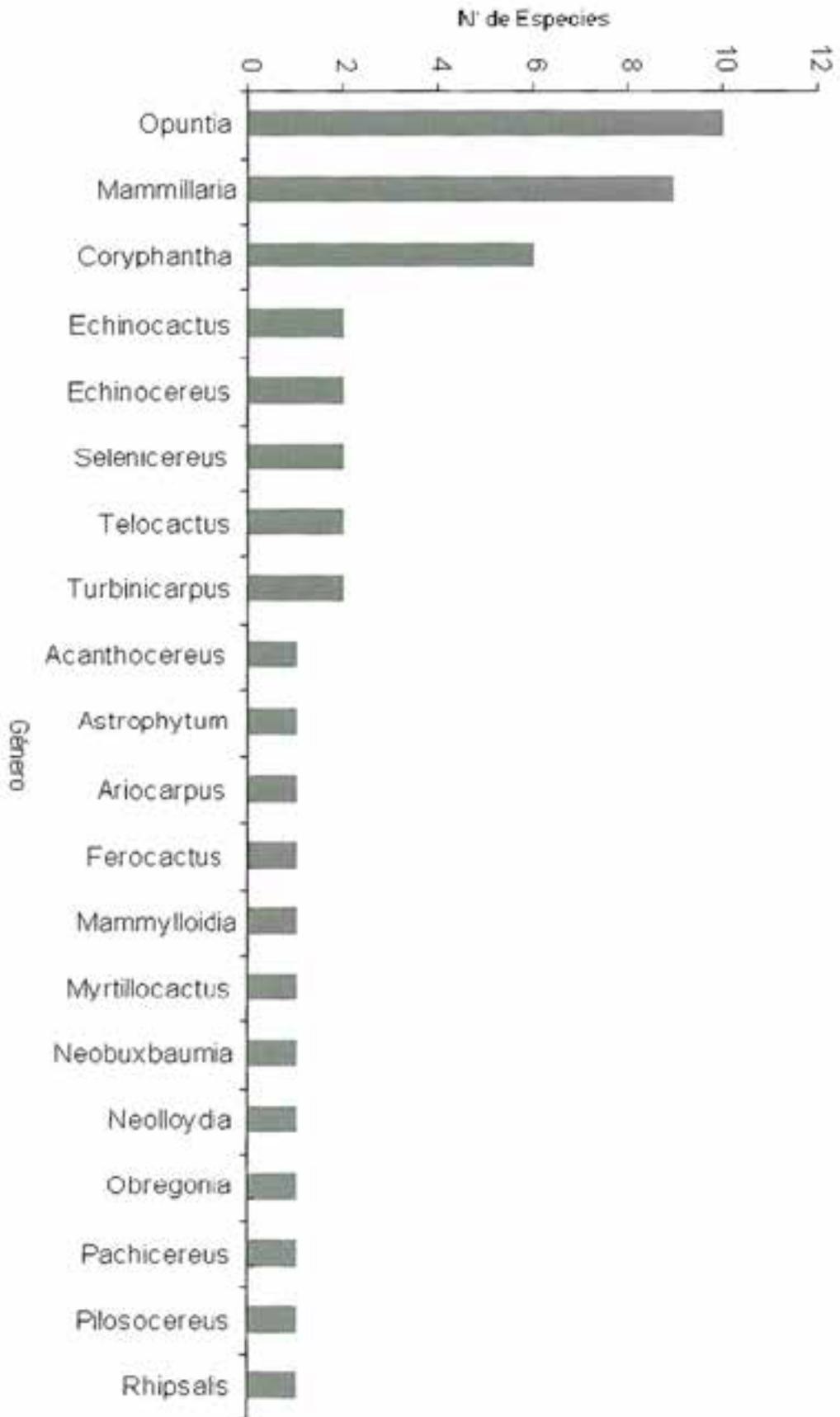


Figura 1. Diversidad de especies de cactáceas conocidas en la Reserva de la Biosfera "El Cielo"

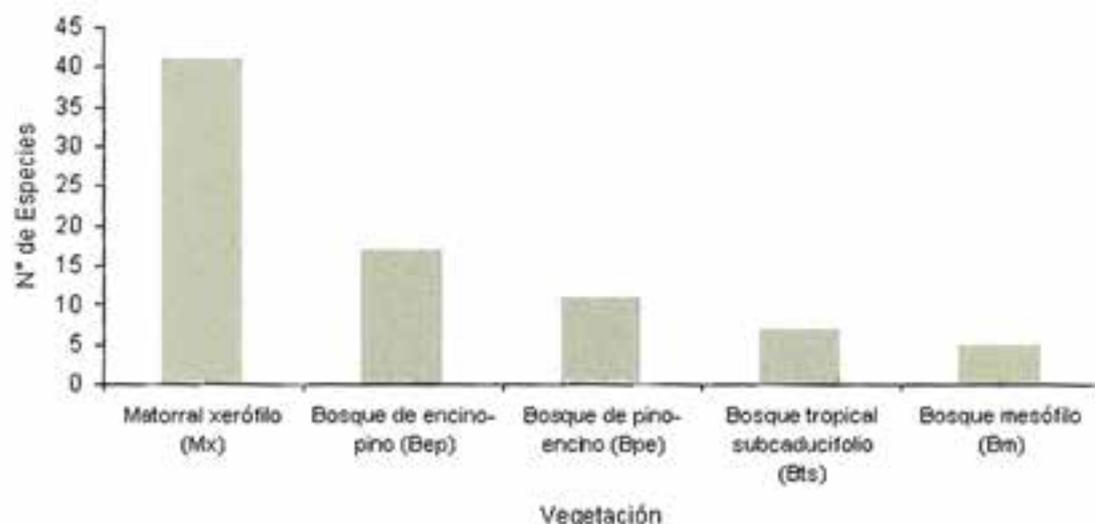


Figura 2. Distribución de especies de cactáceas por tipo de vegetación en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

existentes en el estado de Tamaulipas, así como los tipos de vegetación existentes en ellos (Martínez-Avalos y Jurado en prensa). Para la RBC, las 46 (38%) especies de cactáceas presentes en la zona, se encuentran protegidas de manera *in situ*, debido a que forman parte de la misma, siendo esta la forma más adecuada para la conservación de especies de flora y fauna (CONABIO 1998, WCMC, 1992).

Estudios poblacionales

De las 40 especies de cactáceas amenazadas, sólo 10 (25%), han sido estudiadas con cierto grado de detalle, desde el punto de vista ecológico (Cuadro 1). Destacan dentro de estas, *Ariocarpus agavoides*, *A. kotschoubeyanus*, *A. trigonus* (Fig. 4), *Echinocactus platyacanthus* (Fig. 5), *Mammillaria carmenae*, *Obregonia denegrii* (Fig. 6), *Pelecypora strobiliformis*, *Turbincarpus ysabelae*, *T. viereckii* (Fig. 7) y *T. shmiedikeanus*, por presentar una restringida distribución geográfica y una baja densidad poblacional. La mayoría de estas especies, muestran una fuerte relación con plantas nodrizas (Martínez-Avalos et al. 1993, 1994), principalmente con el grupo de las leguminosas (véanse Capítulos 11 y 20 de este libro).

Literatura citada

- Arias, S. 1997. Distribución grupos taxonómicos y formas de vida. En: *Suculentas mexicanas*. Cactáceas. CONABIO. 17-25.
- Arias, S, Gama, S y Guzmán, U. 1997. *Cactaceae*. A. L. Juss. *Flora del Valle de Tehuacán-Guicatlán*. 14. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bárceñas, R. T. 1999. *Patrones de Distribución de cactáceas en el estado de Guanajuato*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bravo, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Tomo I. UNAM, México.
- Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991a. *Las Cactáceas de México*. Tomo II. UNAM, México.
- Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991b. *Las Cactáceas de México*. Tomo III. UNAM, México.
- Barthlott, W. y D. R. Hunt. 1993. *Cactaceae*. Pp. 161-197 en Kubitzki, K., Rohwer, J. y Bittrich, V. (eds.). *The families and genera of vascular plants. II. Dicotyledons*. Springer-Verlag, Berlin.
- Bernal, E. 2000. *Distribución y diversidad de especies de cactáceas en la región suroeste del estado de Tamaulipas, México*. Tesis de Lic. en Biología. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamaulipas, México.
- CONABIO. 1998. *La Diversidad Biológica de México: estudio de País*. CONABIO. 341 pp.
- Fuller, d. And S. Fitzgerald. 1987. *Conservation and commerce of cacti and other succulents*. World Wildlife Fund. Washington, D. C.
- Hunt, D. R. 1999. *CITES. Cactaceae Checklist*. Second Edition. Royal Botanic Gardens Kew. 315 pp.
- Gómez, H. C. and H. M. Hernández. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. *Biodiversity and Conservation*. 9: 403-418.

- Gibson, A., and P. Nobel. 1986. *The cactus primer*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Hernández, H. y R. Bárcenas. 1996. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: II. Biogeography and Conservation. *Conservation Biology* 10(4): 1200-1209.
- Hernández, H. y R. Bárcenas. 1995. Endangered cacti in the Chihuahuan Desert: I. Distribution patterns. *Conservation Biology* 9(5):1176-1188.
- Hernández, H. y H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* 26: 33-52.
- Hernández, H. M., V. Alvarado y R. Ibarra. 1993. Base de datos de colecciones de cactáceas de Norte y Centroamérica. *An. Inst. Biol. Ser. Bot.* 64:87-94.
- Jarvis, C. E. 1979. Trade in cacti and other succulent plants in the United Kingdom. *Cactus and Succulent Journals of Great Britain* 41: 113-118.
- Johnston, M., K. Nixon, G. L. Nesom y M. Martínez. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas en la sierra de Guatemala, Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Biotam*. 1(2): 21-33.
- Malda, G. 1990. Plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas. *Biotam*. 55-61.
- Martínez-Avalos, J. G., y E. Jurado. (En prensa). Geographic distribution patterns of Cactaceae from Tamaulipas, Mexico. *Biodiversity and Conservation*.
- Martínez-Avalos, J. G., H. Suzán, J. Jiménez, A. Mora, H. Hernández y A. P. Vovides. 1996. Le cactaceae della Riserva della Biosfera El Cielo. *Piante Grasse* (Italia) 16(16):82-91.
- Martínez-Avalos, J. G. y J. Jiménez. 1993. Las cactáceas del Valle de Jaumave, Tamaulipas. *Cact. Suc. Mex.* 38(4): 75-82.
- Martínez-Avalos, J. G., H. Suzán y C. Salazar. 1994. Aspectos ecológicos y Demográficos de *Neolloydia pseudopectinata* (Backeberg) E.F. Anderson. *Cact. Suc. Mex.* 29(1): 30-38.
- Martínez-Avalos, J. G., H. Suzán y C. Salazar. 1993. Aspectos ecológicos y demográficos de *Ariocarpus trigonus* (Weber) Schumann. *Cact. Suc. Mex.* 38(1): 27-33.
- Martínez-Avalos, J. G. 1995. *Inventario florístico de las cactáceas del estado de Tamaulipas*. Reporte Científico P120. CONABIO. 54 pp.
- Martínez-Avalos, J. G. 1998. *Características biológicas de cactáceas del Noreste de México, en relación al estado de riesgo de extinción*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. 64 pp.
- Pinkava, D. J. 1984. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatro Ciénegas region, Coahuila, México: summary, endemism and corrected catalogue. *J. Arizona-Nevada Acad. Sci.* 19: 23-47.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.
- Sánchez-Mejorada, H. 1982. Mexico's problems and programmes monitoring trade in common and endangered cacti. *Cactus and Succulent Journals of Great Britain* 44: 36-38.
- Villarreal, J.A. 1994. Flora vascular de la Sierra de la Paila, Coahuila, México. *Sida* 16(81): 109-138.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*. World Conservation Monitoring Centre. Compiladores. 585 pp.

Cuadro 1. Densidad poblacional (individuos/m²) en localidades de algunas especies de cactáceas amenazadas del estado de Tamaulipas.

Taxa	Densidad poblacional promedio	Número de localidades
<i>Astrophytum asterias</i> *	8	4
<i>Ariocarpus agavoides</i> *	13	2
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> **	13	2
<i>Ariocarpus retusus</i> subsp. <i>trigonus</i> *	71	9
<i>Ferocactus pilosus</i> **	86	1
<i>Mammillaria carmenae</i> *	3	1
<i>Pelecypora strobiliformis</i> *	3 ind./total	1
<i>Turbincarpus schmiedikeanus</i> *	3	1
<i>Turbincarpus pseudopectinatus</i> *	13	6
<i>Turbincarpus ysabellae</i> **	24	1

** = Resultados preliminares

* = Estudios concluidos

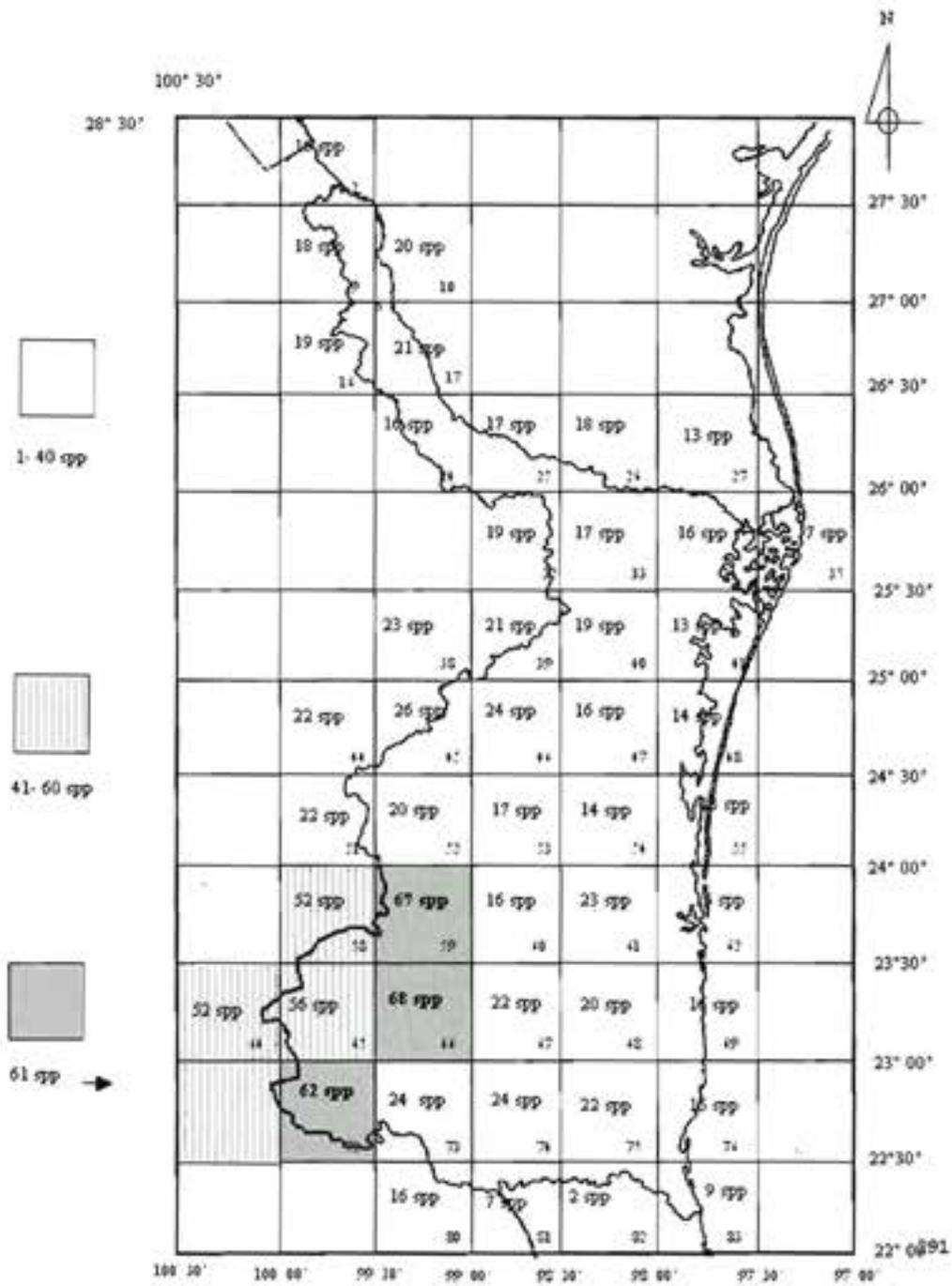


Figura 3. Cuadrantes mostrando la diversidad de cactáceas en el estado de Tamaulipas



Figura 4. Individuos de la especie amenazada *Ariocarpus retusus* ssp. *trigonus* en floración, en el municipio de Jaumave.



Figura 5. *Echinocactus platyacanthus* en floración, una de las especies de mayor tamaño y enlistada e la NOM-059.



Figura 6. Individuos de *Obregonia denegrii* en su hábitat natural en la parte noroeste de la Reserva de la Biosfera "El Cielo".



Figura 7. Individuos de *Turbinicarpus viereckii* ssp. *viereckii* en su hábitat natural y considerada como una de las especies más amenazadas por la NOM-059 por presentar una distribución geográfica muy restringida.

Apéndice 1. Cactáceas de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" considerando su tipo de vegetación y su distribución altitudinal (m snm).

Taxa	Vegetación	Altitud
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hammelink	Bm, Bts	800
<i>Astrophytum myriostigma</i> Lem.	Mx	700
<i>Ariocarpus retusus</i> ssp. <i>trigonus</i> (Weber) Anderson & Fitz Maurice	Mx	700
<i>Coryphantha delicata</i> Bremer	Mx	700
<i>Coryphantha grata</i> Bremer	Mx	700
<i>Coryphantha guerkeana</i> (Boed.) Britton & Rose	Bep, Mx	700
<i>Coryphantha radians</i> (DC.) Britton & Rose	Bep, Mx	750
<i>Coryphantha sulcata</i> (Engelm.) Britton & Rose var. <i>nickelsiae</i> (K. Brandege) L. D. Benson	Bpe, Mx	750
<i>Coryphantha villarensis</i> Backeberg	Mx	700
<i>Echinocactus texensis</i> Hopffer	Bep, Bpe, Bts, Mx	150 - 750
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	Bep, Bpe, Mx	700
<i>Echinocereus bertandieri</i> (Engelm.) Haage	Mx	150
<i>Echinocereus pentaloophus</i> (D. C.) Haage ssp. <i>pentaloophus</i>	Bep, Bpe, Mx	100 - 1000
<i>Ferocactus echidne</i> var. <i>victoriensis</i> (Rose) G. E. Linds.	Bep, Bpe, Mx	100 - 700
<i>Mammillaria baumii</i> Boed.	Mx	700
<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpf. ssp. <i>heyderi</i>	Bep, Bts, Mx	100 - 700
<i>Mammillaria klissingiana</i> Boed.	Mx	700
<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	Mx	550 - 1100
<i>Mammillaria picta</i> Meisn. ssp. <i>picta</i>	Bep, Mx	550
<i>Mammillaria picta</i> ssp. <i>viereckii</i> (Boed.) D.R. Hunt.	Bep, Mx	550 - 800
<i>Mammillaria prolifera</i> (Mill.) Haw. ssp. <i>prolifera</i>	Bep, Bpe, Mx	740
<i>Mammillaria roseoalba</i> Boedecker	Mx	150 - 750
<i>Mammillaria sphaerica</i> Dietr.	Bep, Bpe, Mx	550 - 800
<i>Mammylloidia candida</i> (Sheidw.) Buxb.	Bep, Mx	300 - 2000
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff) Console	Mx	650 - 800
<i>Neobuxbaumia euphorbioides</i> (Haw.) Buxb. subsp. <i>euphorbioides</i>	Bts, Mx	350 - 548
<i>Neolloydia conoidea</i> (DC.) Britton. & Rose	Mx	550 - 650
<i>Obregonia denegrii</i> Fric.	Mx	650
<i>Opuntia dejecta</i> Salm Dyck	Bep, Bts, Bm	400
<i>Opuntia imbricata</i> (Haw.) D C.*	Mx	550 - 1100
<i>Opuntia leptocaulis</i> DC*	Bep, Bpe, Mx	100 - 1200
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	Mx	550 - 1100
<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm.	Bep, Bpe, Mx	100 - 1200
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehman.) Pfeiff.	Mx	550 - 1100
<i>Opuntia pubescens</i> J. C. Wedd. ex Pfeiff.	Mx	330 - 650
<i>Opuntia rastrera</i> Weber.	Bep, Bpe, Mx	550 - 1000
<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	Bep, Bpe, Mx	650 - 1900
<i>Opuntia tunicata</i> (Lehm.) Pfeiff.	Mx	700
<i>Pachycereus marginatus</i> (DC.) Britton & Rose	Mx	550 - 2000
<i>Pilosocereus leucocephalus</i> Byles & Rowley	Mx	150 - 600
<i>Rhipsalis baccifera</i> (Miller) Stearn.	Bm, Bts	50 - 100
<i>Selenicereus boeckmannii</i> (Otto) Britton & Rose	Bm, Bts	100 - 200
<i>Selenicereus spinulosus</i> (DC.) Britton & Rose ssp. <i>spinulosus</i>	Bm, Bts	50 - 600
<i>Thelocactus setispinus</i> (Engelm.) Anderson	Bts	100 - 400
<i>Thelocactus conothelos</i> (Regel & Klein) Kunth ssp. <i>conothelos</i>	Mx	550 - 2000
<i>Turbincarpus saueri</i> (Boed.) Kunth	Mx	650 - 800
<i>Turbincarpus viereckii</i> (Werderm.) John & Riha Bravo ssp. <i>viereckii</i>	Mx	750

Bep: Bosque de encino-pino; **Bpe:** Bosque de pino-encino; **Bm:** Bosque mesófilo; **Bts:** Bosque tropical subcaducifolio; **Mx:** Matorral xerófilo. * = Hoy género *Cylindropuntia*.

Apéndice 2. Especies de cactáceas amenazadas y endémicas, considerando los organismos nacionales e internacionales.

Taxa	SEMARNAT	CITES	IUCN
<i>Astrophytum myriostigma</i>	A		V
<i>Ariocarpus retusus</i> ssp. <i>trigonus</i>	A	X	V
<i>Coryphantha delicata</i>	Pr		
<i>Coryphantha grata</i>	Pr		
<i>Coryphantha sulcata</i> var. <i>nickelsiae</i>	A		
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr*		V
<i>Mammillaria baumii</i> *	Pr		R
<i>Mammillaria klissingiana</i> *	A		V
<i>Mammillaria roseoalba</i> *	Pr		R
<i>Mammylloidia candida</i>	A		
<i>Neobuxbaumia euphorbioides</i> ssp. <i>euphorbioides</i> *			V
<i>Obregonia denegrii</i> *	A		V
<i>Turbincarpus saueri</i> *	A	X	E
<i>Turbincarpus viereckii</i> ssp. <i>viereckii</i> *	A	X	E

V : Vulnerable, E : En peligro de extinción, A : Amenazada, Pr* : Protección especial; R: Rara X: Apéndice I. * : endémicas

20. Las leguminosas

A. Eduardo Estrada Castillo.¹ y Consuelo Ramos M.²

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León
A.P. 41, 67700, Linares, N. L., MÉXICO

²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Blvd. Emilio Portes Gil, 1301 Poniente,
A. P. 175, 87010, CD. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

Abstract

A study of the legume diversity was carried out on the Biosphere Reserve "El Cielo", Gómez Farías Municipality, Tamaulipas. Intensive collecting of plants was carried out in the area, and we detected 3 subfamilies, 40 genera, 89 species and 10 varieties.

Introducción

La familia Leguminosae comprende tres subfamilias: Caesalpinioideae, Mimosoideae y Lotoideae. Este grupo de plantas es el segundo más diverso en México con ca. 135 géneros y 1,724 especies (Sousa y Delgado 1993). Su riqueza en especies es tan variada a lo largo y ancho del territorio nacional que prácticamente se encuentran en todas las comunidades vegetales del país. Por su diversidad y distribución, aunado a los atributos que presentan, este grupo merece una atención profunda en su estudio. Sus especies son tan versátiles en propiedades, siendo imprescindibles para el hombre como fuente de alimento, forraje para el ganado, maderas, perfumes y productos secundarios en la industria química y farmacéutica.

Muchas leguminosas son los elementos dominantes en las varias comunidades vegetales del país, especialmente en los matorrales de zonas áridas y semiáridas. Un buen número de especies presentan propiedades que van en detrimento del hombre dada su toxicidad, causando serias pérdidas económicas, especialmente en la industria ganadera. Algunas especies son malezas agresivas que es difícil erradicarlas una vez que se han establecido. Entre otros usos, el ornato de muchas especies es manifiesto, lo colorido y vistoso del follaje y floración le dan un aspecto contrastante al paisaje o jardines donde se presentan. Los estudios referentes a las Leguminosae en el noreste del país son escasos, destacando los de tipo regional o los presentes en floras. Dentro de estos destacan los del estado de Nuevo León, en el municipio de Linares (Estrada y Marroquín 1989), y los de la porción central del estado (Estrada y Marroquín

1991), además de las Leguminosae de Coahuila (Carranza y Villarreal 1997).

Las colectas de material botánico corresponden a un periodo de un año y medio, en ellas se registró información referente a coordenadas geográficas, localidad, fecha, vegetación dominante, colector, altitud y características de las plantas.

Los ejemplares colectados fueron identificados y depositados en la colección científica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CFNL) y en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU).

Un total de 50 colectas de campo agrupan a 40 géneros, 85 especies y 10 variedades de leguminosas en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC). El **Cuadro 1** muestra el total de subfamilias, géneros, especies y variedades registrados en el área de estudio. El listado (**Apéndice 1**), muestra las especies de leguminosas registradas en el área, el hábitat donde prosperan y, el piso altitudinal donde predominan. Es manifiesto un predominio de la subfamilia Lotoideae, tanto en géneros como en especies, seguido de la subfamilia Mimosoideae y Caesalpinioideae, respectivamente. En términos porcentuales la subfamilia Lotoideae representa el 55% de los géneros, y 61.2% de las especies. En tanto que la subfamilia Mimosoideae comprende el 25% de los géneros y 21.2% de las especies, la subfamilia Caesalpinioideae engloba el 20% restante de los géneros y el 17.6% de las especies.

Cuantitativamente, los géneros *Desmodium* (doce especies), *Acacia* (seis especies), *Senna* (seis especies) y *Crotalaria* (cuatro especies) son los más diversos, seguidos de varios géneros representados con tres especies: *Bauhinia*, *Canavalia*, *Centrosema*, *Cologania*, *Mimosa*, *Phaseolus*, *Rhynchosia* y *Vigna*. Del total de los taxa, 47.2% de distribuyen en áreas de bosque tropical subcaducifolio, donde destaca *Acacia* por su número de elementos en las pendientes bajas y someras de la zona (250-400 m snm).

El 13.1% se distribuye en el bosque tropical caducifolio, entre los 120-190 m snm, áreas donde predominan las herbáceas y enredaderas de la subfamilia Lotoideae como *Aeschynomene*, *Coursetia* y *Oxyrhynchus* además de *Senna* spp. y *Caesalpinia* spp. El bosque mesófilo de montaña alberga el 31.8% de las especies, donde gran parte de las especies de los géneros *Desmodium*, *Phaseolus*, *Vigna* están presentes. En el pastizal inducido se presenta el 6.5% restante de las especies de leguminosas, siendo *Desmodium*, *Aeschynomene*, *Chamaecrista*, *Cologetaria* y *Crotalaria* las herbáceas más conspicuas.

El 15.4% de las leguminosas se encuentra en más de un tipo de vegetación. En el gradiente altitudinal, las tres subfamilias están representadas en las porciones más bajas del área, con predominio de un género por familia, *Desmodium* (Lotoideae), *Senna* (Caesalpinioideae, Fig. 1) y *Acacia* (Mimosoideae). Sin embargo, en las porciones más altas, el predominio de la subfamilia Lotoideae es patente en términos de diversidad de géneros y especies, con algunos elementos dispersos de la subfamilia Mimosoideae (*Mimosa*, *Lysiloma* y *Leucaena*).

A pesar de ocupar una superficie relativamente pequeña (ca. 62 km²), la RBC alberga una rica diversidad en flora y tipos de vegetación. Los contrastes del paisaje son evidentes, conforme se pasa de las áreas planas hasta las pendientes pronunciadas de cañones húmedos y sombreados permiten ver una variación en especies de leguminosas a lo largo del gradiente altitudinal. La presencia y número de taxa en la zona de estudio proporciona pistas acerca de su diversidad.

La RBC alberga de manera respectiva el 63%, 80% y 73% de los géneros de las subfamilias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Lotoideae del total

de géneros reportados para el centro del estado de Nuevo León (Estrada y Marroquín 1991).

Con el Valle de México se presentan afinidades genéricas de 12%, 83% y 55%, en forma respectiva a la anterior.

Con excepción de *Prosopis*, todos los géneros de Mimosoideae en el Valle de México se presentan en la RBC. La pobre similitud de géneros de Caesalpinioideae es patente, solo las emparenta *Senna*, único género presente en el Valle de México. Siqueiros (1996) reporta para el estado de Aguascalientes un total de 109 especies de leguminosas, los siete géneros de Mimosoideae (*Acacia*, *Albizia*, *Calliandra*, *Desmanthus*, *Leucaena*, *Lysiloma* y *Mimosa*), dos de Caesalpinioideae (*Senna* y *Chamaecrista*) y ocho de Lotoideae (*Cologetaria*, *Coursetia*, *Crotalaria*, *Dalea*, *Desmodium*, *Indigofera*, *Macroptilium* y *Phaseolus*) registrados en este estado se presentan en la RBC.

De los ca. 135 géneros y 1,724 especies de leguminosas reportados para México (Sousa y Delgado 1993), el 34% y el 5.4% se localizan en la zona de estudio, respectivamente.

Conclusiones

Apesar de su reducido tamaño, la RBC alberga una tercera parte de los géneros de leguminosas presentes en nuestro país, el paisaje contrastante y lo accidentado de su relieve permiten el desarrollo de un sinúmero de asociaciones vegetales donde las leguminosas juegan un papel importante en la estructura del dosel arbustivo y arbóreo. Las partes bajas donde predomina el bosque tropical subcaducifolio son las más ricas en especies de leguminosas seguidas por el bosque mesófilo de montaña presentes en las partes más altas del área.

La subfamilia Lotoideae es la predominante tanto en géneros como en especies, lo cual concuerda con reportes para el Valle de México (Rzedowski y Rzedowski 1979, Matuda 1981),

Cuadro 1. Subfamilias, géneros, especies y variedades de leguminosas presentes en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Subfamilia	Géneros	Especies	Variedades
Caesalpinioideae	8	15	4
Lotoideae	22	52	2
Mimosoideae	10	18	4
TOTAL	40	85	10

México (Sousa y Delgado 1993), Texas (Correll y Johnston 1970), Arizona (Kearney y Pebbles 1951), California (Munz 1959).

Futuros estudios de exploración botánica en áreas circunvecinas a ésta en la Sierra Madre Oriental permitirá un conocimiento más completo de este importante grupo de plantas.

Agradecimientos

Queremos agradecer al personal del Instituto de Biología de la UNAM, especialmente a Alfonso Delgado y Mario Sousa su ayuda prestada en la identificación y corroboración de los materiales botánicos.

Literatura citada

Carranza, M. A. y J. A. Villarreal 1997. *Leguminosas de Coahuila, México*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, México.
Correll, D. S. & M. C. Johnston. 1970. *Manual of the vascular plants of Texas*. Research Foundation Renner, pp. 761-889.

Estrada, E. y J. Marroquin. 1989. *Leguminosas de Nuevo León. 1. Sinopsis de las especies de Linares*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 49 pp.

Estrada, E. y J. Marroquin. 1991. *Leguminosas en el centro-sur de Nuevo León*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 258 pp.

Kearney, T. H. and R. H. Peebles. 1951. *Arizona Flora*. Univ. California Press, Berkeley.

Matuda, E. 1981. *Las leguminosas del estado de México*. Gobierno del estado de México. Dirección de Recursos Naturales. 1-251.

Munz, P. A. 1959. *A California Flora*. Univ. of California Press. Pp. 795-897.

Rzedowski, J. y G. C. Rzedowski. 1979. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Vol. I. Ed. CECSA. pp. 279-354.

Sousa, M. y A. Delgado. 1993. *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution, Mexican Leguminosae: Phytoecography, endemism and origins*. Oxford Univ. Press. pp. 459-511.

Siqueiros D. M. 1996. New leguminosae records from Aguascalientes, Mexico. *Phytologia* 80(2): 108-114.



Figura 1. *Senna* sp. (Caesalpinioideae). Foto, Abdel García.

Apéndice 1. Especies de leguminosas registradas en la RBC, vegetación donde prosperan **BTS**, bosque tropical subcaducifolio; **BMM**, bosque mesófilo de montaña; **BTC**, bosque tropical caducifolio; **PI**, pastizal inducido) y piso altitudinal predominante.

Subfamilia, género y especie	Vegetación dominante	Altitud (m snm)
CAESALPINIOIDEAE		
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	BTC, BTS	240-300
<i>Bauhinia macranthera</i> Benth. ex Hemsl.	BMM, PI	1200
<i>Bauhinia variegata</i> L.	BTS	300
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	BTC	120
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	BTC	120
<i>Cassia fistula</i> L.	BTS	320
<i>Cercis canadensis</i> L. var. <i>mexicana</i> (Rose) M. Hopk.	BMM	1200-1500
<i>Chamaecrista nictitans</i> var. <i>mensalis</i> (Greenm.)		
Irwin & Barneby	BTS, PI	260-280
<i>Chamaecrista nictitans</i> var. <i>pilosa</i> (Benth.) Irwin & Barneby	BTS	260-280
<i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf.	BTS	300
<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	BTC	120
<i>Senna hirsuta</i> var. <i>hirta</i> Irwin & Barneby	BTC	240-300
<i>Senna septemtrionalis</i> (Vivian) Irwin & Barneby	BMM	1300-1400
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) Irwin & Barneby	BTC	120
<i>Senna wislizeni</i> Irwin & Barneby	BTC	120
<i>Senna fruticosa</i> (Miller) Irwin & Barneby	BTC	120
<i>Tamarindus indica</i> L.	BTS	300
SUBFAMILIA LOTOIDEAE		
<i>Aeschynomene americana</i> L. var. <i>flabellata</i> Rudd	BTS	280-300
<i>Aeschynomene fascicularis</i> Schl. & Cham.	BTC	120
<i>Aeschynomene villosa</i> Poir.	PI	1200-1500
<i>Amicia zygomeris</i> DC.	BMM	1200-1500
<i>Arachis hypogaea</i> L.		
<i>Brongniartia intermedia</i> Moric.	BMM	1600
<i>Canavalia hirsutissima</i> Sauer	BTS	260-320
<i>Canavalia septentrionalis</i> Sauer	BTS	280-320
<i>Canavalia villosa</i> Benth.	BMM	1250-1600
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	BTS	280-300
<i>Centrosema sagittatum</i> (Willd.) Brandeg. & Reley.	BTS	260
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	BMM	1300
<i>Cologania angustifolia</i> Kunth	BMM	1600
<i>Cologania broussonetei</i> (Balbis) DC.	PI	1350-1400
<i>Cologania cordata</i> Fearing ex McVaugh	BMM	1600
<i>Coursetia caribaea</i> (Jacq.) Lavin	BTC	240-280
<i>Crotalaria incana</i> L.	BTS, PI	280-920
<i>Crotalaria polyphylla</i> Riley	PI	1500
<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	BMM	1300-1600
<i>Crotalaria rotundifolia</i> var. <i>vulgaris</i> Windler	BMM	1300-1400
<i>Crotalaria</i> aff. <i>tuerckheimii</i> Senn	BTS	300-320
<i>Dalea scandens</i> (Miller) R. T. Clausen var. <i>paucifolia</i> (Coul.) Barneby	BTS	300-320
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	BTS	300-320
<i>Desmodium affine</i> Schlecht.	BMM	900-1350
<i>Desmodium angustifolium</i> (Kunth) DC.	BMM	1300-1400
<i>Desmodium glutinosum</i> (Muhl. ex Willd.) Wood.	BMM	1300-1500
<i>Desmodium grahamii</i> Gray	BMM	1400
<i>Desmodium orbiculare</i> Schldl	BMM	1250-1300
<i>Desmodium paniculatum</i> (L.) DC.	BMM	1300-1500

<i>Desmodium psilophyllum</i> Schldl.	BMM	1300-1400
<i>Desmodium scorpiurus</i> (Sw.) Desv.	BTS	240-300
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	BTS, BMM	300-1000
<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	PI	1350-1450
<i>Desmodium urarioides</i> (Blake) Schubert & McVaugh	BMM	1400
<i>Erythrina americana</i> Mill.	BTS	300
<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	BTS, BMM	300-1450
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg.	BMM	1200-1250
<i>Galactia texana</i> (Scheele) A. Gray	BTS	240
<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.	BTS	280-300
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	BTS	260-300
<i>Lonchocarpus</i> sp.	BTS	260-300
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urban	BTS	280-320
<i>Macroptilium gibosifolium</i> (Ort.) A. Delgado	BMM	1400
<i>Nissolia fruticosa</i> Jacq.	BMM	1200-1250
<i>Oxyrhynchus volubilis</i> Brandeg.	BTC	120
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	BMM	1200-1450
<i>Phaseolus pedicellatus</i> (Schldl.) Benth. var. <i>grayanus</i>	BMM	1300-1500
<i>Phaseolus scabrellus</i> Benth.	BMM	1300-1500
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	BTS	250-280
<i>Ramirezella nitida</i> Piper	BTC	600-700
<i>Rhynchosia longeracemosa</i> Mart.	BTS, BMM	250-1200
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	BTS	300-320
<i>Rhynchosia precatoria</i> DC.	BTS	950-1000
<i>Stizolobium pruriens</i> (L.) Medic var. <i>pruriens</i>	BTS	260-300
<i>Stizolobium pruriens</i> (L.) Medic var. <i>utilis</i> (Wight) Burck.	BTS	260-300
<i>Teramnus uncinatus</i> (L.) Sw.	BTS	280-300
<i>Vigna adenantha</i> (G. Mey.) Maréchal, Mascherpa & Stainier	BTS	260-300
<i>Vigna populnea</i> Piper	BMM	1500
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walpers	BTS	260-280
<i>Zornia gemella</i> (Willd.) Vog.	BMM	1500

SUBFAMILIA MIMOSOIDEAE

<i>Acacia acatlensis</i> Benth.	BTS	600-700
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Ktze. var. <i>angustissima</i>	BTS	280-320
<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	BTS	300
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	BTS, BMM	260-1400
<i>Acacia sphaerocephala</i> Cham. & Schldl.	BTS	250
<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	BTS	320
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	BTS	260-320
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	BTS	260-320
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	BTS	260
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britt. & Rose	BTC	120
<i>Leucaena pulverulenta</i> (Schldl.) Benth.	BTS, BMM	260-1400
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) McBride	BTS, BMM	250-1200
<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ort. var. <i>biuncifera</i> (Benth.) Barneby	BMM	1400
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.	BTS	240
<i>Mimosa quadrivalvis</i> L. var. <i>latidens</i> (Small) Barneby	BTS, BMM	250-1100
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	BTS	150-250
<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H. Hern. ssp. <i>formosa</i>	BTS, BTC	240-400

21. Las orquídeas

Jean Louis Lacaille Múzquiz

Canales No. 402 Ote. Altos. Ciudad Mante, Tamaulipas, MÉXICO
lacaille@mante.com.mx

Abstract

In Mexico it is possible to find ca. 144 genera of orchids and 1,200 species, and 50% of them are found in the southeastern states of the country. Tamaulipas possesses about 80 species of orchids (7% of the national total), from which more than 60 (5% of those present at national total) are known from the RBC. The vegetation types in which orchids are found are deciduous and semideciduous tropical forests, as well as mountain cloud forest.

Introducción

Mágicas, eróticas, magníficas, exóticas, misteriosas, delicadas y exquisitas, son algunos de los adjetivos que se emplean para designar las cualidades de las orquídeas; pero más que eso, estos calificativos nos dan una idea de lo que experimenta un espíritu sensible ante la contemplación de esas flores (Lacaille-Múzquiz 1995, 2004). Constituyen las orquídeas una importantísima familia (Orchidaceae) de monocotiledóneas con aproximadamente 30,000 especies, por lo cual se considera la más numerosa del reino vegetal (Arnold 1994, Caneva 1991, Fanfani). Su forma de vida es diversa: las hay epifitas, que son las que viven sobre los árboles, pero sin causarles ningún daño; terrestres, que viven directamente en el suelo; y rupícolas o litófitas, las que crecen sobre las rocas (Cabrera-Cachón 1993).

La principal característica y el ornamento máspreciado de las orquídeas es la flor, que aunque presenta gran variedad en sus formas, sigue siempre un mismo patrón: 3 sépalos, 2 pétalos y el labelo, que es un tercer pétalo modificado. Sin embargo, lo que diferencia virtualmente a las orquídeas de todas las demás familias de plantas, es la fusión de los órganos reproductores masculino y femenino en una estructura única llamada columna, ubicada en el centro de la flor.

Los sépalos y pétalos pueden ser similares o diferentes, pero es sin duda el labelo el que ofrece más variedad de formas, tamaños y colores con el propósito de facilitar o asegurar la polinización, al funcionar como pista de aterrizaje para los insectos.

Además del atractivo visual, las orquídeas producen también (no todas las especies) una amplia gama de aromas con el objeto de atraer al

polinizador específico de cada especie. Por esto, al admirar las bellas y fascinantes orquídeas y disfrutar el suave perfume que despiden, nos damos cuenta de los ingeniosos y sutiles mecanismos que emplean para ser fecundadas y lograr la supervivencia y continuidad de la especie.

Las orquídeas se distribuyen en todo el globo terráqueo, con excepción de los polos y los desiertos de arena más áridos. Sin embargo, la vasta mayoría de ellas se encuentra en las regiones tropicales, especialmente en la Neotropical (Wiard 1987).

En México es posible encontrar ca. 144 géneros de orquídeas y 1,200 especies, encontrándose el 50% de ellas en los estados del sureste del país (Soto 1988). Tamaulipas posee aproximadamente 80 especies de orquídeas (7% del total nacional), de las cuales más de 60 (5% del total nacional) se localizan en la RBC (Johnston *et al.* 1989, Malda-Barrera 1990). Un factor que afecta localmente la distribución y diversidad de estas plantas es el gradiente altitudinal, que a su vez determina el vegetal.

Contrariamente a lo que se piensa, no es en los bosques tropicales muy húmedos de las tierras bajas donde existe mayor variedad de orquídeas, sino que son los bosques de montaña, lluviosos o de niebla, los que poseen mayor riqueza de estas especies, ya que, al chocar con la sierra, las nubes cargadas de humedad que provienen del mar suministran un riego continuo durante todo el año a la vegetación de estos ecosistemas (Rzedowski 1978, Puig y Bracho 1987, Wiard 1987).

Orquídeas del bosque tropical subcaducifolio

Dentro de este ecosistema, ocupando un piso altitudinal de los 350 a los 800 m snm, ocurren 11 especies exclusivas (18%), tres (5%) que se comparten con el bosque mesófilo, y una más (2%) que es de amplia distribución.

Durante la época seca, dentro de este tipo de vegetación florecen las especies *Trichocentrum cebolleta* (Fig. 1) y *T. ascendens* cuyas inflorescencias de hasta 1.5 m de largo producen pequeñas entre 2.5 y 3 cm de diámetro pero



Figura 1. Detalle de la flor de *Trichocentrum cebolleta*.

abundantes flores de intenso color amarillo, punteadas de pequeñas manchas café-rojizas, caracterizándose por sus hojas carnosas de sección circular con ranuras longitudinales que terminan en una aguda punta; son de las especies más resistentes ya que se adaptan bien a los climas cálidos con prolongados periodos de sequía.

Otra especie epífita que encontramos durante esta época del año es *Prosthechea livida*, cuyas pequeñas (2 cm de diámetro) y poco vistosas flores de color verde-pálido teñidas con pardo revelan su belleza al ser examinadas muy de cerca, ya que el labelo amarillento posee tres filas de verrugas carnosas en su parte media, característica que la distingue de otras especies; florece desde enero y probablemente hasta septiembre. Una de las orquídeas más abundantes es *Encyclia belizensis* subsp. *parviflora*, que se distingue fácilmente en las ramas altas de los árboles por sus inflorescencias ramificadas de muchas flores (4 cm de diámetro) pardo-amarillentas (Dressler 1961, Dressler y Pollard 1974). Se puede reconocer esta subespecie por la combinación de la columna con alas y el labelo verrugoso con venas alzadas de color rojo o rojo castaño, además tiene una agradable fragancia ácida o de limón (**Apéndice**

1). Dentro de las especies terrestres o rupícolas, se encuentra la especie *Cyrtopodium macrobulbon*, creciendo entre las piedras de las cañadas que descienden de la sierra y es claramente visible por sus inflorescencias erectas de hasta 1 m de alto con flores densamente agrupadas. Es una de mis favoritas por sus atractivos colores: verde con manchas marrón en sépalos y pétalos, naranja y amarillo en el verrugoso labelo y verde-pálido en la columna que destaca de manera notable en el centro de la flor. Esta especie despide un suave aroma, apenas perceptible (Hágsater y Soto 2003).

Durante la época lluviosa florecen dos especies: *Catasetum integerrimum* (**Fig. 2**) y *Trichocentrum cosymbephorum* (**Fig.3**). La primera, es una de las más extrañas orquídeas epífitas que posee dos características interesantes: i). produce flores unisexuales, a diferencia de la mayoría que son hermafroditas y ii). las flores masculinas de regular tamaño (5.5 cm) son visitadas exclusivamente por los machos de una especie de abejorros, que al posarse sobre las flores accionan un curioso mecanismo -semejante a un gatillo que dispara sobre éstos el polen que habrá de ser transportado a las flores femeninas (Williams *et al.* 2001).



Figura 2. Flores de *Catasetum integerrimum*.



Figura 3. Detalle de la flor de *Trichocentrum cosymbephorum*.

Probablemente el polinizador es atraído por el agradable y peculiar aroma picante que despiden las flores, ya que al ser totalmente verdes se confunden con el follaje de las hojas. La segunda especie, se diferencia de las especies de *Trichocentrum* de color amarillo por presentar color blanco predominante con manchas rojo-purpúreas, y en que sus hojas son amplias y carnosas de color verde oscuro o café rojizo.

Orquídeas del bosque mesófilo de montaña

Para este ecosistema, existen 29 especies exclusivas (47%) dentro de la RBC y tres especies más (5%) se comparten con bosques asociados de pino-encino. Al inicio de la época lluviosa, en el bmm florece la especie *Euchile mariae* (Fig. 4), cuyo rasgo sobresaliente es el enorme labelo blanco de sus flores. *Isochilus unilateralis* florece al final de la primavera-inicio del verano y es de flores diminutas (1 cm de diámetro).

Estas varían de color lila-pálido a rosa-morado, el labelo es del mismo color con una mancha transversal morado-oscuro arriba de la parte media. Más que una planta superior, parece una hierba, por el aspecto de sus hojas similar a la del pasto de un jardín.

Otra especie típica es *Encyclia candollei*, identificable por sus flores (3 cm de diámetro) de color pardo-amarillento y el labelo crema con rayas violeta-rojizas, que envuelve parcialmente a la arqueada columna, despide un agradable perfume. La forma de vida de estas dos especies es epífita.

Dentro de las semiepífitas destacan las especies *Lycaste consobrina* y *L. deppei*, que crecen sobre los árboles o sobre las rocas, pero es más común encontrarlas en este tipo de bosque desarrollándose como litófitas en los afloramientos rocosos cubiertos de espesas capas de húmedo musgo. Las flores, de aproximadamente 8 x 6 cm, se diferencian en que, mientras las primeras son de un solo color verde-amarillentas, las segundas poseen varios colores; pero en ambos casos los sépalos y pétalos no se abren del todo, los primeros más grandes que los segundos, que despiden un agradable y dulce aroma; se distinguen también por sus hojas amplias y arrugadas de color verde pálido.

Otra orquídea litófitas que convive con *Lycaste* es *Epidendrum raniferum* (Fig. 5), la cual se distingue por su tallo con hojas alternadas y sus grandes racimos péndulos de flores de 5 cm de diámetro, muy fragantes de color verde con blanco y punteadas de rojo-púrpura que la hacen muy atractiva.



Figura 4. Detalle de la flor de *Euchile mariae*.



Figura 5. Detalle de la inflorescencia de *Epidendrum raniferum*.

En este ecosistema es posible encontrar a la orquídea más grande (sus flores llegan a medir 15 cm) y espectacular de la RBC: *Stanhopea tigrina* (Fig. 6). Sus rasgos más notables son la caprichosa forma del labelo expuesto totalmente por la retracción de sépalos y pétalos, la consistencia cartilaginosa, el aspecto como de cera y el fuerte perfume que despiden perceptible a varios metros de distancia. Se le conoce comúnmente como "calaveras" o "toritos". El único inconveniente es la efimera duración de sus flores.

Una orquídea epífita, sumamente apreciada y perseguida por aficionados y coleccionistas, es *Laelia anceps* (Halbinger 1993). Los sépalos y pétalos de estas magníficas y vistosas flores (de 7.5 cm de diámetro) son de color rosado-lila y púrpura oscuro en el labelo, el cual tiene coloración amarilla en su parte media. Esta especie, cuyo nombre común es "flor de San Miguel", florece durante el otoño y en los días soleados despiden una agradable fragancia similar al de la miel de abeja. Otras especies terrestres presentes son los géneros: *Bletia*, *Govenia*, *Habenaria*, *Malaxis*, *Ponthieva* y

Sarcoglottis, las cuales se desarrollan en el suelo o sobre las rocas del bosque (Apéndice 1).

Orquídeas del bosque de pino-encino

Para este tipo de ecosistema existen 14 especies exclusivas (23%) dentro de las que destacan las siguientes: la robusta y vistosa *Arpophyllum laxiflorum*, de tallos alargados y flores pequeñas, concentradas en densas espigas cilíndricas color rojo-púrpura, la cual florece en otoño.

En la época lluviosa, en el suelo de las partes más húmedas y sombrías del bosque donde se concentran grandes capas de humus, crece la terrestre *Calanthe calanthoides*, destacándose por su tallo de pequeñas flores blancas con labelo crema (Cribb y Thomas 1993). Durante la primavera florece otra especie terrestre *Schiedeella eriophora* con flores blancas de centro amarillo y aproximadamente 2.5 cm de diámetro. También en esta época del año, aparecen las pequeñas flores de *Prosthechea varicosa* subsp. *varicosa* cuyos sépalos y pétalos poseen un intenso color café oscuro.



Figura 6. Detalle de la flor de *Starhopea tigrina*.

Al finalizar la época seca del año (abril-mayo) florece la especie *Laelia speciosa*. La característica principal es el gran tamaño de sus aterciopeladas flores (9 cm de diámetro), de color rosa-lila y su amplio labelo con borde rosa-lila y centro más claro. Despiden un tenue aroma semejante al de las violetas. Algunos nombres comunes son: "flor de Mayo", "flor de Corpus" o "lirio" (Apéndice 1).

Prosthechea cochleata: especie de distribución amplia, se distribuye en doce estados del país cercanos al Golfo de México (Hågsater y Salazar 1990). Dentro de la RBC, se encuentran abundantes poblaciones en todos los tipos de vegetación descritos, desde las márgenes de los ríos de la zona tropical hasta los bosques de encino de la alta montaña y florece durante todo el año. Es una especie epífita, inconfundible por la forma de sus flores de 5 cm de diámetro, con un labelo purpúreo y cóncavo. Los sépalos y pétalos que cuelgan son de color verde-amarillento, por lo que se les conoce como "conchitas" o "pulpitos" (Pridgeon 19994).

Zeuxine strateumatica: El descubrimiento de una especie "naturalizada".

Esta interesante orquídea, nativa del sureste de Asia,

fue descubierta por vez primera en el continente americano en 1936 en el estado de Florida, EUA (Liggio y Liggio 1999). En 1938, el orquideólogo Oakes Ames publicó un fascinante relato de, cómo esta orquídea proveniente de una parte tan remota del planeta se había extendido tanto en ese estado. El autor especulaba que las semillas de la *Z. strateumatica* habían viajado como polizones en grandes cargamentos de un césped ornamental (*Eremochloa ophiuroides*), importado de China hacia Florida y a otros estados del sur de los Estados Unidos.

Debido a que este césped fue comercializado mucho en Georgia, Florida y en otros estados del Golfo tan al oeste como Louisiana. Ames predijo que esta orquídea iba a ser bastante común en toda esa región. Muchos años después, en 1989, *Z. strateumatica*, fue descubierta por vez primera en Texas, creciendo en un macizo de flores en el condado de Montgomery. Recientemente, el 18 de diciembre del 2003, esta orquídea fue descubierta por vez primera en nuestro país en el área "verde" del Hotel de El Pino, en el ejido Alta Cima de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Este descubrimiento constituye el primer registro de la extensión a México de la distribución de esta especie

en el Nuevo Mundo. El color púrpura del labelo puede tener, en algunas flores, un tono tan oscuro que parece negro. Esta confusión ha dado fuerza a la leyenda de la orquídea negra que habita en lo más recóndito de los bosques de la Reserva. Pero contrariamente a las orquídeas de ficción, en realidad no existe ninguna especie en el mundo que tenga flores verdaderamente negras.

Agradecimientos

A Dios; a mi familia; a Omar Rocha; a Gerardo Sánchez, Claudia González, Luisa Trejo y Jorge Jiménez del Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas; a Gerardo Salazar del herbario MEXU, a Eric Hágsater, Luis Sánchez, Rolando Jiménez y Rodolfo Solano del Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología; a Juanita Coalson, Lawrence V. Lof y Guillermo Aguilar del Rancho del Cielo y Gorgas Science Foundation; a Pedro González, Goyo Zuñiga y Francisco y Guadalupe Marín de San José, así como Eusebia Berrones y Eduardo Padrón de Alta Cima en la Reserva de la Biosfera El Cielo; y a Roberto Villarreal Moreno. Gracias a todos ustedes por su gran apoyo y entusiasta colaboración en la realización de este trabajo.

Literatura citada

- Arnold, P.** 1994. *Orchids*. Rizzoli International Publications, Inc. New York, N. Y.
- Cabrera-Cachón, T.G.** 1993. Orquídeas, en Álvarez del Toro, M. *et al.* Chiapas y su Biodiversidad. Gob. del Estado de Chiapas. México. pp. 55-63.
- Caneva, S.** 1991. Orquídeas. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Cribb, P. J. y S. Thomas.** 1993. The Genus *Calanthe* in Tropical America. *orquidea* 13(1-2).
- Dressler, R. L.** 1961. Tropical orchids near the Texas border. in *American Orchid Society Bulletin*. pp. 961-965.
- Dressler, R. L. y Pollard, E. G.** 1974. El Género *Encyclia* en México. *Asoc. Mex. de Orquideología*. México.
- Fanfani, A.** 1990. *Guía de Orquídeas*. Ed. Grijalbo. España.
- Hágsater, E. y Salazar, A. G.** 1990. *Icones Orchidacearum Fascicle I Orchids of Mexico Part I*. *Asoc. Mex. de Orquideología*. México.
- Hágsater, E. y Soto M. A.** 2003. *Icones Orchidacearum Fasc. 5 & 6 Orchids of Mexico Part 2 & 3*. *Asoc. Mex. de Orquideología*. México.
- Halbinger, F.** 1993. *Laellas de México*. *Asoc. Mex. de Orquideología*. México.
- Johnston M., K. Nixon, G. Nesom y M. Martinez.** 1989. Listado de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotam* 1(2):21-33.
- Lacaille-Múzquiz, J. L.** 1995. Orquídeas de El Cielo, en *México Desconocido* 226. 10-16.
- Lacaille-Múzquiz, J. L.** 2004. *Orquídeas de El Cielo*. Gorgas Science Foundation. Brownsville, Tx.
- Liggio, J. and Ann Orto Liggio.** 1999. *Wild Orchids of Texas*. Austin: The University of Texas Press. EE. UU. 228 pp.
- Malda-Barrera, G.** 1990. Plantas Vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas, México. *Biotam* 2(2):55-61.
- Pridgeon, A.** 1994. *The Illustrated Encyclopedia of Orchids*. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, EE. UU.
- Puig, H. y Bracho, R.** 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*, Instituto de Ecología, México.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- Soto, M. A.** 1988. Listado Actualizado de las Orquídeas de México, *Orquídea* 11. *Asoc. Mex. de Orquideología*. México. pp. 233-276.
- Wiard, L. A.** 1987. *An Introduction to the Orchids of México*. Comstock Publishing Associates. New York.
- Williams, N.H., M. W. Chase, T. Fulcher, and W. M. Whitten.** 2001. Molecular systematics of the Oncidiinae based on evidence from four DNA sequence regions: expanded circumscriptions of *Cyrtorchilum*, *Erycina*, *Otoglossum*, and *Trichocentrum* and a new genus (Orchidaceae). *Lindleyana* 16: 113-139.

Apéndice 1. Listado de orquídeas considerando el tipo de vegetación de su distribución natural en la RBC y la altitud (m snm) donde se encuentran.

Especies	Vegetación / Altitud
1.- <i>Arpophyllum laxiflorum</i>	BPE 1400-2000
2.- <i>Beloglottis mexicana</i>	BTS 200-800
3.- <i>Bletia purpurata</i> (<i>Crybe rosea</i>)	BPE 1400-2000
4.- <i>Bletia purpurea</i>	BMM 800-1400
5.- <i>Calanthe calanthoides</i>	BPE 1400-2000
6.- <i>Campylocentrum porrectum</i> (<i>Harrisela porrecta</i> ?)	BTS, BMM 200-1400
7.- <i>Catasetum integerrimum</i>	BTS 200-800
8.- <i>Cranichis sylvatica</i>	BMM 800-1400
9.- <i>Cyclopogon elatus</i> (<i>Spiranthes elata</i>)	BMM 800-1400
10.- <i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	BTS 200-800
11.- <i>Aulosepalum ramentaceum</i>	BMM, BPE 800-2000
12.- <i>Encyclia parviflora</i> .	BTS 200-800
13.- <i>Encyclia candollei</i> (<i>Epidendrum candollei</i>)	BMM, BPE 800-2000
14.- <i>Oestlundia cyanocolumna</i> (<i>Encyclia cyanocolumna</i>)	BPE 1400-2000
15.- <i>Epidendrum magnoliae</i> (<i>Epidendrum conopseum</i>)	BMM 800-1400
16.- <i>Epidendrum propinquum</i>	BMM 800-1400
17.- <i>Epidendrum raniferum</i>	BMM 800-1400
18.- <i>Euchile mariae</i> (<i>Encyclia mariae</i>)	BMM 800-1400
19.- <i>Govenia liliacea</i>	BPE 1400-2000
20.- <i>Govenia mutica</i>	BMM 800-1400
21.- <i>Govenia praecox</i>	BMM 800-1400
22.- <i>Habenaria odontopetala</i>	BMM 800-1400
23.- <i>Habenaria quinqueseta</i>	BMM 800-1400
24.- <i>Habenaria</i> sp.	BPE 1400-2000
25.- <i>Homalopetalum pumilum</i> (<i>Scaphyglottis pumila</i>)	BPE 1400-2000
26.- <i>Ionopsis utricularioides</i>	BTS 200-800
27.- <i>Isochilus unilaterales</i> (<i>Isochilus linearis</i>)	BMM, BPE 800-2000
28.- <i>Laelia anceps</i> subsp. <i>anceps</i>	BTS, BMM 200-1400
29.- <i>Laelia speciosa</i>	BPE 1400-2000
30.- <i>Leochilus oncidioides</i>	BMM 800-1400
31.- <i>Lycaste consobrina</i>	BMM 800-1400
32.- <i>Lycaste deppei</i>	BMM 800-1400
33.- <i>Malaxis alvaroi</i>	BPE 1400-2000
34.- <i>Malaxis carnosa</i>	BPE 1400-2000
35.- <i>Malaxis corymbosa</i>	BMM 800-1400
36.- <i>Malaxis histionantha</i>	BMM 800-1400
37.- <i>Malaxis majanthemifolia</i>	BMM 800-1400
38.- <i>Mesadenus lucayanus</i>	BTS, BMM 200-1400
39.- <i>Ocampoa mexicana</i>	BPE 1400-2000
40.- <i>Pelexia gutturosa</i>	BTS 200-800
41.- <i>Platythelys vaginata</i>	BMM 800-1400
42.- <i>Pleurothallis angustifolia</i>	BMM 800-1400
43.- <i>Ponthieva ephippium</i>	BPE 1400-2000
44.- <i>Ponthieva racemosa</i>	BMM 800-1400
45.- <i>Ponthieva schaffneri</i>	BMM 800-1400
46.- <i>Prescottia tubulosa</i>	BMM 800-1400
47.- <i>Prosthechea cochleata</i> (<i>Encyclia cochleata</i>)	BTS - BPE 200-2000
48.- <i>Prosthechea livida</i> (<i>Encyclia livida</i>)	BTS 200-800
49.- <i>Prosthechea varicosa</i> subsp. <i>varicosa</i> (<i>Encyclia varicosa</i>)	BPE 1400-2000
50.- <i>Restrepiella ophiocephala</i>	BMM 800-1400
51.- <i>Sacoila lanceolata</i>	BMM 800-1400

52.- <i>Sarcoglottis sceptrodes</i>	BTS 200-800
53.- <i>Sarcoglottis schaffneri</i> (<i>Spiranthes schaffneri</i>)	BMM 800-1400
54.- <i>Deireine eriophora</i> (<i>Spiranthes eriophora</i>)	BPE 1400-2000
55.- <i>Stanhopea tigrina</i>	BMM 800-1400
56.- <i>Stelis quadrifida</i> (<i>Pleurothallis racemiflora</i>)	BMM 800-1400
57.- <i>Trichocentrum ascendens</i> (<i>Oncidium ascendens</i>)	BTS 200-800
58.- <i>Trichocentrum cebolleta</i> (<i>Oncidium cebolleta</i>)	BTS 200-800
59.- <i>Trichocentrum cosymbephorum</i> (<i>O. cosymbephorum</i>)	BTS 200-800
60.- <i>Triphora trianthophora</i>	BMM 800-1400
61.- <i>Tropidia polystachya</i>	Desconocido
62.- <i>Zeuxine strateumatica</i>	BMM 800-1400

Nota: Los nombres entre paréntesis indican sinónimos y/o nomenclatura anterior.

22. Diversidad florística y endemismos

Luis G. Hernández Sandoval¹, Jacinto Treviño Carreón¹,
Arturo Mora-Olivo² y Mahinda Martínez y Díaz¹

¹Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro,
Centro Universitario, Querétaro, 76000 MÉXICO
Tel y Fax (42)15-47-77 Ext. 172

² Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Blvd. A. López Mateos 928. 87040. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO.

Abstract

The Biosphere Reserve "El Cielo" (RBC) in Tamaulipas, Mexico occupies a large portion of the Sierra Madre Oriental (144,530 ha). Because of the geological and geographical complexity present in this area, we can find diverse microhabitats with high numbers of holartic, neotropical and endogenous species. The updated knowledge of the species in El Cielo is basic to preserve the habitat and species diversity. In the present study, plant species richness and level of endemism at the RBC were assessed, at 12 permanent sites. Factors such as altitude, temperature and precipitation were correlated with local diversity at each site. To obtain the species list, systematic and intensive collections were done using minimum sample areas per site. We found 581 species from 342 genera and 108 families, representing ca. 70% of the total RBC flora. Out of the total, 26 species were found to be endemic to the RBC, 13 additional species endemic to larger natural regions, but still present within the study area, and 20 under conservation status. The sites with higher diversity belong to tropical deciduous and semi-deciduous forests, while the sites with higher species/area indices belong to cloud and pine-oak ecotone forests. The variation in species diversity in the sampled sites seem to respond first, to temperature, and then to topography and humidity.

Introducción

La Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC) en Tamaulipas, México, representa una gran porción de la Sierra Madre Oriental (144,530.5 ha). En esta área, por su historia natural, que involucra fenómenos geológicos y geográficos (latitudinales y climáticos), se han formado una diversidad de microhabitats que albergan un gran número de especies ya sea con afinidades Holárticas, Neotropicales o bien que han evolucionado *in situ*.

El inventario de especies en un área conservada es un requisito indispensable para estudios futuros, por lo que este trabajo registró tanto la riqueza vegetal como el grado de endemismo en la RBC.

Adicionalmente, se generó un mapa de la zona para ubicar doce sitios permanentes de trabajo de acuerdo a los tipos de vegetación, tratando de detectar factores ambientales (i.e. área, altitud, temperatura y precipitación) que se correlacionen con la riqueza florística de cada sitio.

El inventario se alcanzó mediante colectas intensivas en los sitios permanentes y con áreas mínimas de muestreo determinadas por el método de cuadrantes incluidos, únicamente para la flora terrestre. En total se encontraron solamente en los sitios muestreadas 581 especies, 342 géneros y 108 familias, que representa cerca del 70% de la flora de El Cielo. Del total de especies, 26 son endémicas a la RBC, 13 son endémicas a regiones naturales con mayor extensión pero relacionadas a la RBC y 20 se consideran vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción. Los sitios con mayor diversidad corresponden bosques tropicales subcaducifolios y caducifolios y la variación en riqueza parece responder al comportamiento de la temperatura.

Los estudios de biodiversidad en el mundo han cobrado una importancia de gran magnitud. Aunque en el medio científico ha sido un tema de interés constante, tanto gobiernos como instituciones privadas y académicas, reconocen actualmente en la biodiversidad un patrimonio de la humanidad que se pierde con rapidez (Myers 1988, Lugo 1988, R. Dirzo *com. pers.*).

Con respecto a la diversidad florística mundial, por su importancia, los estudios se han concentrado principalmente en las zonas tropicales en comparación con las extratropicales (Gentry 1982, 1988). Las investigaciones sobre diversidad y endemismo de la flora en México han sido discutidos por Rzedowski (1992, 1993), Toledo (1988) y Toledo y Ordóñez (1993). Estos autores coinciden en que la riqueza florística de México es mayor que la de los Estados Unidos y Canadá juntos e igualmente mayor de lo que se esperaba.

El número de especies de plantas en México estimado (25,000-30,000) por Rzedowski (1993) parece acercarse más a la realidad, sin embargo el tema aún está en discusión.

Para Tamaulipas no se tienen estimaciones concretas. González (1972) considera que la región Tamaulipeca contiene entre 6,000-6,500 especies, mientras que Rzedowski (1993) calcula cerca de 5,000 especies para el noreste de México. Aunque Tamaulipas no es el estado con mayor diversidad en México, para las condiciones geográficas y ecológicas que presenta, las cifras sobre el número de especies de plantas es considerable.

Toledo y Ordóñez (1993) muestran que para 1989, cerca del 40% de la vegetación natural en Tamaulipas se había cambiado por actividades agrícolas, pecuarias o forestales. La necesidad de proteger áreas naturales en el Estado es evidente. Con el decreto estatal en 1985 para la conservación del área asignada como Reserva de la Biosfera "El Cielo" (de aquí en adelante se denominará El Cielo o RBC), se abrieron numerosas oportunidades para el estudio de la diversidad biológica en la región.

Sánchez-Ramos *et al.* (1990), la describen como una porción de la Sierra Madre Oriental (SMO) con altitudes entre 300-2,100 m snm, formada por varias serranías constituidas en su mayor parte por calizas del Cretácico inferior. Sosa (1987) menciona que El Cielo y su área de influencia se localizan en una región donde convergen cuatro provincias florísticas: i) la SMO, ii) la Costa del Golfo de México, iii) la Planicie Costera del Noreste, y iv) la Altiplanicie.

Las investigaciones sobre vegetación y fitogeografía coinciden en que el área representa los límites sur y norte respectivamente, de los reinos Holártico y Neotropical, confirniéndole una diversidad de gran interés biológico. Los trabajos, según el tipo de estudio para El Cielo son: a) descripción de la vegetación en general, Martín (1958), Puig (1976); b) bosques tropicales, Valiente (1984); c) bosque mesófilo de montaña o caducifolio, Sharp *et al.* (1950), Hernández X. *et al.* (1951), Puig y Bracho (1987), Puig (1989), Breceda y Reyes (1990); y d) matorral xerófilo, Suzán y Fragoso (1989).

El único estudio de corte netamente florístico es el de Johnson *et al.* (1989) para la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, en el que se incluyen 743 especies predominantemente de las zonas tropicales y templadas, con nueve taxa endémicos. Es evidente que la zona que ha recibido mayor atención en cuanto a investigación, es el bosque mesófilo de montaña.

Con respecto a los grupos taxonómicos de plantas vasculares se tenían los siguientes antecedentes:

1. **Pteridofitas:** Riba (1993) menciona sólo diez especies para todo el Estado. Sin embargo, Lof (1980) registra 42 especies en el bosque mesófilo de montaña y Johnston *et al.* (1989) elevan el número de especies a 74 para a la Sierra de Guatemala.
2. **Gimnospermas:** se han registrado 14 especies de las cuales tres pertenecen a los pinos (Johnston *et al.* 1989). Según la literatura (Perry 1991) y la revisión de herbario, se considera que hay al menos seis especies de pinos.
3. **Monocotiledóneas:** Johnston *et al.* (1989) encuentran 18 familias con 103 especies y en los análisis preliminares de herbario (UAT, MEXU, TEX), se han registrado 70 especies de 10 familias excluyendo Poaceae (Gramineae) y Cyperaceae.
4. **Dicotiledóneas:** se estima que la diversidad registrada por 547 especies en 102 familias aumentará al menos en un 30%. Los estudios preliminares de herbario indican un número de 190 especies en 44 familias. Para la familia Fagaceae, Nixon (1993) considera que una de las zonas de mayor riqueza en especies de *Quercus* (encinos) es la SMO, mencionando "... pueden llegar a conocerse más especies con colectas intensivas al sur de Tamaulipas, donde la diversidad de hábitats puede abrigar especies endémicas así como poblaciones de especies aún no reportadas y que son más comunes al sur de la SMO..." Entre otros grupos por analizar se encuentra la familia Asteraceae (Compositae), de las cuales Nesom (*com. pers.*) calcula que se encontrarán más de 100 especies en El Cielo (Johnston *et al.* 1989 registran 71 especies).

La base para entender los procesos biológicos es la detección de patrones (Rosenzweig 1995). Con la información previa, se consideró que se tenían las bases para llevar a cabo un estudio que evaluara la diversidad florística de esta región, no solo como un listado, sino de acuerdo a la detección inicial de patrones y que se pudiera investigar con mayor profundidad otras comunidades adicionales al bosque mesófilo de montaña.

Objetivos

1. Conocer la diversidad florística (tomada en este trabajo como riqueza de especies) de los

diferentes ambientes de la Reserva de la Biosfera El Cielo.

2. Detectar patrones de similitud entre las diferentes comunidades vegetales y de diversidad de acuerdo a la riqueza de cada sitio en relación a factores ambientales (área, altitud, temperatura y precipitación).
3. Detectar si existen patrones de endemismo.
4. Registrar especies vulnerables, amenazadas y en peligro de extinción.

Metodología

Para alcanzar los objetivos, y con el fin de encontrar un número representativo de la diversidad vegetal de acuerdo a la heterogeneidad fisiográfica, de vegetación y por ende florística, se propusieron 12 sitios permanentes de muestreo, estratificadamente al azar. Para cada uno se determinó su localidad exacta (latitud, longitud, altitud) con un geoposicionador Ensign 17737-12, topografía, tipo de vegetación, temperatura media y precipitación anual, así como datos históricos por bibliografía o por informantes locales. En cada sitio se determinaron áreas mínimas de muestreo, observando la acumulación de especies mediante el método de cuadrantes incluidos (Kershaw 1980, Barbour *et al.* 1987). Para la vegetación riparia o de cañadas se utilizó el método de Patten (H. Suzán *com. pers.*), definiendo áreas por medio de cuadrantes de 10 x 25 m, comparando las especies en cuadrantes del mismo tamaño, localizados a 40 m, perpendiculares al río. Para conocer la riqueza se realizó un inventario florístico, colectando todas las especies dentro de los cuadrantes en forma sistemática. Se obtuvo un promedio de cinco duplicados por individuo, depositando el primer juego en el Herbario UAT y los duplicados en Herbarios nacionales MEXU, ENCB, XAL, IEB e internacionales TEX y MO. La detección de patrones de similitud entre comunidades se llevó a cabo mediante un análisis jerárquico de conglomerados, utilizando el programa estadístico JMP versión 3.2.2. Mientras que los de riqueza en relación a factores ambientales (tamaño de área, altitud, temperatura media y precipitación anual), se determinaron generando modelos de correlación en el mismo programa estadístico. El endemismo se estimó en forma directa, detectando especies cuya distribución estuviera restringida a la RBC o a regiones naturales asociadas, cotejando esta información con la literatura especializada.

Se determinaron las áreas o comunidades, familias y géneros con mayor número de especies endémicas. Finalmente, se generó una lista con las

especies vulnerables, amenazadas y en peligro de extinción, que sirvan como base para ofrecer alternativas de conservación y manejo de estas especies o comunidades.

Sitios permanentes de muestreo (Fig. 1)

1. Casa de Piedra. Mpio. Gómez Farías, 23° 04' N, 99° 13' W, 1,560 m snm, temperatura media 13.8°C, precipitación anual de 2,500 mm, mezcla de bosque mesófilo y pinos. En los alrededores se desarrollaron actividades de extracción de madera y recientemente de pastoreo y recreación. Sin embargo, para el sitio no se tienen datos de actividades específicas y se observa poca perturbación evidente. Naturalmente lo cruza un arroyo intermitente.

2. Joya Oscura. Mpio. Gómez Farías, 23° 00' N, 99° 13' W, 1,100 m snm, temperatura media 12.5°C, precipitación anual de 2,500 mm, bosque tropical subcaducifolio. Sitio conservado, con un dosel cerrado formado por árboles muy viejos, sotobosque presente casi sin estrato intermedio de arbustos o árboles medianos, sin información histórica de actividades humanas intensivas.

3. Puerto Las Palomas. Mpio. Gómez Farías, 23° 02' N, 99° 16' W, 1,750 m snm, temperatura media 13°C, precipitación anual de 850 mm, mezcla de bosque de pino-encino con mesófilo. Este lugar tiene entre 25-30 años de recuperación, ya que fue sujeto a explotación maderable intensa en la década de los 50's.

4. Cedros I. Mpio. Gómez Farías, 2 km al E de la Cabecera Municipal: 23° 03' N, 99° 09' W, 300 m snm, temperatura media 22.8°C, precipitación anual de 1,852 mm, bosque tropical caducifolio sobre afloramiento de calizas. Ladera oeste. Sitio, al igual que el siguiente, localizados en los terrenos de la Estación Biológica Cedros. Las alteraciones naturales de caída de árboles en estos terrenos parecen tener un efecto de importancia.

5. Cedros II. Mpio. Gómez Farías, 2 km al E de la Cabecera Municipal: 23° 03' N, 99° 09' W, 350 m snm, temperatura media 22°C, precipitación anual de 1,852 mm, bosque tropical subcaducifolio sobre rocas calizas con procesos cársticos. Ladera SW. La particularidad del substrato cárstico hace que el sitio contenga una alta heterogeneidad espacial.

6. Canoas. Mpio. Jaumave, 8 km al NW de El Julillo: 23° 11' N, 99° 16' W, 1,900 m snm, temperatura media 16°C, precipitación anual de 1,200 mm, bosque de pino-encino. Sitios rocosos que quedaron aislados de la extracción de madera.

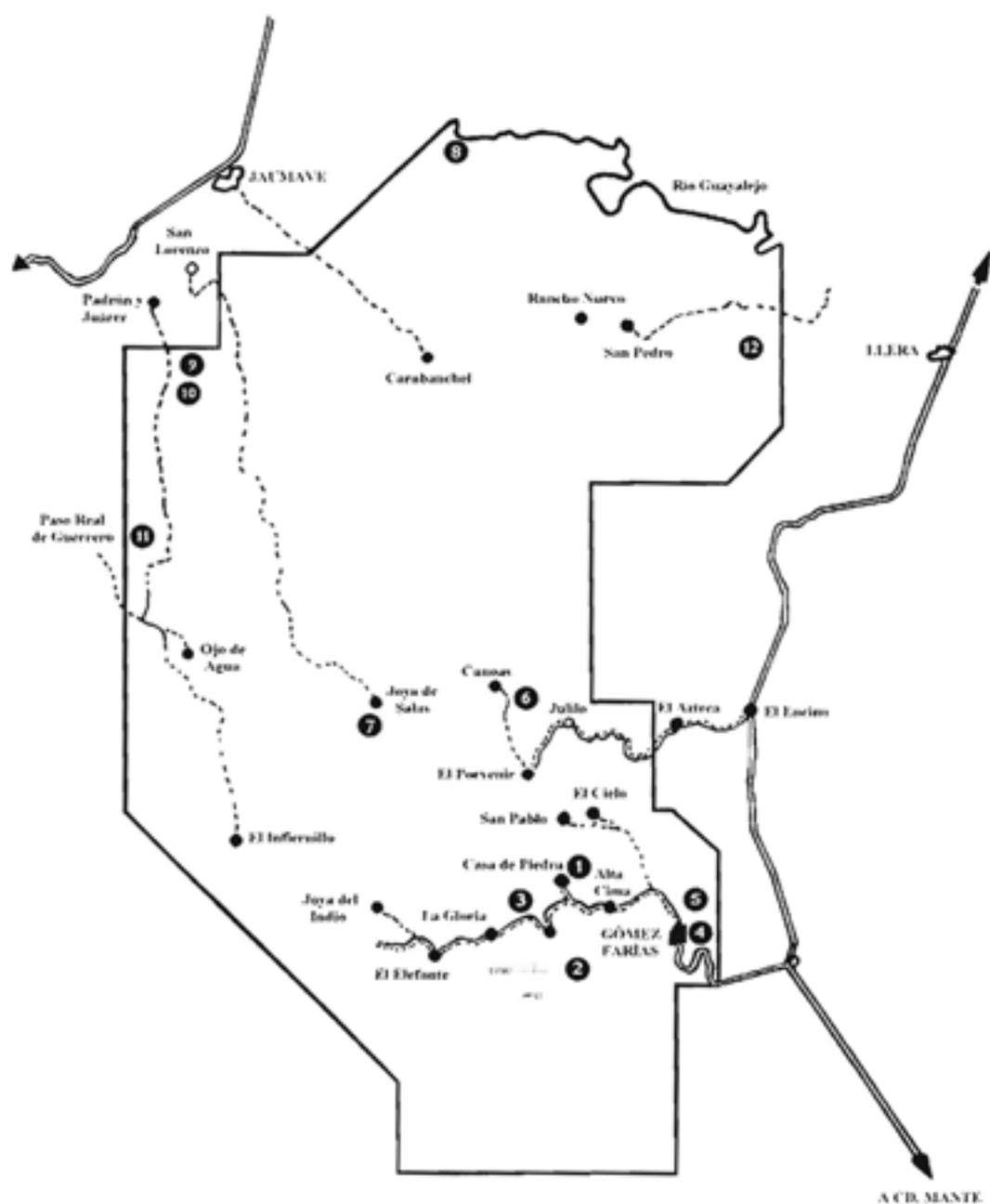


Figura 1. En este mapa se muestran las principales localidades de la Reserva de la Biosfera El Cielo, así como los 12 sitios permanentes de muestreo. Para su descripción ver texto.

7. Joya de Salas. Mpio. Jaumave, 1 km al E de Joya de Salas: 23° 10' N, 99° 18' W, 2,200 m snm, temperatura media 12°C, precipitación anual de 850 mm, mezcla de encinar arbustivo con pastizales. Este es el sitio muestreado con mayor elevación y representa el parteaguas de la Sierra de Guatemala.

8. Los Nogales. Mpio. Jaumave, 20 km al NE de la Cabecera Municipal: 23° 25' N, 99° 16' W, 700 m snm, temperatura media 20°C, precipitación anual de 700 mm, mezcla de matorral alto subinermes con bosque tropical caducifolio. Extremo noroeste de la RBC, en cañada, notable por la presencia de especies tropicales en lugares dominados por la zona árida Tamaulipeca.

9. Padrón y Juárez. Mpio. Jaumave, 4 km al S de Padrón y Juárez: 23° 18' N, 99° 25' W, 900 m snm, temperatura media de 16°C, precipitación anual de 600 mm, matorral espinoso con rosetófilos. Zona seca de la RBC en lugares planos del Valle de Jaumave, reconocido por su alto grado de endemismo de cactáceas.

10. Cañada. Mpio. Jaumave, 4.5 km al S de Padrón y Juárez: 23° 18' N, 99° 25' W, 900 m snm, temperatura media 15.5°C, precipitación anual de 600 mm, matorral alto subinermes con matorral espinoso. Variantes del matorral espinoso causadas por humedad en cañadas, encontrando un mosaico de especies afines a zonas áridas y tropicales.

11. Paso Real. Mpio. Jaumave, 20 km al S de la Cabecera Municipal: 23° 11' N, 99° 26' W, 1,900 m snm, temperatura media 12.5°C, precipitación anual de 800 mm, bosque de pinos. Sitio con poca alteración humana debido quizá a las condiciones relativas de climas secos.

12. Los Olmos. Mpio. Llera, 6.5 km al W de San Ramón: 23° 19', 99° 04' W, 300 m snm, temperatura media 21°C, precipitación anual de 1,000 mm, transición de bosque tropical caducifolio con matorral alto subinermes. Estrictamente al este de la Sierra de Guatemala, en los límites de la Provincia Biótica Tamaulipeca.

Diversidad florística

Durante el estudio se encontraron 581 especies, 342 géneros y 108 familias en los sitios permanentes de muestreo. De éstas, 36 especies pertenecen a Pteridofitas y grupos inferiores, ocho a Gimnospermas, 430 a Dicotiledóneas, 91 a Monocotiledóneas y 17 indeterminadas.

En particular para cada tipo de vegetación, los bosques tropical caducifolio y subcaducifolio, así como el mesófilo, son los más diversos. Sin

embargo, debe considerarse que los muestreos para definir las áreas mínimas de estudio, fueron definidos al azar y no entraron especies como *Acer skutchii*, *Fagus mexicanus* u otras distintivas de la RBC. Además, dichos muestreos sufrieron efectos tanto por la topografía del terreno como por la estacionalidad. La época del año es determinante, ya que al muestrear periódicamente la misma área, se encontraron más especies en estaciones favorables. En el sitio Casa de Piedra se muestreó antes y después de un temporal de lluvias, registrando siete especies adicionales. Desde el punto de vista florístico, las familias más diversas en los sitios de muestreo fueron Fabaceae con 51 especies, Asteraceae con 36, Euphorbiaceae 32, Polypodiaceae 27, Poaceae 24 y Cactaceae 21. Las familias que presentaron entre 10 y 15 especies fueron, Solanaceae 15, Bromeliaceae y Rubiaceae 14, Orchidaceae 13, Acanthaceae y Verbenaceae 12, Fagaceae y Asclepiadaceae 11 (Fig. 2). Por otro lado, se encontraron 33 familias con sólo una especie (Anexo 1).

Curvas de especies/áreas

La información de especies por área mínima de muestreo se obtuvo mediante colectas intensivas en cuadrantes incluidos, iniciando en cuadros de 5 x 5 m y aumentando 5 m² por lado en cada cuadrante (Barbour *et al.* 1987). La saturación de especies varió de 53 hasta 99 en cuadrantes de 30 x 30 a 45 x 45 m (Fig. 3). Con esta información se pueden generar índices de especies/área por sitio de muestreo. Así, en el Cuadro 1 se observa que a pesar de que el sitio Cedros II es el más rico con 99 especies, seguido por Cedros I con 97 spp., y Los Nogales con 90 spp. (todas del BTC), los sitios con mayores índices de especies/área son Canoas con 0.82 spp/m², Casa de Piedra con 0.77 spp/m² y Paso Real con 0.76 spp/m² de bosques mesófilos y de transición con encinos y pinos.

Patrones de diversidad florística

Estos patrones se detectaron mediante la similitud florística entre los diferentes sitios muestreados, correlacionando la variación de la riqueza con el comportamiento de los siguientes parámetros ambientales: área, altitud, temperatura media y precipitación. Para obtener la similitud, se generó una matriz de especies por sitio a partir del listado florístico (Anexo 1), mientras que el Cuadro 1 muestra los patrones ambientales propios del estudio.

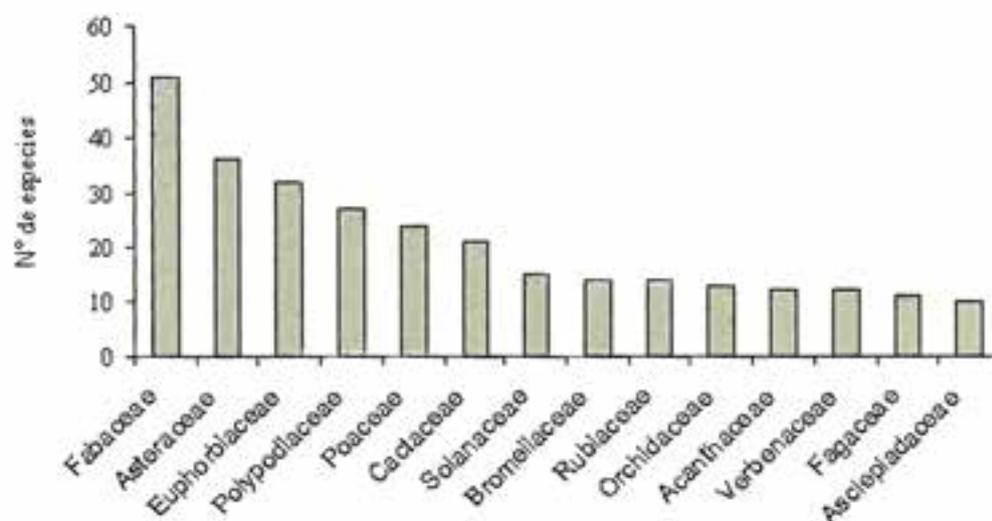


Figura 2. Gráfica de las familias más diversas, presentes en los sitios de muestreo con al menos 11 especies.

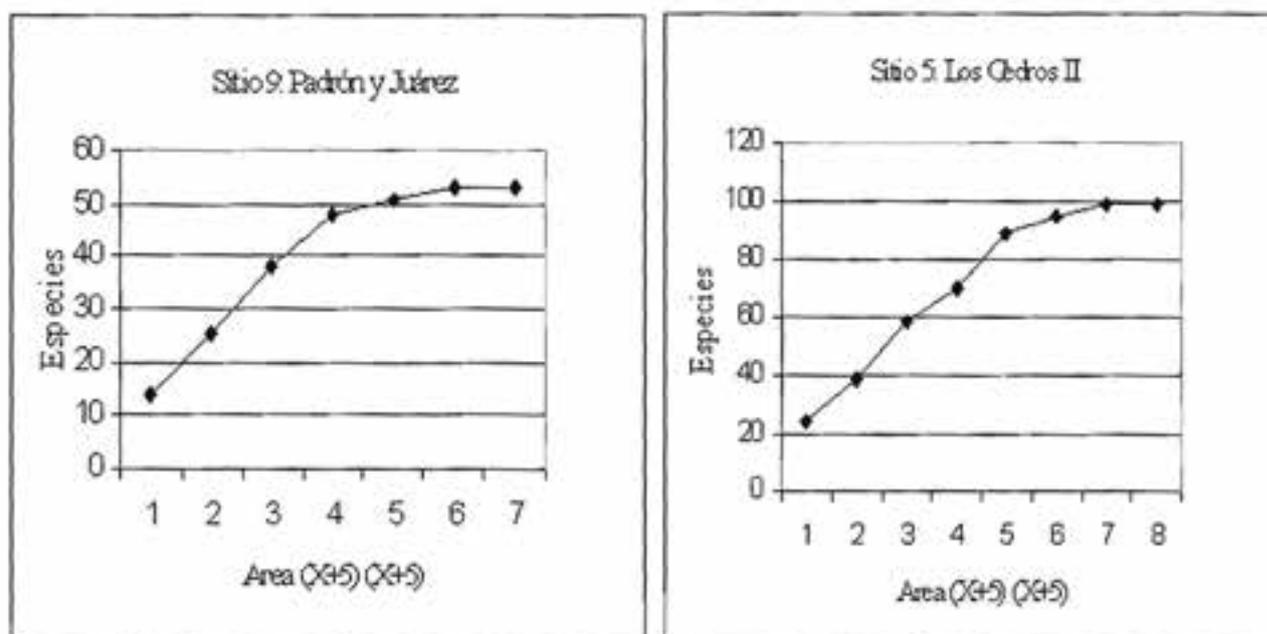


Figura 3. Ejemplos de diversidad mínima y máxima en los sitios de muestreo. En la gráfica de la izquierda se observa que la curva de acumulación se estabiliza con 53 especies a los 900m², mientras que la de la derecha lo hace con 99 especies a los 1600 m².

Cuadro 1. Especies y áreas en cada sitio de muestreo, incluyendo índices de número de especies por metro cuadrado, altitud, temperatura media anual, precipitación anual y tipos de vegetación.

Sitios	No spp.	Área (m)	Spp/m ²	Alt (m)	T(°C)	Pptn. (mm)	Veg.
5. Cedros II	99	45X45	0.048	350	22.0	1855	BTSCK
4. Cedros I	97	40X40	0.060	300	22.8	1852	BTC
8. Los Nogales	90	35X35	0.073	700	20.0	700	BTC-MAS
12. Los Olmos	76	35X35	0.062	300	21.0	1000	BTC
6. Canoas	74	30X30	0.082	1900	16.0	1200	BM-BEP
1. Casa de Piedra	70	30X30	0.077	1560	13.8	2550	BM
11. Paso Real	69	30X30	0.076	1900	12.5	800	BP
3. Las Palomas	63	35X35	0.051	1750	13.0	850	BPE
2. Joya Oscura	57	30X30	0.063	1100	12.5	2500	BTS
7. Joya de Salas	57	35X35	0.046	2200	12.0	850	EA (CH)
10. Cañada	54	35X35	0.044	890	16.0	600	ME-MA
9. Padrón y Juárez	53	35X35	0.043	900	15.5	600	ME

BTC: Bosque tropical caducifolio; **BTSCK:** Bosque tropical subcaducifolio sobre carst; **BTS:** Bosque tropical subcaducifolio; **BM:** Bosque mesófilo; **BE:** Bosque de encino; **BP:** Bosque de pino; **BPE:** Bosque de pino encino; **BEP:** Bosque de encino-pino; **MA:** Matorral alto subinermes; **ME:** Matorral espinoso; **EA:** Encinar arbustivo (**CH:** Chaparral). En negritas los sitios con índices de spp./área altos.

Similitud entre sitios

Con base en la matriz de datos (ausencia-presencia) de especies/sitio, se obtuvo un dendrograma a partir del Método de Conglomerados Jerárquicos (promedios), donde se observa la similitud de los diferentes sitios de muestreo (**Fig. 4**). En este se pueden definir tres grupos que muestran la transición de las comunidades templadas a las semiáridas y tropicales. El primero, asocia a los bosques templados (mesófilo: sitios 1 y 2, de encino-pino: sitio 3, de encino: sitio 6, de *Juniperus*-pino: sitio 7, de pinos: sitio 11), sin encontrar un patrón que los pueda diferenciar. El segundo asocia a las localidades subtropicales y semiáridas (matorral espinoso: sitio 9, alto subinermes en cañada: sitio 10, bosque tropical caducifolio en cañada rodeado de matorral espinoso y subinermes: sitio 8, bosque tropical caducifolio en transición con los matorrales de la Provincia Biótica Tamaulipeca: sitio 12). Finalmente, el tercero contiene a las comunidades de afinidad eminentemente tropical con bosques tropicales caducifolios: sitio 4 y subcaducifolios sobre calizas con procesos cársticos: sitio 5.

Patrones ambientales

Igualmente, utilizando el programa JMP, se buscaron tendencias de correlación entre la diversidad y los factores ambientales presentes en los sitios de muestreo mediante modelos estadísticos. Al analizar los modelos de especies/área, especies/altitud y especies/precipitación, ninguno resultó significativo. Sin embargo, en la correlación de especies/temperatura media, la prueba de *F* mostró que el modelo es significativo ($F= 0.001$) y que explica cerca del 70% de la variación ($r^2= 0.68$) (**Fig. 5**).

Los sitios 9 y 10 se observan como "outliers", esperando que por su temperatura media tuvieran más especies, sin embargo, parece que la aridez juega un papel limitante en estas comunidades.

Igualmente, la influencia de la topografía es clara, específicamente en el sitio 8 Los Nogales, donde se muestreo en un cañón rodeado de comunidades de matorrales, se presenta un bosque tropical caducifolio con alta diversidad de especies. Esto sugiere que aunque la temperatura explicó mejor la variación de la diversidad en la RBC, este no es el único factor determinante.

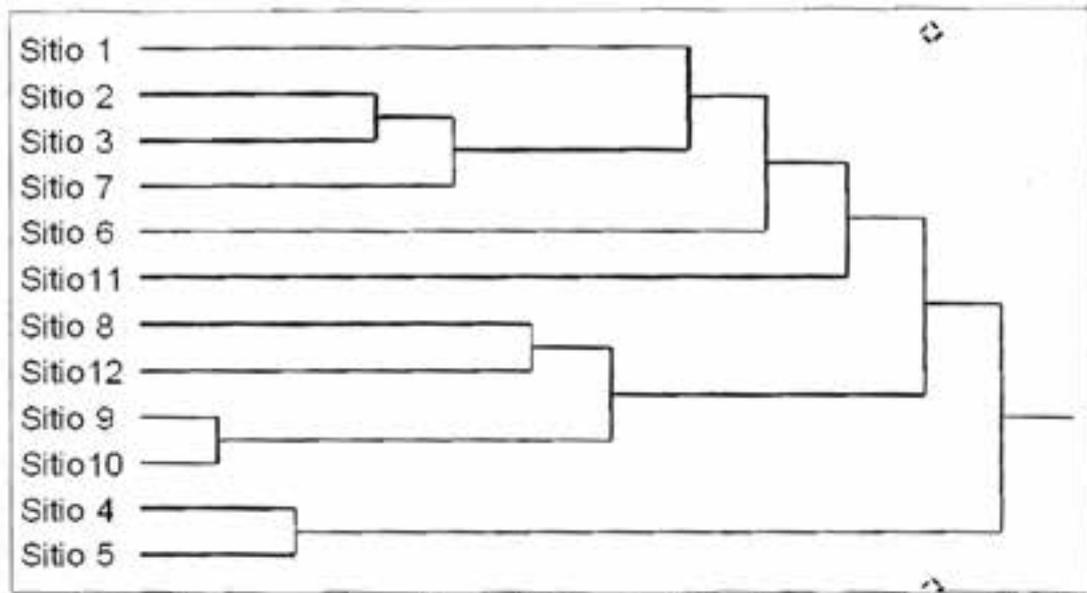


Figura 4. Dendrograma mostrando la similitud entre diferentes comunidades de la RBC. Se observan tres grupos. En el primero los bosques templados (sitios 1, 2, 3, 7, 6 y 11). En el segundo las comunidades subtropicales y semiáridas (sitios 8, 12, 9 y 10). En el tercero los bosques tropicales (sitios 4 y 5)

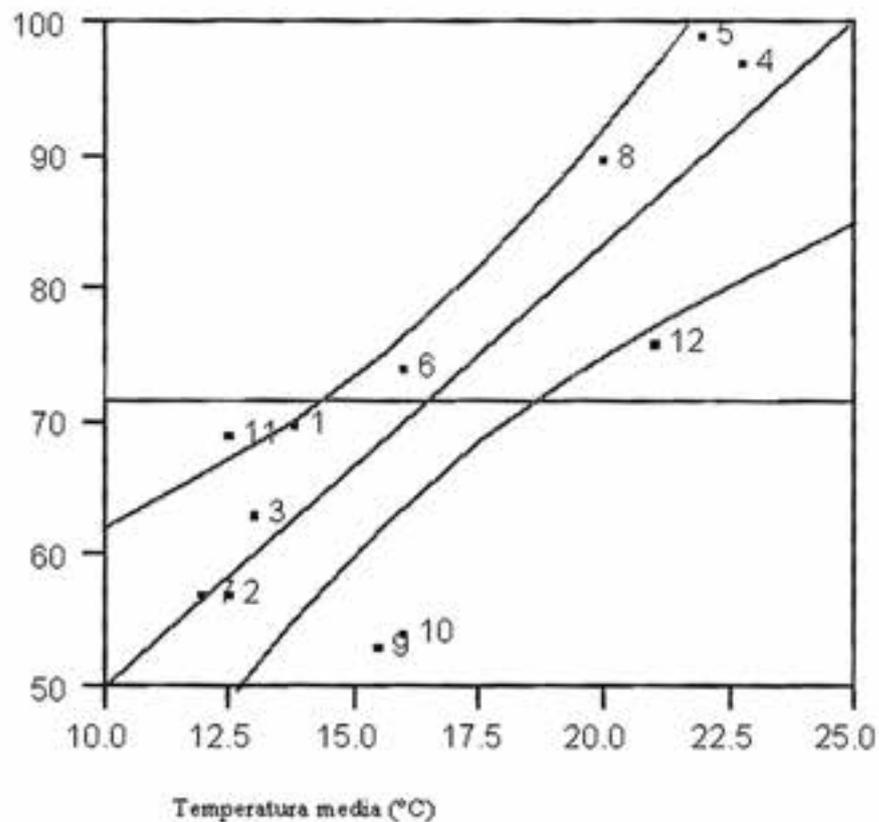


Figura 5. Correlación entre el número de especies (eje Y) con relación a la temperatura media de cada sitio. El modelo resultó significativo con $F= 0.001$ y puede explicar cerca del 70% de la variación ($R^2= 0.68$). Los puntos 9 y 10 quedan fuera al parecer por efectos asociados de aridez.

Endemismo

Según Major (1988), los taxa endémicos son aquellos que están confinados a un área en particular, debido a procesos históricos, ecológicos o fisiológicos. Para este estudio, se considera endémicos a aquellos taxa confinados al área de la RBC. Al momento, el único nivel taxonómico encontrado es de especies y la edad del endemismo por especie tendrá que ser determinada con análisis posteriores.

Siguiendo a Rzedowski (1993), se esperaría encontrar el mayor número de elementos endémicos en las zonas de matorrales xerófilos y de bosque mesófilo. Para la RBC se registraron 26 especies endémicas con las limitaciones de su correcta identificación.

Especies consideradas endémicas

Bosque mesófilo (14 spp.): *Acalypha tamaulipensis* Lundell (Euphorbiaceae), *Carex asynchrona* Naczi (Cyperaceae), *Carex caeligena* Reznicek (Cyperaceae), *Carex fructus* Reznicek (Cyperaceae), *Cyperus reticulatus* Reznicek (Cyperaceae), *Diospyros riojae* (Ebenaceae), *Encyclia mariae* (Ames) Hoehne, *Erigeron cieloensis* Nesom, *Eupatorium tamaulipanum* B.L. Turner (Asteraceae), *Magnolia tamaulipana* Vázquez (Magnoliaceae), *Pinguicula coelestis* (Lentibulariaceae), *Malaxis ehrebergii* (Reichb.) Kuntze (Orchidaceae), *Peperomia* sp. nov. (Piperaceae) y *Phylanthus barbarae* M.C. Johnston 1986 (Euphorbiaceae).

Bosque tropical caducifolio (7): *Abutilon procerum* Fryxell (Malvaceae), *Alophia* sp. nov. (Iridaceae), *Eupatorium richardsonii* B.L. Turner (Asteraceae), *Louteridium tamaulipense* Richardson (Acanthaceae), *Macromeria alba* Nesom (Boraginaceae), *Struthantus* sp. nov. (Loranthaceae) y *Verbesina richardsonii* B.L. Turner (Asteraceae).

Bosque de encino (2): *Comarostaphylos sharpii* Dorr. & Diggs (Ericaceae) y *Schoenocaulon plumosum* Frame (Melanthiaceae).

Bosque de encino-pino (2): *Omphalodes richardsonii* Nesom (Boraginaceae) y *Physalis* sp. nov. (Solanaceae).

Bosque de pino-encino (1): *Manfreda* sp. (Agavaceae).

Por lo que el grado de endemismo de acuerdo a cada tipo de vegetación es como sigue: Bosque mesófilo 53.8%, Bosque tropical caducifolio 26.9%, Bosque de encino 7.7%, Bosque de encino-

pino 7.7%, Bosque de pino-encino 3.8%. Es evidente que el mayor grado de endemismo registrado se encuentra en los bosques templados de pino, encino y en particular en el mesófilo.

Debe resaltarse que hay pocos estudios florísticos de referencia para la parte semiárida de la RBC y que el área de mayor endemismo en esta zona es el Valle de Jaumave, que está fuera del área protegida. Por otro lado, se registraron 13 especies endémicas a regiones mayores, pero presentes en la RBC, estas son:

Sierra Madre Oriental:

Acalypha dioica (Euphorbiaceae)
Calibanus hookerii (Nolinaceae)
Canavalia septentrionalis (Fabaceae)
Cnidoscolus rotundifolius (Euphorbiaceae)
Nolina nelsoni (Nolinaceae)
Taxus globosa (Taxaceae)

Provincia Biótica Tamaulipeca:

Euphorbia johnstoni (Euphorbiaceae)

Región de la Huasteca:

Beaucarnea inermis (Nolinaceae)
Euphorbia schlechtendalii (Euphorbiaceae)
Neobuxbaumia euphorbioides (Cactaceae)

Valle de Jaumave:

Ariocarpus trigonus (Cactaceae)
Mamillaria baumi (Cactaceae)
Mamillaria carmenae (Cactaceae)
Neobuxbaumia euphorbioides (Cactaceae)

El grado de endemismos en la RBC, con respecto al total de especies registrado es de 4.5% y de 6.7% adicionando las especies endémicas a regiones asociadas. En general estas cifras no son grandes, sin embargo los números estimados parecen tener un sesgo hacia las áreas y grupos de plantas más estudiadas. Es posible que al tener la información completa en un futuro cercano, se pueda tener una idea más clara de los procesos de endemismos presentes en la RBC.

Debido a la importancia que ha cobrado en la actualidad la protección ambiental, adicionalmente al endemismo, se incluye una lista de 23 especies consideradas como vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción con base en la lista de Malda (1990) y Martínez y Jiménez (1993) y datos de campo. En la lista florística del anexo se pueden identificar con una **V** las vulnerables, **A** las amenazadas y **E** las que están en peligro de extinción.

Desafortunadamente, varias de estas especies no se encontraron durante este estudio. Esto aporta un indicio de los efectos que generan las actividades humanas en ciertas áreas naturales. Se espera entonces que, con la protección de la RBC represente en un futuro una zona donde los procesos biológicos aún puedan seguir su curso natural.

Literatura citada

- Barbour, M., V. Burk y W. Pitto. 1987. *Terrestrial plant ecology*. Benjamin Cummings Publ. California. 634 p.
- Breceda, A. y G. Reyes. 1990. Composición florística de la vegetación secundaria inducida por actividades agrícolas en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera 'El Cielo,' Tamaulipas, México. *Biotam* 2: 30-41.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.* 15: 1-84.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographic gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75 1-34.
- González, F. 1972. La vegetación del nordeste de Tamaulipas. *Ann. Inst. Biología, UNAM, Ser. Bot.* 43:11-50.
- Hernández-Xolocotzi, E., H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 78:458-463.
- Johnston, M. C. 1986. *Phyllanthus barbarae* (Euphorbiaceae), New Species from Southwestern Tamaulipas, Mexico. *Systematic Botany* 11:35-38.
- Johnston, M. C., K. Nixon, G. L. Nesom y M. Martínez. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas de la Sierra de Guatemala, Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Biotam* 1: 21-33.
- Lof, L. V. 1980. *The Ferns of the Rancho del Cielo Region*. Masters Thesis. Pan Am University. Brownsville, Texas.
- Lugo, A. E., 1988. The future of the forest - ecosystem rehabilitation in the tropics. *Environment*. 30:16-20, 41-45
- Malda, G. 1990. Plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas. *Biotam* 2(2):55-61.
- Martin, P. S. 1958. A biogeography of reptiles and amphibians in the Gómez Farias region of Tamaulipas, Mexico. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan*. 102 p.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests. *Environmentalist* 8: 187-208.
- Nixon, K. 1993. The genus *Quercus* in Mexico in *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa eds. p. 447-458. Oxford University Press. New York.
- Perry, J. 1991. *The Pines of Mexico and Central America*. Timber Press. Portland, Oregon.
- Puig, H. 1976. *Vegetation de la Huasteca*, Mexique. Mission Arqueologique et Ethnobiologique Française au Mexique. Collection Etudes Mesoamericaines 5. México. 527 pp.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farias. *Biotam* 1:34-53.
- Puig, H. y R. Bracho (eds.). 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. México: Instituto de Ecología A.C. México. 186 pp.
- Riba, R. 1993. Mexican Pteridophytes: Distribution and Endemism in *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa eds. p. 379-396. Oxford University Press. New York.
- Rosenzweig, M. 1995. *Species Diversity in space and time*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sánchez-Ramos, G., E. González, A. Sepúlveda y H. Zamora. 1990. La Reserva de la Biosfera 'El Cielo,' plan de administración y programa de investigación científica. *Biotam* 2:1-9.
- Sharp, A. J., E. Hernández-Xolocotzi, H. Crum y W. B. Fox. 1950. Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas, México. *Sociedad Botánica de México* 11:1-4.
- Sosa, V. 1987. Generalidades de la región de Gómez Farias in *El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas*. México. H. Puig y R. Bracho eds. p. 1-14. Instituto de Ecología A.C. México.
- Suzán A., H. y C. Fragoso. 1989. "Investigación y conservación en la Reserva de la Biosfera 'El Cielo,' Tamaulipas, México." *Biotam* 1:48-53.
- Toledo, V. and Ordoñez. 1993. The biodiversity scenario of México: a review of terrestrial habitats in *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) p. 757-777. Oxford University Press. New York.
- Valiente B., A. 1984. *Análisis de la Vegetación de Gómez Farias, Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Anexo 1. Especies\sitio. Las especies están organizadas alfabéticamente por familias y por géneros. El número de especies por familia se encuentra entre paréntesis. El sitio donde está presente cada especie se encuentra al final de cada nombre. Finalmente, el estado de conservación de las especies que requieren protección se registra con las siguientes letras: V para las vulnerables, A las amenazadas y E las que están en peligro de extinción.

- ACANTHACEAE (12)**
Elytraria bromoides 12
Henrya insularis 4, 5
Jacobinia incana 8, 12
Justicia fulvicoma 2, 8, 9, 10, 11
Justicia sp. 11, 12
Louteridium tamaulipense 5 **A**
Pseuderanthemum alatum 4, 5, 12
Ruellia nodiflora 12
R. aff. brittoniana 9, 10
Ruellia sp. 11
Tetramerium nervosum 4
Especie desc. 8
- ADIANTACEAE (4)**
Adiantum tricholepis 12
Adiantum sp. 1
Adiantum sp.1 3
Mildella intramarginalis 8
- AGAVACEAE (8)**
Agave celsii 1
Agave funkiana 6, 8, 9
A. lechuguilla 9
A. lophanta 8
A. striata 7
Beschorneria rigida 6
Polianthes sessiliflora 6
Yucca filifera 9
- ALSTROEMERIACEAE (1)**
Bomarea hirtella 7
- AMARANTHACEAE (4)**
Amaranthus aspera 4
Celosia nitida 5, 8, 12
Iresine calea 4, 5
I. palmeri 8, 12
- ANACARDIACEAE (3)**
Rhus aromatica var. *trilobata* 1, 11
R. virens 6, 7, 8, 11
Toxicodendron radicans 2, 6, 11
- ANNONACEAE (1)**
Annona globiflora 4, 5, 8, 12
- ANTHERICACEAE (1)**
Echeandia reflexa 6
- APIACEAE (Umbelliferae) (4)**
Arracacia hemsleyana 6
Eryngium gramineum 7
Hydrocotyle bonariensis 3
Sanicula liberta 2, 3
- APOCYNACEAE (4)**
Macrosiphonia lanuginosa 10
Mandevillea sp. 1
Tabernaemontana alba 8
Thevetia peruviana 4, 5
- ARACEAE (2)**
Arisaema dracontium 1, 11
Syngonium podophyllum 4, 5, 12
- ARECACEAE (Palmae) (4)**
Brahea berlandieri 3, 7
Chamaedorea elegans 2
C. radicalis 1, 4, 5
Sabal mexicana 8
- ASCLEPIADACEAE (11)**
Asclepias curassavica 12
A. linaria 8
A. ovata 7
Cynanchum kunthii 8, 9
Gonolobus fraternus 1
Marsdenia coulteri 1
Matelea lanata 10
M. pleisantha 4, 5, 8
M. reticulata 4
M. velutina 2
Matelea sp. 7
- ASTERACEAE (36)**
Ageratina 10
Baccharis 10
Calyptocarpus vialis 11
Chrysactinia pinnata 8, 9, 10
Cirsium mexicanum 3, 6, 11
Dahlia coccinea 6, 7
Elephantopus spicatus 12
Erigeron cieloensis 1
E. karwinskianus 11
Eupatorium lozanoanum 6
E. aff. malvaefolium 8
E. richardsonii 1 **V**
E. tamaulipanum 1
Flourensia laurifolia 8, 9
Gochnatia hypoleuca 8, 9, 10
Gymnosperma glutinosa 9
Helianthus annuus 7
Parthenium hysterophorus 7
Perymenium ovalifolium 2, 4, 12
Senecio aeschenbornianus 11
S. chenopodioides 12
Senecio (h. grandes) 3, 11
Senecio sp. 1
Senecio sp.1 3
Senecio sp.2 11
Tagetes 11
Verbesina richardsonii 4 **V**
Asteraceae c/botones colgantes 1
Asteraceae peluda c/botones 2
Asteraceae 6
Asteraceae (h. como Ardisia) 6
Asteraceae (h. opuest crasas) 6
Asteraceae (fl. amarilla) 9
Asteraceae 10
Asteraceae* 10
Asteraceae 11
- BASSELLACEAE (1)**
Anredera scandens 4, 5, 12
- BEGONIACEAE (3)**
Begonia heracleifolia 4
Begonia franconis 2
B. aff. incarnata 2
- BERBERIDACEAE (2)**
Berberis gracilis 3
B. hartwegii 3
- BETULACEAE (1)**
Carpinus carolinianus 1, 3
- BIGNONIACEAE (8)**
Amphitecna 4
Arrabidaea pubescens 4
Cydista potosina 5
Macfadyena unguis-cati 4, 5, 12
Pithecoctenium crucigerum 5
Especie desc. 1
Especie desc. 2
- BOMBACACEAE (1)**
Pseudobombax ellipticum 5, 8

BORAGINACEAE (5)

Cordia boissieri 8, 9, 10, 12
Ehretia anacua 12
Heliotropium calcicola 10
Omphalodes richardsonii 6 **V**
Tournefortia 12

BROMELIACEAE (14)

Bromelia pinguin 4
Bromelia (h. gde) 1, 2, 6
Bromelia (hoja derecha) 1, 3
Bromelia? 2
Hechtia glomerata 8, 9, 10
Hechtia sp. 8
Tillandsia ionantha 4, 5, 12 **A**
T. polystachia 4, 5
T. recurvata 8
T. schiedeana 4, 5, 12
T. usneoides 11
Tillandsia 2
Tillandsia 8
Tillandsia (frutos/zig-zag) 10

BURSERACEAE (2)

Bursera fagaroides 8, 9
B. simaruba 4, 5, 8, 12

CACTACEAE (21)

Acanthocereus tetragonus 4, 5, 8, 12
Cephalocereus senilis 8
Coryphanta radians 9
Coryphanta sp. 8, 10
Echinocactus rafaensis 8
Echinocereus pentalophus 8, 10
Echinocereus sp. 10
Ferocactus echidne 9
Mammillaria baumii 10 **V**
M. cf. carmenae 8 **A**
Mammillaria (gde) 8
Neobuxbaumia euphorbioides 5
Nopalea dejecta 4, 5
Opuntia leptocaulis 8
O. lindheimeri 8
Opuntia (lanosa) 8
Opuntia 7
Rhipsalis baccifera 4, 5
Selenicereus spinulosus 5, 12
Selenicereus (gordo) 5
Stenocereus griseus 8

CAPPARIDACEAE (1)

Capparis baducca 4

CARICACEAE (1)

Carica papaya 4, 5

CARYOPHYLLACEAE (1)

Stellaria ovata 6

CELASTRACEAE (2)

Myginda uragoga 4, 5, 8, 12
Wimmeria concolor 8, 12

CLETHRACEAE (1)

Clethra pringlei 1, 2, 3

COMMELINACEAE (6)

Commelina tuberosa 7
Gibasis pellucida 1, 4, 5, 8,
Tradescantia crassifolia 10, 12
T. sillamommtana.1 8
T. zanonii 4
Tradescantia sp. 5

CONNARACEAE (1)

Rourea glabra 4

CONVOLVULACEAE (6)

Dichondra agryrea 11
Evolvulus alsinoides 9
Ipomoea jalapa 12
Ipomoea sp. 5 (**Fig.6**)
Ipomoea sp.1 11
Jaquemontia 5

CORNACEAE (2)

Cornus disciflora 6
C. excelsa 3

CRASSULACEAE (2)

Kalanchoë blossfeldiana 4, 5
Sedum retusum 8

CUCURBITACEAE (5)

Ibervillea 5
Melothria pendula 4, 5, 12
 Bejuco (h. estrellada) 5
 Especie desc. (plántula) 4
 Especie desc. 11

CUPRESSACEAE (1)

Juniperus deppeana 7

CUSCUTACEAE (2)

Cuscuta aff. *corymbosa* 1 9
Cuscuta sp. 7

CYPERACEAE (5)

Carex caeligena 7
Carex (semillas blancas) 11
Carex sp.1 11
Cyperus sp. 1

Cyperus sp.1 2

DIOSCOREACEAE (2)

Dioscorea convolvulacea 1
D. militaris 7

ERICACEAE (1)

Arbutus xalapensis 6

EUPHORBIACEAE (32)

Acalypha arvensis 1
A. radians 9
A. schiedeana 5
A. schlechtendaliana 4, 5, 12
Bernardia myricifolia 9
Cnidioscolus multilobus 4, 5
C. rotundifolius 8
Croton ciliato-glandulifer 8, 12
C. cortesianus 12
C. incanus 9
C. niveus 4, 5, 8, 10
C. torreyanus 8
Dalechampia scandens 8
Drypetes lateriflora 4, 5, 12
Euphorbia antisiphilitica 9
E. cinerascens 9
E. johnstonii 7
E. lasiocarpa 10
E. schlechtendalii 4, 5
E. villifera 2 11
Gymnanthes longipes 5
Phyllanthus adenodiscus 4
P. aff. niruri 11
Savia neurocarpa 9, 10
S. sessiliflora 4, 5, 12
Tragia amblyodonta 9
T. brevispica 7
T. mexicana 8
Tragia 9
Tragia 11
 Euphorbiaceae 1

FABACEAE (51)

Acacia berlandieri 8, 9, 10
A. constricta 11
A. cornigera 12
A. farnesiana 11
A. micrantha 9, 10
A. rigidula 8
Amicia zygomeris 7
Bauhinia divaricata 4, 5 (**Fig.7**)
B. macranthera 7
Caesalpinia mexicana 4, 5, 8, 10, 12
Calliandra houstoniana 5
Canavalia septentrionalis 1 7
Canavalia villosa 5
Cercis canadensis 1

- Coursetia caribaea* 4, 5
Crotalaria incana 6
Dalea greggii 8, 9, 10
Desmodium psilophyllum 11
Desmodium sp. 3
Desmodium (unifol.) 3
Desmodium (peludo) 3
Desmodium sp.1 4
Desmodium sp.2 6
Desmodium sp.3 10
Desmodium sp.4 11
Ebenopsis ebano 12
Enterolobium cyclocarpum 12
Erythrina herbacea 4, 5, 12
E. standleyana 7
Harpalyce arborescens 4, 12
Havardia pallens 8, 12
Indigofera miniata 9, 12
Lonchocarpus 12
Lysiloma microphylla 4, 5, 8, 12
Leucaena pulverulenta 12
Mimosa leucaenoides 8, 9, 10
M. malacophylla 9, 10
M. martindelcampoi 8, 9
Nissolia sp. 4
Oxyrrhynchus volubilis 5
Phaseolus pedicellatus 3, 6
P. coccineus 6
Pithecellobium aff. *callostachys* 7
Rhynchosia 8
Senna hirsuta. 1
S. occidentalis. 1 2
Fabaceae 8
Fabaceae (árbol) 11
Fabaceae (árbol) 12
Fabaceae (bejuco c/botones) 6
Fabaceae (h. saggitada) 4
- FAGACEAE** (11)
Quercus germana 2
Quercus polymorpha 6, 7, 11
Q. rhizophylla 3
Q. sartorii 1, 2
Q. xalapensis 1
Quercus (capulin) 1, 2
*Quercus*** 1
Quercus 7
Quercus (h. chica) 7
Quercus 11
*Quercus** 11
- FLACOURTIACEAE** (3)
Caesaria corymbosa 4
Neopringlea integrifolia 8, 9, 10, 12
Xylosma flexuosum 12
- GARRYACEAE** (1)
Garrya laurifolia 6
- GERANIACEAE** (1)
Geranium seemannii 7
- HAMAMELIDACEAE** (1)
Liquidambar styraciflua 1, 2, 3
- HIPPOCRATEACEAE** (1)
Hippocratea celastroides 4, 5
- HYDROPHYLLACEAE** (1)
Nama sp. 9
- HYPOXIDACEAE** (1)
Hypoxis decumbens 7
- IRIDACEAE** (2)
Sisyrinchium schaffneri 1, 6
Sisyrinchium 11
- JUGLANDACEAE** (1)
Juglans mollis 7, 11
- LAMIACEAE** (Labiatae) (8)
Hedeoma drumondii 3
Hyptis mutabilis 6
H. verticillata 8
Salvia coccinea 6
S. involucrata 6
S. sessei 6
Salvia 3
Stachys crenata 6
- LAURACEAE** (6)
Litsea glaucescens 6, 7, 8, 11
Litsea sp. 1
Nectandra salicifolia 5
N. sanguinea 6
Persea liebannii 2, 3, 6
Ocotea tampicensis 4, 5, 12
- LINACEAE** (1)
Linum aff. *schiedeanum* 11
- LOBELIACEAE** (1)
Lobelia trivalvis 7
- LYTHRACEAE** (1)
Cuphea infundibulum 6
- MAGNOLIACEAE** (2)
Illicium floridanum 1
Magnolia tamaulipana 1, 3 V
- MALPIGHIACEAE** (3)
Galphimia glabra 4, 5
Heteropteris brachiaris 5, 12
Mascagnia macroptera 4, 5, 8, 12
- MALVACEAE** (7)
Abutilon 8
Hibiscus phoeniceus 4, 8, 12
Malvastrum americanum 11
Malvaviscus arboreus 5
Robinsonella discolor 4, 5
Sida rhombifolia 1
Especie desc. 2
- MELANTHIACEAE** (1)
Schoenocaulon plumosum 6
- MARCHANTIACEAE** (1)
Marchantia 1
- MELIACEAE** (2)
Trichilia havanensis 2
T. hirta 11
- MENISPERMACEAE** (1)
Cocculus carolinus 4, 5
- MORACEAE** (6)
Brosimum alicastrum 5
Chlorophora tinctoria 2
Dorstenia drakena 12
Ficus cotinifolia 5
Ficus (h. gde) 4, 5
Trophis racemosa 4
- MYRSINACEAE** (3)
Ardisia escallonioides 2
Rapanea 1
*Rapanea** 2
- MYRTACEAE** (3)
Eugenia capulli 1, 2
Myrcianthes fragrans 12
Myrthus ehrebergii 4, 5
- NOLINACEAE** (4)
Calibanus hookerii 10 A
Dasyllirion berlandieri 7
D. miquihuanense 8, 10
Nolina nelsonii 7
- NYCTAGINACEAE** (2)
Boerhaavia erecta 9
Pisonia aculeata 5

OLEACEAE (1)

Fraxinus greggii 8

ONAGRACEAE (1)

Oenothera rosea 11

ORCHIDACEAE (13)

Bletia sp. 3

Cranichis sylvatica 6

Encyclia cochleata 4, 5 V

Governia superba 7

Isochilus unilateralis 1

Laelia anceps 5 A

Malaxis corymbosa 6

M. histionantha 6

M. majanthemifolium 1

Oncidium cebolleta 4, 5

Oncidium aff. *pusillum* 5

Stanhopea tigrina 6 E

Orquidea 5

OXALIDACEAE (3)

Oxalis corniculata 11

Oxalis "latifolia" 11

Oxalis 6

PAPAVERACEAE (1)

Argemone mexicana 10

PASSIFLORACEAE (5)

Passiflora biflora 1, 6

P. exudans 11

P. filipes 5, 12

P. foetida 4, 8

P. serratifolia 6

PHYTOLACCACEAE (2)

Phytolacca icosandra 1

Rivina humilis 4, 12

PINACEAE (4)

Abies guatemalensis 1 V

Pinus patula 3, 6

P. pseudostrobus 3, 6

Pinus sp. 11

PIPERACEAE (8)

Peperomia blanda 1, 2, 5, 6, 12

P. coarctata 5

P. crassiuscula 4, 5

P. quadrifolia 6

Peperomia sp. nov. 2 V

Piper amalago 4, 12

P. karwinskianum 5

P. umbellatum 2

PLANTAGINACEAE (2)

Plantago sp. 6

Plantago sp. 1 11

POACEAE (Gramineae) (24)

Bouteloua repens 1, 2

Bouteloua sp. 3

Cynodon dactylon 11

Digitaria ciliaris 11

Lasiacis sorghoidea 4, 5, 8, 10

Leersia monandra 1, 4, 6

Oplismenus hirtellus 2, 12

Panicum hirticaule 11

P. maximum 1

P. aff. trichantum 11

Paspalum aff. *notatum* 11

Rhipidocladum racemiflorum 2, 5

Rhynchelytrum repens 8

Setaria parviflora 8

S. poiretiana 6

Stipa sp. 7

Tridens texanus 8

Zeugites americana 3

Poaceae 7

Poaceae 9

Poaceae* 9

Poaceae** 9

Poaceae 10

Poaceae 11

PODOCARPACEAE (1)

Podocarpus reichei 1, 2 V

POLEMONIACEAE (2)

Cobaea pringlei 6

Loeselia coerulesa 9

POLYGALACEAE (3)

Monnina xalapensis 6

Polygala alba 9

Polygala sp. 7

POLYGONACEAE (1)

Coccoloba humboldtii 4, 5

POLYPODIACEAE (27)

Asplenium 4

Anemia mexicana 3, 11

Anemia sp. 11

Blechnum 8, 10

Botrychium virginianum 6

Cheilanthes 8

Helecho 1

Helecho c/soros 1

Helecho pata de gallo 1, 3

Helecho amacollado 2

Helecho chico 2

Helecho 6

Helecho 10

Helecho (duro) 11

Notholaena sp. 7

Notholaena sp. 1 9, 10

Pleopeltis lanceolatus 1, 3, 5, 6

Polypodium guttatum 6

P. polypodioides 1, 2, 5

Polypodium 1

*Polypodium*** 1, 2

*Polypodium** 3

*Polypodium*** 3

*Polypodium**** 3

Polypodium 11

Pteridium aquilinum 2

Tectaria heracleifolia 2

RANUNCULACEAE (2)

Clematis dioica 1, 6

Ranunculus 1

RHAMNACEAE (7)

Ceanothus coeruleus 6

Colubrina greggii 5, 8, 10, 12

C. elliptica 3

Gouania lupuloides 4, 5

Karwinskia humboldtiana 8, 12

Krugiodendron ferreum 4, 8, 10

Rhamnus capraefolia 2, 3

ROSACEAE (7)

Cercocarpus mexicanus 6

Crataegus rosei 3, 11

Duchesnea indica 3

Prunus serotina 6, 7

Rubus coriifolius 6

Rubus aff. *apogaeus* 3, 10, 11

Rosa montezumae 6, 7

RUBIACEAE (14)

Bouvardia laevis 6

Bouvardia ternifolia 3

Chiococca alba 5, 8, 12

Exostema caribaeum 8, 9

E. mexicanum 4, 5, 12

Galium triflorum 3, 6, 11

Galium sp. 1

Mitchella repens 1, 3

Randia laetevirens 2, 4, 5, 12

Psychotria erythrocarpa 4

P. papantlensis 1, 2, 4, 5

P. tenuifolia 4

Richardia brasiliensis 6

Spermacoce riparia 11

RUTACEAE (5)

Casimiroa greggi 12
Decatropis bicolor 7, 8
Heliopsis parvifolia 9, 10, 12
Polyaster boronoides 9, 10
Ptelea trifoliata 3

SABIACEAE (1)
Meliosma alba 1, 2

SAPINDACEAE (8)
Cardiospermum halicacabum 5, 8
Cupania dentata 4
Paullinia tomentosa 4, 5
Sapindus saponaria 2, 4, 8, 12
Serjania adiantoides 12
S. cardiospermoides 4
Urvillea ulmacea 4, 8, 12
Thouinia villosa 8, 12

SAXIFRAGACEAE (1)
Heuchera mexicana 1

SCHIZACEAE (1)
Lygodium venustum 4

SCROPHULARIACEAE (6)
Castilleja 11
Leucophyllum frutescens 10
Monotropa hypopithys 7
Russellia polyhedra 8, 10
R. sarmentosa 4
Seymeria tamaulipana 7

SELAGINELLACEAE (4)
Selaginella pilifera 10
Selaginella sp. 1
Selaginella sp.1 2
Selaginella sp.2 9

SMILACACEAE (4)
Smilax bona-nox 3, 6, 7, 11
S. dominguensis 4
Smilax 1
*Smilax** 2

SOLANACEAE (15)
Brachistus pringlei 6
Capsicum annuum var. *minor* 12
Cestrum dumetorum 11
Datura quercifolia 10
Margaranthus solanaceus 7, 11
Physalis cinerascens 10
P. patula 10
P. philadelphica 7
P. pubescens 6
P. virginiana 7
P. melanocystis 6

Solanum erianthum 12
S. seaforthianum 2
S. rostratum 8, 9, 10
Witheringia solanacea 5

STERCULIACEAE (3)
Byttneria aculeata 4
Guazuma ulmifolia 4, 12
Waltheria indica 9

STAPHYLEACEAE (1)
Turpinia sp. 5

THEACEAE (1)
Ternstroemia sylvatica 1, 3, 6

TILIACEAE (2)
Heliocarpus donell-smithii 2, 4
Tilia mexicana 1

TURNERACEAE
Turnera diffusa 9

ULMACEAE (3)
Aphananthe monoica 4, 5
Celtis iguanaea 4, 5
Phyllostylon rhamnoides 12

URTICACEAE (1)
Pilea glabra 1, 6

VERBENACEAE (12)
Aloysia macrostachya 8, 10
Callicarpa acuminata 12
Cytharexylum berlandieri 5
Glandularia elegans 6
Lippia alba 9
L. graveolens 9, 10
L. myriocephala 7
Lantana camara 11
L. hirta 11
Petrea volubilis 4, 5
Phyla nodiflora 11
Verbena carolina 11

VIOLACEAE (2)
Hybanthus mexicanus 4, 5, 6
Viola 1, 11

VITACEAE (9)
Cissus cisyoides 4
Cissus rhombifolia 3
Parthenocissus quinquefolia 5, 6,
 11
Vitis arizonica 11
V. berlandieri 4, 5
V. cinerea 2

V. tiliifolia 1, 6
Vitis sp. 4
*Vitis** 3

ZAMIACEAE (2)
Dioon edule 8, 10 **V**
Zamia fischerii 5 **A**

ZYGOPHYLLACEAE (1)
Morkilia acuminata 8, 9

MORFOESPECIES

SIN FAMILIA (17)

Bejuco 3
 Desc.* 1
 Desc.* 2
 Desc.** 2
 Desc.* 3
 Desc.** 3
 Desc. 2
 Desc. (abund.) 2
 Desc. (hojas op.) 2
 Desc. (hojas op.)* 2
 Desc. (hierba) 3
 Desc. (hierba)* 3
 Desc. (hierba)** 3
 Desc. (h. margen aserrado)* 3
 Desc. flor blanca) 8
 Desc. (fl. amarillas) 8
 Desc. (arbusto fr. verde) 8
 Desc. (arbusto *Cynoctonum*?)
 11 Desc.

ESPECIES CON CATEGORÍA
 DE CONSERVACIÓN (fuera de
 los sitios de muestreo)

Abies vejari **A**



Figura 6. *Ipomoea* sp. (Foto, Arturo Mora).



Figura 7. *Bauhinia divaricata* (Foto, Arturo Mora).

23. Dendrocronología en *Pinus montezumae*

David W. Stahle¹, Wilver Salinas Castillo² y Gene Paul³

¹Tree-ring Laboratory Department of Geosciences Ozark Hall 113 University of Arkansas, Fayetteville, A.R. 72701 U.S.A. dstahle@compu.uark.edu

²Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias- Universidad Autónoma de Tamaulipas 87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

³University of Texas at Brownsville, Brownsville, TX 78520, U.S.A.

Abstract

Indigenous tree species of *Pinus montezumae* were identified at RBC with reliable annual growth rings useful for dendrochronological analysis. Members of the genus *Pinus* have been widely used for dendrochronology in the temperate latitudes of the northern hemisphere but only a few tropical species in this genus have recently been proven to be suitable for tree-ring analysis. The sample trees obtained from the RBC ranged from 38 to 102 cm in diameter at breast height, and their subsequent analysis revealed that they are at least 70 to over 200 years old. The standardized mean ring-width chronology was computed for 27 radii from 13 *P. montezumae* trees. The mean index chronology dates from 1,772 to 1,995 and was compared with regional precipitation, temperature and Palmer drought severity index to evaluate the annual nature of the growth rings, and to help to define the seasonal climatic variables important to the growth of *Pinus montezumae* at RBC. The correlation analysis comparing 20th century precipitation and Palmer drought severity index data with the tree-ring chronology confirm that *Pinus montezumae* at RBC is significant for ecological studies.

Introducción

Un estudio preliminar en los bosques de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), fue conducido en enero de 1996 para identificar especies de árboles nativos de gran edad que tuvieran anillos anuales de crecimiento confiables y que pudieran ser usados para análisis dendrocronológicos. A diferencia de árboles de bosques templados, la mayoría de las especies de árboles tropicales no forman anillos de crecimiento distintivos que se relacionen inequívocamente con un ciclo anual. Por consiguiente, el uso de la dendrocronología para estudios ecológicos, paleoclimáticos o arqueológicos debe comenzar primero con una demostración concluyente de la naturaleza anual de las bandas de crecimiento en las especies nativas.

Los individuos del género *Pinus* son muy útiles para la dendrocronología en latitudes templadas del hemisferio norte, y recientemente algunas especies tropicales de este género han sido probadas como apropiadas para el análisis de anillos de crecimiento (Buckley *et al.* 1995, Biondi *et al.* 1999). En este capítulo, se describe la dendrocronología obtenida de *Pinus montezumae* en la RBC.

El pino *Pinus montezumae*

Pinus montezumae es un pino con hoja de cinco acículas, importante y ampliamente distribuido en México, que se extiende desde latitudes subtropicales en Nuevo León hasta las montañas tropicales de Chiapas y Guatemala (Martínez 1948, Perry 1991). Una población aislada de *P. montezumae* fue localizada en la RBC sobre las abruptas laderas del lado Oeste de la sierra en un sótano de aproximadamente 500 m de diámetro, situado a una elevación de 1,850 m localizada en la posición 26°06'00" N 99°13'37" W (Fig. 1). La diversidad de la vegetación del bosque en las laderas de este sótano está dominada por encinos y especies de maderas duras, incluye: *Pinus patula*, *P. montezumae*, *Podocarpus reichei* y *Taxus globosa*. Algunos de estos árboles en bosques de niebla alcanzan tamaños impresionantes. Un Fresno huasteco (*Fraxinus mucronatum*), localizado en suelos derivados de piedras limosas cerca de la base del sótano, midió 7.2 m de circunferencia.

Algunas porciones de este sótano han sido selectivamente taladas, pero una superficie aproximada de 10 ha de *P. montezumae* fue muestreada en las pendientes de la ladera Oeste, que parece haber escapado a dicha tala. Tales pendientes abruptas están quebradas por bordes cortantes, karst, columnas y grietas, haciendo que su acceso a pie sea muy difícil.

Se usaron taladros de incremento para extraer muestras del núcleo de 5 mm de diámetro

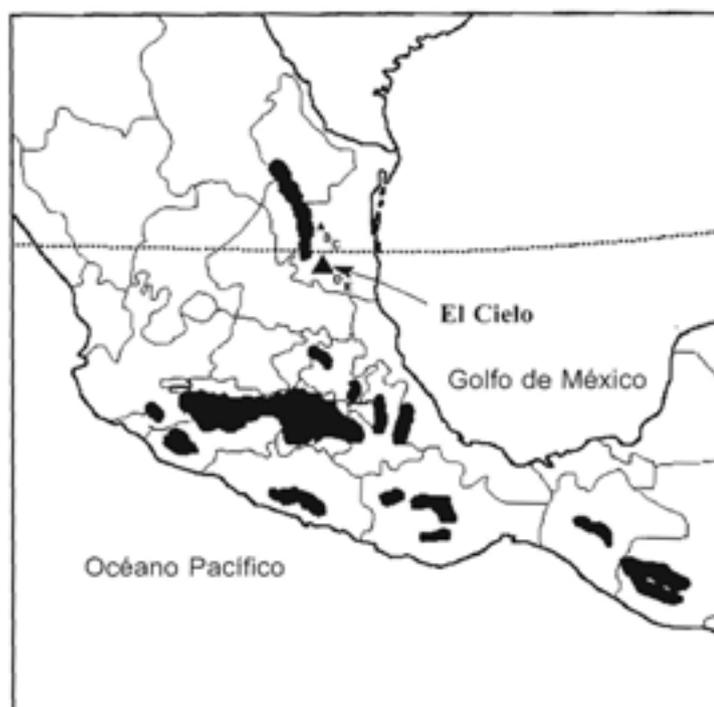


Figura 1. La distribución general de *Pinus montezumae*, de acuerdo con Perry (1991), se muestra en negro. *P. montezumae* está presente en las elevaciones más altas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, donde se ha desarrollado la primer cronología de anillos de crecimiento para esta especie. Las cinco estaciones meteorológicas utilizadas para estudiar la respuesta de *P. montezumae* al clima, se ubican en las localidades tamaulipecas de: Hidalgo (A), El Barretal (B), Villa Padilla (C), Ciudad Mante (D) y Hacienda Santa Elena (E).

en 14 árboles de *P. montezumae*. Las muestras del núcleo fueron posteriormente secadas en laboratorio, montadas y pulidas para su análisis bajo el microscopio con técnicas dendrocronológicas estándares, incluyendo el método de fechas cruzadas de Douglass (Stokes y Smiley 1996). Las muestras de los árboles estuvieron en un rango de 38 a 102 cm del diámetro y fueron tomadas a la altura del pecho (1.30 m), en subsiguientes análisis se encontró que dichas muestras correspondían a árboles con una antigüedad de 70 a 200 años. No hay duda que es posible encontrar árboles más antiguos en la cercanía de este primer sitio de muestreo, áreas aledañas donde se observan visiblemente, pero cuyo acceso es más difícil.

Dendrocronología de *Pinus montezumae*

Las muestras de núcleos perfectamente pulidas revelaron anillos de crecimiento bien definidos de zonas activas de leño temprano (LTe) y leño tardío (LTa). Varias líneas de evidencia indican que estos anillos de crecimiento están exactamente sincronizados con el ciclo anual, incluyendo la clara

estructura anatómica de LTe y LTa, las cuales son idénticas a la anatomía de anillos de otras especies de *Pinus* que se conoce producen anillos anuales en latitudes templadas. En general, las muestras de *Pinus montezumae* no producen bandas interanuales complejas, conocidas como anillos falsos, los cuales complican enormemente la obtención de fechas de los anillos de crecimiento en otras coníferas de México (Schulman 1956).

Los patrones de series de tiempo de anillos anchos y angostos están bien correlacionados entre radios opuestos, provenientes de los mismos árboles y entre árboles separados en la RBC. Este cruce de fechas de los patrones de ancho de anillo raramente ocurrirá entre árboles separados por centurias de tiempo, si el crecimiento del ancho de anillo no está sincronizado al ciclo anual de temperatura o precipitación, y si el crecimiento de los árboles no es limitado por factores climáticos. Este argumento de cruce de fechas para la naturaleza anual de los anillos de crecimiento en *P. montezumae*, es reforzado por el hecho de que las cronologías del ancho promedio de anillos derivadas en estos árboles están significativamente

correlacionada con otras cronologías del Norte de México, incluyendo la de *Taxodium mucronatum* obtenida en el río Sabinas, Tamaulipas ($r = 0.38$, $P \leq 0.001$ para 222 años) y con una cronología regional de *Pseudotsuga menziesii* de la Sierra Madre Occidental en bosques de Durango y Chihuahua ($r = 0.31$, $P \leq 0.001$ para 222 años).

La cronología media estandarizada del ancho de anillos fue calculada para 27 radios de 13 árboles de *P. montezumae* en la RBC. Las series individuales de mediciones de anillos para cada radio fueron primero descorrelacionadas y estandarizadas, para remover las tendencias edad/tamaño relacionados al crecimiento y para eliminar los efectos de la media en el cálculo de la cronología del sitio. Los índices resultantes del ancho de anillo fueron posteriormente promediados en conjunto sobre una base anual, para derivar el índice promedio del ancho de anillo de la cronología, utilizando el programa de cómputo ARSTAN (Cook y Kairiukstis 1990, Stahle *et al.* 2000).

La cronología del índice promedio para la RBC data de 1772 a 1995 (Fig. 2), y fue comparada con la precipitación regional, la temperatura y el índice de severidad de sequía de Palmer (ISSP) para ayudar a demostrar la naturaleza anual de los anillos de crecimiento y definir la importancia de la estacionalidad de variables climáticas en el crecimiento de *P. montezumae*. Dado que no existe disponibilidad de series largas de tiempo de los

alrededores inmediatos a la reserva, se compiló un promedio regional de precipitación mensual utilizando cinco estaciones climáticas de Tamaulipas disponibles en la Red Global de Climatología Histórica (Vose *et al.* 1992), estas cinco estaciones son Hidalgo, El Barretal, Villa Padilla, Ciudad Mante y Hacienda Santa Elena. En conjunto, los datos de estas estaciones registran un periodo de 65 años (1920-1984).

Los datos de temperatura mensual y el ISSP de la división climática 8 que incluye Tamaulipas y Nuevo León fueron obtenidas de A. Douglas (*com. pers.*), abarcan de 1921-1984 para la temperatura y de 1921-1987 para el ISSP. La cronología de *P. montezumae* fue correlacionada con estos datos de precipitación y temperatura mensual, comenzando en enero del año anterior al crecimiento del árbol y extendiéndose hasta agosto del año concurrente con el crecimiento de dicho árbol. Se presume que la estación de crecimiento radial de *P. montezumae* en la RBC se extiende aproximadamente desde el inicio de la primavera hasta el inicio del verano, lo cual es típico de otras especies en el Sur de los Estados Unidos de América.

El análisis de correlación con los totales de la precipitación mensual soporta esta inferencia de manera general (Fig. 3), pero indica que únicamente la lluvia total mensual del mes de mayo está significativamente correlacionada ($P \leq 0.05$) con el crecimiento de los árboles. Correlaciones positivas

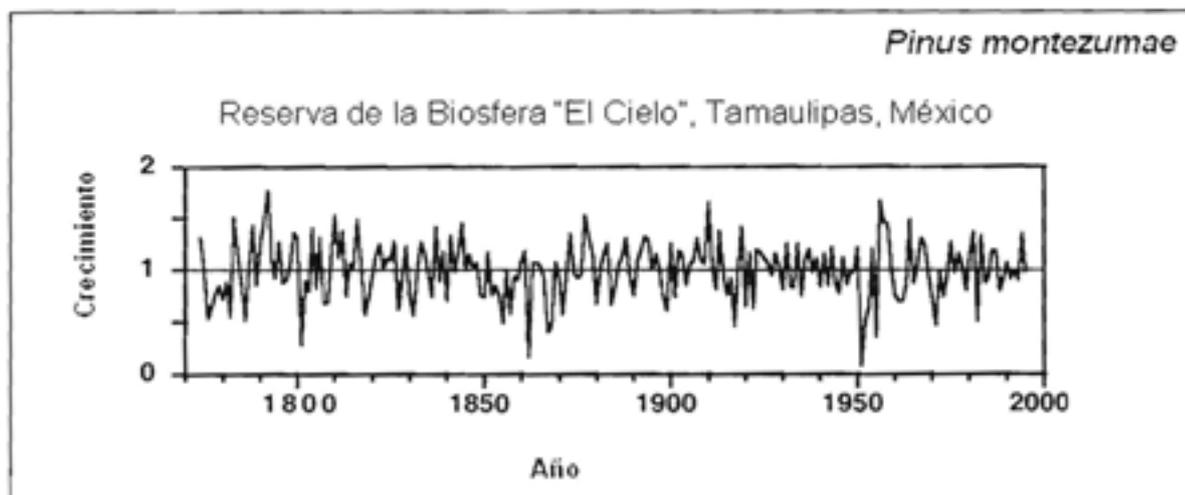


Figura 2. La cronología estandarizada, con el índice medio de ancho de anillo, de *Pinus montezumae* en la Reserva de la Biosfera El Cielo, está basado en 27 radios de 13 árboles. La media es 1.0 y se puede observar la prolongación del periodo de bajos promedios de crecimiento durante la extensa sequía de la década de 1950.

con la precipitación se extienden desde el otoño previo a través del invierno hasta principios de la primavera.

Las correlaciones de la precipitación de diciembre y enero son significativas a un nivel de $P \leq 0.10$ (Fig. 3). Ninguno de los datos de temperatura mensual fueron significativamente correlacionados con la cronología de *P. montezumae*.

Estos resultados sugieren que una lluvia abundante durante el mes de mayo, al inicio de la estación lluviosa, es necesaria para un crecimiento radial máximo de *P. montezumae*. La correlación marginalmente significativa con la precipitación de diciembre y enero resulta difícil de interpretar, debido a que es la estación seca y muy probablemente precede la estación de crecimiento de *P. montezumae* (ninguno de los 14 árboles de *P. montezumae* anillados el 4 de enero de 1996, exhibió alguna evidencia celular durante el año de crecimiento 1996).

Esta débil respuesta del crecimiento a la estación seca anterior al inicio del crecimiento podría reflejar un efecto de la cobertura nubosa, donde las precipitaciones más abundantes durante diciembre y enero deberían estar asociadas con coberturas nubosas más grandes, dicha cobertura podría

reducir la respiración en la estación seca y la pérdida de las reservas de alimento almacenadas, favoreciendo así el crecimiento subsiguiente de los árboles.

Alternativamente, esta respuesta débil a la estación seca podría reflejar una recarga de la humedad del suelo anterior al inicio del crecimiento. Cuando los datos de precipitación fueron estacionalizados en un total, tomando el periodo de abril a mayo, la correlación se incrementó modestamente en $r = 0.31$ ($P \leq 0.02$ para 65 años).

El mayor promedio regional del ISSP para mayo, que cubre la mayoría de Nuevo León y Tamaulipas, está significativamente correlacionado a la cronología del *P. montezumae* en $r = 0.44$ ($P \leq 0.001$, para 67 años). Este dato de ISSP para el mes de mayo integra la variabilidad de la precipitación y la temperatura sobre la primavera y el invierno precedentes, y es la evidencia de correlación más sólida que se ha encontrado para indicar que el *P. montezumae* en la RBC produce anillos de crecimiento anual y que las variaciones interanuales en la disponibilidad de humedad son importantes para su crecimiento, a pesar de las condiciones méxicas relativas en estos bosques de niebla.

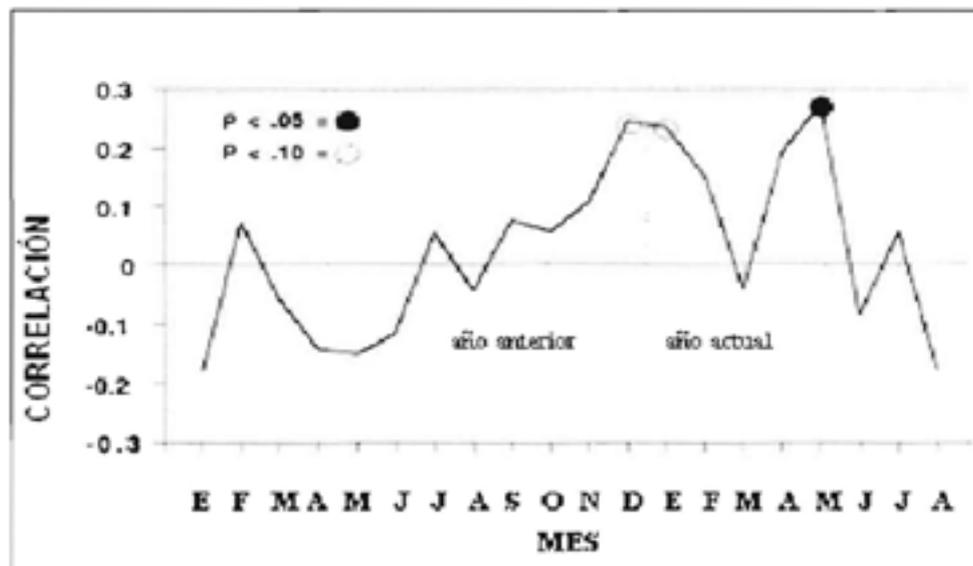


Figura 3. Coeficientes de correlación calculados entre la precipitación mensual y la cronología de los anillos de crecimiento de *Pinus montezumae* de la Reserva de la Biosfera El Cielo durante el periodo 1920-1984 (los datos de precipitación son un promedio de la precipitación total mensual de las cinco estaciones meteorológicas indicadas en la figura 1). Los meses en que la precipitación está perceptiblemente correlacionada con la cronología de los anillos se indican ($P < 0.05$: círculo cerrado; $P > 0.1$: círculo abierto). La estación de crecimiento radial del *Pinus montezumae* se cree que ocurre durante la primavera y principios de verano del "año actual".

Conclusiones

Los análisis de correlación, comparando la precipitación de esta centuria y los datos del ISSP con la cronología de anillos de crecimiento, confirman que *P. montezumae* en la reserva de la RBC realmente produce anillos confiables de crecimiento anual, útiles para estudios dendrocronológicos.

La significancia de los coeficientes de correlación es bastante baja, esto es en parte debido a la carencia de datos climáticos en los alrededores cercanos al sitio de muestreo y puede ser que no refleje completamente la fuerza real de la influencia climática sobre el crecimiento del *P. montezumae*. Por ejemplo, la severa y prolongada sequía de los años cincuenta del siglo pasado, claramente representa un bajo crecimiento de *P. montezumae* en la RBC.

Sequías tempranas, estimadas mediante fechas de anillos de crecimiento en otras partes de México (Stahle *et al.* 1999) y Texas (Stahle y Cleaveland 1988) durante las décadas de 1850, 1860 y 1770, son también evidencia de los bajos crecimientos en la cronología de *P. montezumae* (Fig. 2 y 4). El descubrimiento de antiguos *P. montezumae* adecuados para estudios de

dendrocronología en la RBC es relevante para futuros estudios ecológicos, debido a que, dada la amplia distribución de esta especie es posible probar su utilidad en otros sitios de los trópicos de México.

Esta nueva cronología de *P. montezumae* será definitivamente útil en investigaciones sobre la relación del crecimiento pasado de árboles bajo las condiciones climáticas imperantes, proporcionando además, el necesario control cronológico para estudios sobre pasados incendios naturales en la RBC. Copias digitales de los datos crudos del ancho de los anillos y la cronología derivada del índice medio de El Cielo pueden ser obtenidas directamente de la página de internet del Centro Nacional de Datos Geofísicos, en Boulder, Colorado (<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo>).

Agradecimientos

Agradecemos a los pobladores de la RBC y a la Universidad Autónoma de Tamaulipas por su permiso y apoyo para conducir esta investigación de campo. Este proyecto contó con la asistencia de M. K. Cleaveland, L. Lof y M. D. Therrell, y fue apoyado con fondos del U. S. National Science Foundation, Paleoclimate Program, bajo el número de referencia ATM9528148.

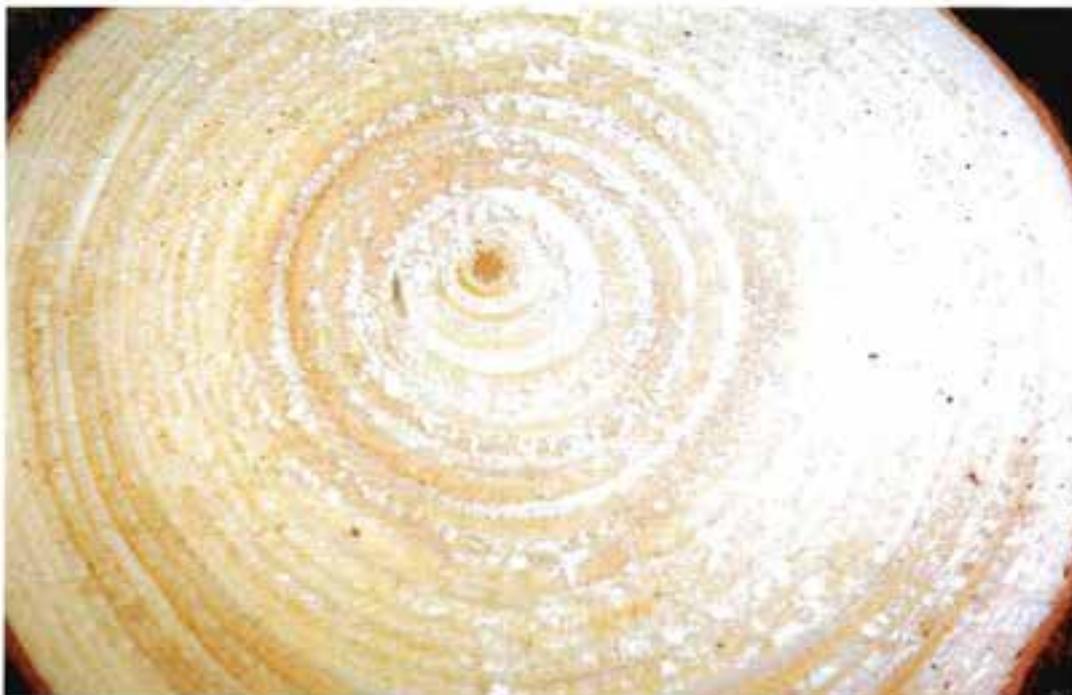


Figura 4. Anillos de crecimiento en *Pinus montezumae* (Foto, Abdel García).

Literatura citada

- Biondi, F., I. Galindo Estrada, A. Burton, S. E. Metcalfe, D. R. Cayán, y W. H. Berger.** 1999. A 400-year tree-ring chronology from the North American tropics. Preprints Volume, 10th Symposium on Global Change Studies. Dallas, Texas. *American Meteorological Society*. 161-162 pp.
- Buckley, B. M., M. Barbetti, M. Watanasak, R. D. D'Arrigo, S. Boonchirdchoo y S. Sarutanon.** 1995. Dendrochronological investigations in Thailand. *IAWA Journal* 16: 393-410.
- Cook, E. R., y L. A. Kairiukstis.** 1990. *Methods of dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 394 pp.
- Martínez, M.** 1948. *Los pinos mexicanos*. 2da. Edición. Ediciones Botas. México D.F.
- Perry.** 1991. *The Pines of México*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Schulman, E.** 1956. *Dendroclimatic changes in semiarid America*. University of Arizona Press, Tucson. 142 pp.
- Stahle, D. W. y M. K. Cleaveland.** 1988. Texas drought history reconstructed and analyzed from 1698-1980. *Journal of Climate* 1: 59-74.
- Stahle, D. W., J. Villanueva-Díaz, M. K. Cleaveland, M. D. Therrell, G. J. Paul, B. T. Burns, W. Salinas, H. Suzán, y P. Z. Fule.** 2000. Recent tree ring research in Mexico. *Dendrocronología en América Latina*, F. Roig, (ed.) Editorial Universidad de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Stahle, D. W., M. K. Cleaveland, M. D. Therrell y J. Villanueva-Díaz.** 1999. Tree-ring reconstruction of winter and summer precipitation in Durango, Mexico, for the past 600 years. Preprints Volume, 10th Symposium on Global Change Studies. Dallas, Texas. *American Meteorological Society*. 317-318 pp.
- Stokes, M. A. y T. L. Smiley.** 1996. *An introduction to tree-ring dating*. University of Arizona Press, Tucson. 73 p.
- Vose, R. S., R. L. Schmoyer, P. M. Steurer, T. C. Peterson, R. Heim, T. R. Karl y J. K. Eischeid.** 1992. The Global Historical Climatology Network: long-term monthly temperature, precipitation, sea level pressure and station pressure data. *Environmental Sciences Division Publication No. 3912*. Oak Ridge National Laboratory. 300 pp.

24. Los pinos piñoneros

Gerardo Sánchez-Ramos¹, José G. Martínez-Avalos¹ y Humberto Suzán Azpiri²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928Cd.Victoria, Tamaulipas, 87040 MEXICO
gsanchez@uat.edu.mx

²Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro
Centro Universitario, Querétaro, Querétaro.MEXICO

Abstract

The pinyon pine forest occupies nearly 3.5% of the territory of Tamaulipas, and provides wood, food and firewood. The production of seeds occurs in discontinuous ways, including biennial or triennial, with crops of 24.5 (± 7.2 S.D.) per mature tree. The number average of seeds per cone is 12. *Pinus nelsonii* produces a smaller amount of cones per tree (11.3 ± 2.3 S. D.), but the greater number of seeds is four times greater (53 seeds) than in *P. cembroides*. The main factors of mortality of the pinyon pines been evaluated using life tables for *Pinus nelsonii*. Damage is caused to the seeds by the leaf-footed bug (*Leptoglossus occidentalis*), in magnitudes of 66% of the crop, followed by *Dioryctria* sp. with 20% and *Eucosma* sp. with 13%. Nevertheless global climatic changes have affected this forest, mainly due to the fires registered in 1998, that affected 30% of the area of distribution of the pinyon pines in the region.

Introducción

El bosque de pinos piñoneros (*Pinus cembroides* Zucc. y *P. nelsonii* Shaw) conforma importantes comunidades vegetales en las regiones semiáridas de México, situadas en las Sierras Madre Oriental (SMO) y Madre Occidental. La región semiárida de Tamaulipas se localiza entre los límites del Altiplano mexicano y la porción Norte de la SMO (Fig. 1), constituyendo la parte Sureste del desierto Chihuahuense. La región semiárida ocupa cerca del 3.5% del territorio de Tamaulipas y es una porción importante de la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera El Cielo (99° 50' y 22° 45' N y 100° 05' y 99° 40' W), colinda al Oeste con Nuevo León, al Sur con San Luis Potosí y al Noreste con la SMO. El rango altitudinal en el cual estas especies se distribuyen ocupa un rango de los 1,800 a los 2,200 m snm (Sánchez-Ramos y Ledezma 1995). Es posible encontrar dentro de este rango altitudinal a las cuatro especies de piñoneros: *Pinus cembroides*, *P. nelsonii*, *P. pinceana* y *P. culminicola*. La superficie cubierta por el bosque de piñoneros estimada para Tamaulipas a finales de la década de los ochenta

del siglo pasado fue de 153,410 ha (Romero *et al.* 1999). Sin embargo, la deforestación, con la consecuente pérdida de hábitat, redujo esta superficie a 140,000 ha (9% menos de superficie) en un periodo de 11 años (H. Suzán *obs. pers.*).

Las especies más importantes, desde la perspectiva de su cobertura e importancia ecológica-económica son: *Pinus cembroides* y *P. nelsonii* (Suzán y Galarza 1987). Los pinos piñoneros proveen una amplia variedad de beneficios a las poblaciones humanas en diferentes partes del hemisferio norte (Lanner 1981). El piñonero del Nuevo Mundo ha aportado alimento, madera y leña, así como materiales para uso medicinal y ceremonial a través de los tiempos. El alto contenido nutritivo del piñón le confiere gran importancia alimenticia para humanos y la fauna silvestre, en especial durante otoño e invierno (Smith 1977). Adicional a su valor nutritivo, el valor comercial del piñón constituye una fuente de ingresos para las comunidades humanas. Sin embargo, esta actividad reduce la disponibilidad de semillas y la regeneración natural en ambas especies (Passini 1982). Diversos estudios han sido conducidos en la vertiente semiárida de Tamaulipas con la finalidad de conocer, conservar y utilizar mejor el bosque de piñoneros, entre los que destacan: estructura y composición florística asociada, ecología y distribución (Suzán 1985, 1987, Suzán y Galarza 1987, Suzán y Sánchez-Ramos 1989), entomofauna y factores que restringen la producción de conos y semillas (Sánchez-Ramos *et al.* 1989, Ledezma *et al.* 1991, Sánchez-Ramos *et al.* 1991, Sánchez-Ramos y Ledezma 1995), utilización y manejo (Suzán *et al.* 1991), y su efecto como planta nodriza para algunas cactáceas (Suzán y Galarza 1987, Martínez-Avalos *et al.* 1996).

Distribución de los piñoneros

Pinus cembroides (sección Paracembra, subsección Cembroides), es una especie de amplia distribución y frecuente en la SMO, desde la



Figura 1. Bosque de pinos piñoneros, en la región semiárida de Tamaulipas.

frontera sur de los Estados Unidos de América (Texas) a través de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Perry 1991). Se distribuye en forma discreta y ocupa un área de casi 140,000 ha en Tamaulipas (91% del área total reportada para bosques piñoneros), ocupando en esta zona el piso altitudinal de 1,700 a 2,100 m snm en un gradiente Norte-Sur, donde es más común a medida que se desciende (H. Suzán *obs. pers.*). En contraste, *Pinus nelsonii* (sección *Paracembra*, subsección *Pinceana*) es una especie de distribución restringida, considerada rara por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059). Su distribución es muy restringida dentro de los estados de Nuevo León (San Lorenzo, Aramberri, Galeana y Doctor Arroyo), Coahuila (Sierra del Carmen), San Luis Potosí (Las Charcas) y Tamaulipas (Miquihuana, Palmillas y Tula), ocupa en este último estado el piso altitudinal de 1,900 a 2,300 m snm (Perry 1991).

Clima

En Tamaulipas, el bosque piñonero se encuentra en un clima Bshwx, seco semicálido (García 1981). La precipitación anual de 362.6 mm, con un cociente P/T = 20.18. La temperatura media anual más alta se presenta durante el periodo mayo-agosto con promedio de 21.9°C.

La media anual más baja corresponde a los meses de diciembre-enero con valor de 14.3°C.

Esta zona se caracteriza por la presencia de temperaturas extremas, la máxima llega a alcanzar los 41°C en el mes de mayo, y la mínima de -5°C durante el periodo diciembre-febrero (Sánchez-Ramos y Ledezma 1995).

Flora asociada

La vegetación asociada al bosque piñonero es el matorral rosetófilo (Basañez-Muñoz 1983, Suzán 1990) con dominancia de los siguientes elementos:

Juniperus monticola, *J. monosperma* (Cupresaceae); *Dasyllirion texanum*, *Agave lechuguilla* (Agavaceae); *Rhus pachyrrachis*, *R. virens* (Anacardiaceae); *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae); *Opuntia stenopetala*, *O. rastrera*, *O. tunicata*, *Thelocactus conothelos*, *Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus hamathacanthus*, *Turbincarpus pseudopectinatus*, *T. beguinii* (Cactaceae); *Heliotropium confertifolium*, *H. fruticulosum* (Boraginaceae); *Asclepias linaria* (Asclepidaceae); *Baccharis ramulosa*, *Brickellia veronicaefolia*, *Chrysactinia mexicana*, *Eupatorium espinosum*, *Taraxacum officinale* (Compositae); *Quercus pringlei*, *Q. microphylla* (Fagaceae), y *Acacia berlandieri* (Fabaceae).

Valor nutricional

Uno de los aspectos más relevantes del piñón, es su valor nutritivo. Este aspecto apunta hacia una utilidad humana relevante: la alimentación. Su valor nutritivo se compara, e incluso supera a otros alimentos en contenido de grasas y proteínas tales como la nuez de Brasil, la carne y las almendras (Smith 1977). Los *Pinus cembroides* y *P. nelsonii*, se encuentran por arriba del promedio del valor proteico obtenido en otras especies de piñoneros de América (Cuadro 1).

Nodricismo

La importancia de estas coníferas como nodrizas de otras especies no se conoce con exactitud. Sin embargo, observaciones indirectas de Suzán y Galarza (1987) mencionan la asociación de *Turbincarpus pseudopectinatus* (cactácea en peligro de extinción) con *Pinus nelsonii*. Un estudio adicional (Martínez-Avalos et al. 1994), revela que las cactáceas: *Ferocactus echidne*, *Mamillaria candida* (= *Mamilloydia candida*) y *Turbincarpus beguinii* muestran una asociación de nodriza directamente relacionada con ambas especies piñoneras. El efecto de nodricismo para *P. nelsonii* ocurre también de manera intraespecífica, debido a la peculiar conducta del pájaro azul (*Aphellocoma ultramarina*: Corvidae) de enterrar piñones bajo la cubierta de árboles maduros para su posterior uso. Este reclutamiento de la especie parece ser favorecido bajo la cobertura de árboles nodriza ocasionando un patrón de distribución agregado (Lanner 1981, Suzán 1985).

Fauna silvestre asociada

La fauna asociada al bosque piñonero incluye entre otros al roedor endémico *Neotoma lepida* y al ave *Gymnorhinus cyanocephallus* (García Moya 1985). Destacan por su importancia, como posibles

agentes "regeneradores del bosque" los córvidos: *Aphellocoma ultramarina* y *A. mexicana* (Lanner 1981). Para la región se ha señalado la presencia del oso negro *Ursus americanus* var. *miquihuanensis*, el cual es un importante consumidor de semillas. Los piñones también son utilizados por algunas especies de roedores.

Producción de conos

La producción de semillas ocurre de forma discontinua (normalmente bianual o trianual). Para *Pinus cembroides* se presenta un promedio de conos nuevos, de reciente emergencia, por árbol maduro de 24.5 (± 7.2 D.E.). En tanto que el número promedio de semillas por cono es de 12.

Colateralmente, *Pinus nelsonii* presenta una menor cantidad de conos por árbol (11.3 ± 2.3 D.E.), pero el número de semillas por cono es casi cuatro veces mayor (53 semillas) que en *P. cembroides* (Fig. 2). Para cada especie, el cálculo proviene de un tamaño de muestra de 1,000 árboles (Sánchez-Ramos et al. 1991).

Factores de mortalidad en conos y semillas

Los principales factores de mortalidad de los piñoneros han sido evaluados a través de Tablas de Vida. Para *Pinus nelsonii*, (Fig. 3) el principal daño es ocasionado por la chinche semillera (*Leptoglossus occidentalis*), en magnitudes del 66% de la mortalidad, seguida por *Dioryctria* sp. con 20% y *Eucosma* sp. con 13% (Suzán et al. 1991, Sánchez-Ramos y Ledezma 1995). En general, la mortalidad de esta especie es menor en cerca dos veces que la obtenida para *P. cembroides*. Para esta última, el daño mayor lo ocasiona *L. occidentalis* (45%), seguido por *Conophthorus cembroides* en una magnitud de 11% y, finalmente otro 11% de mortalidad lo generan *Eucosma bobana*, *Dioryctria* sp., *Contarinia* sp., y algunos factores mecánicos (como la caída de

Cuadro 1. Análisis nutricional comparativo de cinco especies de piñoneros. Datos de Lanner (1981) con modificaciones (*) de Sánchez-Ramos y Ledezma (1995).

Especie	Proteína (%)	Nitrógeno (%libre)	Grasas (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)
<i>Pinus edulis</i>	14.0	-	62.0-71.0	18.0	-
<i>P. monophylla</i>	10.0	-	23.0	54.0	-
<i>P. quadrifolia</i>	11.0	-	37.0	44.0	-
<i>P. cembroides</i> *	18.6	60.8	15.1	15.7	3.14
<i>P. nelsonii</i> *	15.9	54.9	15.7	10.3	3.34



Figura 2. Detalle de cono de *Pinus cembroides*.



Figura 3. Detalle de cono de *Pinus nelsonii*.

observada en *P. cembroides* fue de 67.2% (G. Sánchez-Ramos obs. pers.). (**Cuadro 2**), cifra similar aunque calculada con diferentes factores de mortalidad, a la reportada por Flores y Díaz (1991) para la región de Saltillo, Coahuila.

Estado actual y tendencia de los bosques piñoneros

Pinus nelsonii y *P. cembroides* son las dos especies de pinos piñoneros de mayor importancia en la región Norte de la SMO. Ambas especies difieren en su estructura de tamaños, teniendo *P. cembroides* una mayor proporción de individuos y de plántulas en las categorías mayores.

La altura de ambas especies fue diferencial (**Fig. 4**). Sin embargo, el crecimiento diamétrico durante el año de 1996 no detectó diferencias significativas para ambas especies (**Fig. 5**).

Análisis demográficos en dos poblaciones de *P. nelsonii*, realizados durante 1996 y 1997, indican un crecimiento moderado en 1996 y ambas decrecían de forma moderada a partir de la sequía de 1997 (Suzán *et al.* 2001). Desafortunadamente, el incendio de 1998 afectó casi un 30% del área de distribución de la especie. Los efectos de este fenómeno se manifestarán por muchos años, (**Fig. 6**).

Literatura citada

- Flores, F.J.D. y D.E. Díaz. 1991. *Evaluación de la mortalidad de conos y semillas en diferentes especies de piñoneros, localizadas cerca de Saltillo, Coahuila*. Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Cd. Victoria, Tamaulipas. Págs. 105-110.
- García-Moya, E. 1985. *Estado actual de conocimiento de los piñoneros*. Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL. Págs. 1-18.
- Lanner, R.M. 1981. *The pinyon pine, a nature and cultural history*. Univ. of Nevada Press, Reno Nevada. pp 108.

Cuadro 2. Factores de mortalidad que afectan a *Pinus nelsonii* y *P. cembroides* en Tamaulipas, México.

Factor de mortalidad	Especie <i>Pinus</i>	Conos muertos	Mortalidad (%)
<i>Leptoglossus occidentalis</i> (Hemiptera: Coreidae)	<i>P. nelsonii</i> *	352	66.0
<i>Dioryctria</i> sp. (Lepidoptera: Pyralidae)	<i>P. nelsonii</i> *	105	20.0
<i>Eucosma</i> sp. (Lepidoptera: Tortricidae)	<i>P. nelsonii</i> *	68	13.0
Daño mecánico	<i>P. nelsonii</i> *	7	1.0
<i>Leptoglossus occidentalis</i> (Hemiptera: Coreidae)	<i>P. cembroides</i> +	450	45.0
<i>Conophthorus cembroides</i> (Coleoptera: Scolytidae)	<i>P. cembroides</i> +	110	11.0
<i>Eucosma bobana</i> (Lepidoptera: Tortricidae)	<i>P. cembroides</i> +	40	4.0
<i>Dioryctria</i> sp. (Lepidoptera: Pyralidae)	<i>P. cembroides</i> +	32	3.2
<i>Contarinia</i> sp. (Diptera: Cecidomyiidae)	<i>P. cembroides</i> +	19	1.9
<i>Amphelocoma ultramarina</i> (Corvidae)	<i>P. cembroides</i> +	14	1.4
Daño mecánico	<i>P. cembroides</i> +	7	0.7

*Obtenidos de una muestra total de 1,438 conos. Número de conos muertos = 533; Tasa de mortalidad = 37.1% (Sánchez-Ramos y Ledezma 1995).

+ Obtenidos de una muestra de 1,000 conos. Número de conos muertos = 672; Tasa de mortalidad = 67.2% (datos originales).

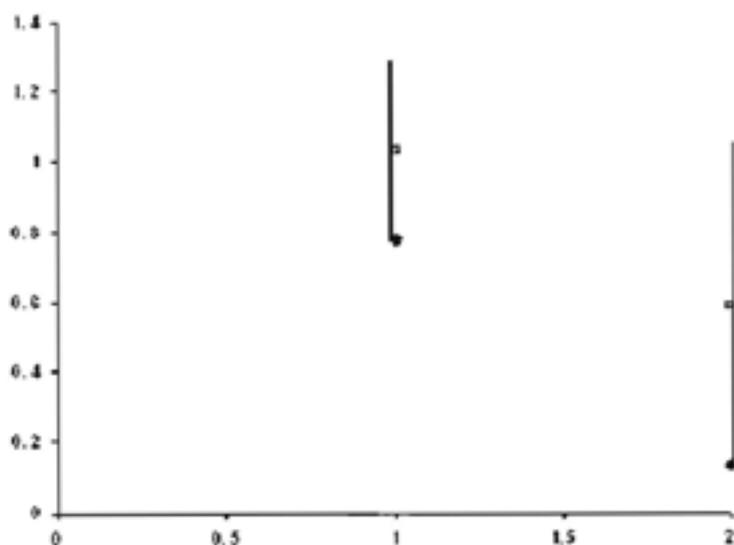


Figura 4. Comparación del crecimiento radial (mm) entre individuos adultos (> 5 cm DAP) de *Pinus nelsonii* y *P. cembroides*. El crecimiento radial promedio anual por especie es: 0.59 mm en *Pinus cembroides* y 1.036 mm en *P. nelsonii* para 1996.

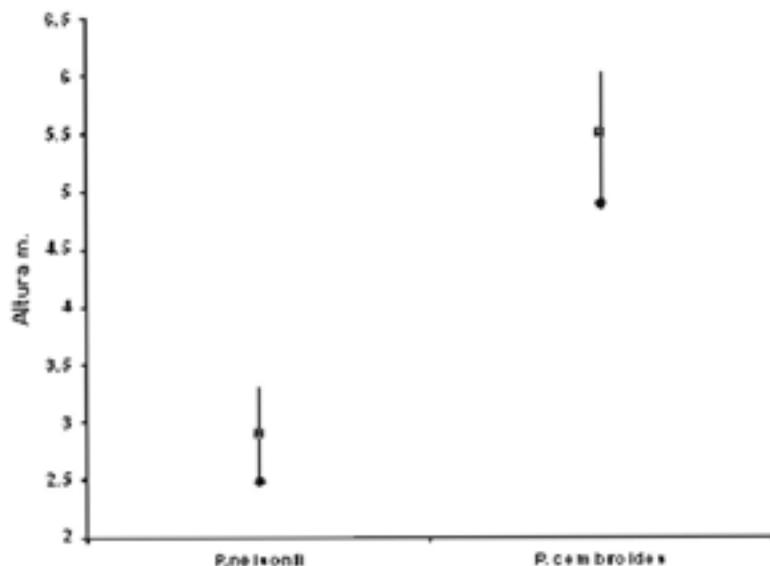


Figura 5. Comparación de alturas (m) entre individuos adultos (> 5 cm DAP) de *Pinus nelsonii* y *P. cembroides* con $P (F = 48.04/11, 210 \text{ g.l.}) < 0.0001$.

- Ledezma, P.S.; G. Sánchez-Ramos y H. Suzán. 1991.** Evaluación de la mortalidad y Tabla de Vida en conos de *P. nelsonii* (shaw) en el municipio de Miquihuana, Tamaulipas. Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Págs. 67-75.
- Martínez-Avalos, J. G., H. Suzán y C. Salazar. 1994.** Aspectos ecológicos y demográficos de *Neolloydia pseudopectinata* (Backeberg) E. F. Anderson. *Cact. Suc. Mex.* 39: 27-32.
- Martínez Avalos, J.G., H. Suzán, J. Jiménez, A. Mora, H. Hernández y A. Vovides. 1996.** Le cactaceae della Riserva della "Biosfera El Cielo". *Piante Grasse* 16 (3): 82-91.
- Passini, M.S. 1982.** Les forets de *Pinus cembroides* au Mexique. Ed. *Recherche sur les civilisations*. Paris 373 pp.
- Romero Manzanares, A., R. Aguirre Rivera y E. García Moya. 1999.** El papel del hombre en la evolución de los piñoneros americanos. *Agrociencia* 33:473-481.
- Sánchez-Ramos, G. y S.P. Ledezma. 1995.** Los bosques piñoneros de Tamaulipas, un recurso potencial para la región semiárida: Estudio de su problemática sanitaria. *Acta Cient. Potosina*. 13: 79- 102.
- Sánchez-Ramos, G., H.A. Suzán y S.P. Ledezma. 1989.** Estimación de daños por insectos en conos inmaduros de *Pinus nelsonii* Shaw en la zona de Miquihuana Tamaulipas. Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN. Saltillo, Coahuila pp. 82-86.
- Sánchez-Ramos, G.; S. Ledezma y H. Suzán. 1991.** Utilización de la técnica de análisis de conos aplicada en semillas de *P. nelsonii* (shaw) provenientes de Miquihuana, Tamaulipas. Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Págs. 90 -97.
- Smith (1977). En Lanner R.M. 1981.** *The pinyon pine, a nature and cultural history*. Univ. of Nevada Press, Nevada.
- Suzán, H. 1985.** Estudios autoecológico-dendrocronológicos en *Pinus nelsonii*. 137-149 p. En: **J. Flores** (Ed.), *Memorias I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*, UANL. México.
- Suzán, H. 1990.** Estructura de un bosque de *Pinus nelsonii* Shaw en Tamaulipas. *Biotam* 1(4): 29 35.
- Suzán, H. y J. Galarza. 1987.** Manejo ecológico de un bosque de pinos piñoneros en Tamaulipas. 164-170 p. En: **E. Aldon, C. González y W. Moir** (Eds.), *Strategies for classification and management of native vegetation for food production in arid zones*. USDA, Tech. Rep. RM-150.
- Suzán, H. y G. Sánchez-Ramos. 1989.** Caracterización biótica de una comunidad de *Pinus nelsonii* Shaw en Tamaulipas. 54-58 p. En: **J. Flores F., J. Flores L., E. García Moya y R. H. Lira** (Eds.) *Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros*. UAAAN. México.
- Suzán, H., G. Sánchez y S. Ledezma. 1991.** El cultivo de pinos piñoneros: una alternativa para regiones semiáridas. 57-64 p. En: **G. Sánchez-Ramos, C. Sáenz y S. Ledezma** (Eds.) *IV Simposio nacional sobre pinos piñoneros*. UAT -COTACYT-UANL. Tamaulipas, México.
- Suzán, A.H., G. Sánchez-Ramos, J.G. Martínez, S.N. Villa y M. Franco. 2002.** Population structure of *Pinus nelsonii* shaw, an endemic pinyon pine in Tamaulipas, México. *Forest ecology and Management* 56 (65) 1-11.



Figura 6. Forma biológica de *Pinus cembroides*.

25. La palmilla *Chamaedorea radicalis*

David L. Gorchov y Bryan A. Endress

Department of Botany, Miami University,
Oxford, Ohio 45056, U.S.A.
Gorchodl@muohio.edu

Abstract

Chamaedorea radicalis is a small, understory palm; the most northerly in a large genus of neotropical palms. It has been reported for four states in north-eastern Mexico, and is found in a variety of forest communities in RBC. Unlike most palms, *C. radicalis* reaches reproductive maturity before an above-ground trunk grows, and most adults are "stemless." It is dioecious, and pollinated primarily by wind. Harvest and sale of *C. radicalis* leaves is an important source of income for many families in RBC, and concerns have been raised that leaf harvest threatens wild populations of this and other *Chamaedorea*. We found that periodic harvest does reduce adult survival and reproduction, as well as life span of subsequent leaves, but population models project that harvest will not result in population decline. A greater threat to the *C. radicalis* populations of RBC is browsing by free-range livestock. Burros, for example, often defoliate or consume the apical meristem of *C. radicalis*, and even once-per-year exposure to burros is projected to cause population decline.

Introducción

Descripción de la especie

La palmilla o palma camedor (**Fig. 1**) *Chamaedorea radicalis* Mart., es la especie de distribución más norteña y con mayor tolerancia a bajas temperaturas dentro del género *Chamaedorea*. Este género comprende unas 100 especies que habitan los bosques tropicales lluviosos y los bosques mesófilos de montaña que se localizan desde Brasil y Bolivia hasta México. Asimismo, es una de las dos especies incluidas en el subgénero *Moreniella* (Hodel 1992). En el territorio mexicano se distribuye en la región noreste, encontrándose específicamente en el sotobosque de los estados de Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas.

Concretamente en Tamaulipas, *C. radicalis* se ha registrado para los municipios de Güemez, Hidalgo, San Carlos, Victoria, Palmillas, Nuevo Morelos, Jaumave, Llera, Ocampo y Gómez Farías (Trejo-Hernández *et al.* 1999).

Es importante mencionar que en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), es un componente más de las numerosas comunidades forestales, siendo común su presencia a partir de zonas cubiertas por el bosque tropical caducifolio hasta las del bosque de pino-encino. Mora-Olivo *et al.* (1997) analizaron cuantitativamente la vegetación asociada con *C. radicalis* en el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, en tanto que a los 920 m snm se asocia mayormente con el bosque tropical subperennifolio (Mora-Olivo *et al.* 1997).

La mayoría de los individuos surgen del suelo sin un tallo erguido, ya que este se desarrolla dentro del substrato con los entrenudos muy cortos, adquiriendo distintivamente la forma de herradura. El hecho de poseer un tallo subterráneo, sugiere el epíteto específico: *radicalis*. No obstante, los individuos más grandes poseen tallos erguidos que alcanzan de 2 a 4 metros de altura. A diferencia de otras palmas, *C. radicalis* inicia su reproducción desde que aún esta en condición de roseta (sin tallo erguido).

Al igual que el resto de las especies de *Chamaedorea*, la palma camedor *C. radicalis* es una planta dioica, con individuos hembras y machos. Las inflorescencias femeninas pueden estar ramificadas o no, con dos ramas o raquis; en tanto que las inflorescencias masculinas generalmente poseen más raquillas, reportándose hasta veinte (Hodel 1992). No obstante, la manera más confiable para distinguir los sexos, es la inspección detallada de las flores: las flores masculinas poseen seis estambres alrededor de una estructura pistilada de tamaño similar. En tanto, las flores femeninas carecen de estambres y tienen un pistilo ancho (de 3 mm). Las flores masculinas están agrupadas cerca de la base de cada raquilla, formando hileras de 2 a 5 y en la parte apical del mismo se presentan en forma solitaria; mientras que todas las flores femeninas son solitarias.



Figura 1. Aspecto de la planta de palmilla *Chamaedorea radicalis*. (Foto, Abdel García).

Cada flor masculina permanece abierta por un promedio de 2.6 días (\pm E.E. 1.9), mientras que cada flor femenina permanece receptiva 6.0 (\pm 3.0) días; pero debido a la mayor asincronía de las flores, las raquillas masculinas florecen durante un periodo más largo (31 ± 4 días vs. 11 ± 2 días por raquillas femeninas; Berry y Gorchoff, en prensa). El pico de floración es de febrero a junio en el Cañón del Diablo (1,000-1,150 m snm) en la RBC, pero algunas palmillas tienen flores en casi todos los meses (Endress 2002). Observaciones de adultos marcados analizados durante tres años reveló un cociente de sexos no significativamente diferente de 1:1 (Endress 2002), esto es muy parecido a las especies congéneres *C. tepejilote* (Oyama 1990) y *C. barlingiana* (Ataroff y Schwarzkopf 1992).

En todo caso, menos de la mitad de adultos florecen durante cualquier año (Endress 2002). Basado en experimentos de exclusión y morfología de polen, las flores son mayormente polinizadas por el viento, aunque alguna polinización puede ser efectuada por pequeños insectos (Berry y Gorchoff en prensa).

La etapa de maduración de frutos (Fig. 2) es desde julio hasta septiembre en el Cañón del Diablo (Endress 2002). La mayoría de semillas germinan al inicio de la siguiente época lluviosa.

Los agentes de dispersión de la semilla tampoco se han identificado, no obstante los frutos rojos de tan solo una semilla, favorecen las condiciones de dispersión por aves.

La depredación de semillas es un aspecto que no ha sido aún investigado. Algunas semillas de *C. tepejilote* fueron encontradas en los abazones de un roedor heterómido, pero en ensayos de cautiverio se encontró una proporción de consumo muy baja (Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero 1993).

No existen evidencias sobre la latencia de las semillas, en pruebas de invernadero se encontró un 40% de germinación a partir de semillas silvestres sin tratamiento alguno, con la aparición de los primeros brotes de plántulas a partir de los 40 días posteriores de siembra. Sin embargo, que en aquellas semillas escarificadas inmersas en ácido giberélico, el porcentaje de germinación fue mayor, reduciéndose los días de nacimiento de las primeras plantas (Jiménez-Pérez *et al.* 1996). Con base a información anecdótica, creemos que los picos de maduración de las semillas se dan en la época húmeda, pero la mayoría de dichas semillas germinan al inicio de la siguiente época húmeda. Es importante resaltar que en esta especie no se presenta la reproducción vegetativa.



Figura 2. Detalle de los frutos de *Chamaedorea radicalis*. (Foto Abdel García).

Las plántulas brotan con hojas bifidas, mientras que las palmas adultas generalmente poseen de 4 a 8 hojas pinadamente compuestas (Hodel 1992). Con base a las observaciones encontradas en individuos marcados en sitios permanentes de muestreo ubicadas cerca del ejido San José, reconocimos cinco fases en su ciclo de vida (**Cuadro 1**). Las etapas y criterios contemplados son similares a los utilizados por Ataroff y Schwarzkopf (1994) para *C. bartlingiana*. Tomando en cuenta que solamente se observaron inflorescencias en aquellos individuos que al menos poseían diez pinas por hoja, se seleccionó dicho criterio para distinguir individuos adultos de los inmaduros.

El desarrollo de la planta generalmente ocurre a través de estas fases, pero existe evidencia de reversiones ocasionales. En estado silvestre, y a partir de la germinación de la semilla, los individuos alcanzan la fase adulta en al menos tres años. Es importante mencionar que durante 1994, en las cercanías del ejido San José se registraron 52 brotes de plántulas. De estos, 23 aún se mantenían vivos en 1997, encontrándose solamente un adulto; y al siguiente año, dos más alcanzaron la fase adulta (datos no publicados).

Colecta de hojas

Dentro de la RBC, la colecta de hojas de *C. radicalis* es la principal fuente de ingresos económicos para más del 80% de las familias (Trejo-Hernández *et al.* 1999). Doce familias de palmilleros en Alta Cima obtuvieron colectas de un promedio de 4,000 hojas por familia por mes (Endress *et al.* en prensa). Los colectores venden las hojas a intermediarios, para finalmente ser vendidas a floristerías, donde se utilizan como follaje floral tanto en México como en EUA. Colateralmente, en México y Centro América, las hojas de muchas otras especies de *Chamaedorea* son recolectadas para su venta en los Estados Unidos de Norteamérica y Europa, siendo esto una importante ganancia monetaria para muchos habitantes rurales de la región (Oyama 1992).

Trejo-Hernández *et al.* (1999) reporta que las comunidades de Alta Cimas y San José están implicadas en la colecta de hojas de palmilla desde 1940. La recolecta se hace durante todo el año, no obstante la mejor época se presenta durante la estación lluviosa (julio-noviembre).

Los colectores o palmilleros se adentran en el bosque y pueden coleccionar hasta 900 hojas por día (Trejo-Hernández 1992). Un colector habitual de Alta Cimas consigue colectas de 1,500 a 3,000 hojas por semana (Endress, datos no publicados).

Las hojas aprovechables son pinnadas, de 80 cm de largo, sin marcas visibles de daño ocasionado por hongos o insectos. Son colectadas manualmente, rompiendo el raquis cerca de su base. Seleccionando todas las hojas útiles de cada una de las plantas. Tomando en cuenta que las hojas deben ser pinnadas y de 38 cm de largo, la colecta se restringe al subconjunto de palmas adultas. Los colectores forman manojos de 50 hojas (una gruesa) y así son vendidas a los intermediarios a razón de cinco pesos mexicanos por gruesa. En términos de cambio monetario actual, esto equivaldría a 0.01 centavos de dólar americano por hoja. Aunque los colectores son selectivos en la colecta de hojas, muchas de estas son eliminadas en cada paso de la comercialización.

Por ejemplo, un importador americano de palma camedor, descarta del 5 al 40% de las hojas antes de ser embarcadas hacia Europa (W. Tang, USDA, *com. pers.*).

Conservación y manejo

Existe una gran variación en los valores de densidad de *C. radicalis* dentro de las áreas boscosas de la RBC, las cuales representan el hábitat ideal para la especie. Jones y Gorchoy (2000) reportan estimaciones que van de 0 a 14,000 individuos por ha (media + error estándar = 4,411 + 631), y hubo una correlación entre densidad y porcentaje de

substrato rocoso, dadas para 28 sitios próximos al área de colecta de los residentes de San José.

Estas cifras corresponden a un grupo de individuos de diversas fases de crecimiento, incluyendo plántulas, juveniles y adultos; éstos últimos comprenden solamente un aproximado del 62% de individuos totales del área (**Cuadro 1**).

En altitudes menores (140-520 m snm), Valiente-Banuet *et al.* (1995) encontraron *C. radicalis* en tres de cinco sitios de muestreo, con las siguientes densidades: en el estrato arbustivo (plantas < 2 m) fue 2,100 individuos por ha en una selva mediana subperennifolia a 500 m snm y 500 por ha en una selva mediana-baja subcaducifolia, cerca el Río Frío a 140 m snm, y su densidad en el estrato herbáceo (plantas < 0.5 m) fue de 5,833 por ha en selva baja caducifolia a 350 m snm.

Es notable la poca presencia o ausencia de la palmilla cerca de los caminos y/o poblados de la RBC, lo que explica que las prácticas de colecta actuales de este recurso no maderable, pudieran ser no sustentables. Apreciaciones similares sobre la colecta de hojas de otras especies de *Chamaedorea* provenientes de los bosques mexicanos y centroamericanos. *Chamaedorea radicalis* es considerada una especie vulnerable, siendo registrada como una de las varias especies del género que están sobre-explotadas (Hodel 1992, Oyama 1992). Con base a lo anterior, en 1989, se propuso su inclusión en el Apéndice II de la Convención Internacional sobre el Tráfico de Especies Amenazadas (CITES 1989). Su inclusión fue rechazada, argumentando principalmente que se desconoce el efecto que ocasiona el corte de la

Cuadro 1. Etapas del ciclo de vida de *Chamaedorea radicalis*, basadas en la morfología de la hoja, y el número de individuos de cada una de las etapas encontradas en 15 transectos en el Cañón del Diablo, RBC (Endress 2002).

Etapa	Número de pinas de la hoja mas Joven completamente extendida	Número de individuos (%)
Semilla	No aplica	
Plántula	2 (bífida)	277 (30%)
Juvenil	3 - 9	129 (14%)
Adulto pequeño	10 - 24	350 (38%)
Adulto grande	≥ 25	166 (18%)

hoja en la reproducción y supervivencia de la palma (Marshall 1989).

Nuestros experimentos en campo revelaron que la colecta de hojas durante uno, dos, o cuatro veces por año disminuyó la sobrevivencia de adultos en el primer año y disminuyó la reproducción de adultos grandes en el segundo año del estudio, comparados a palmillas de testigo protegidas de cosecha (Endress 2002). Para proyectar los efectos a largo plazo de la cosecha de hojas en crecimiento poblacional, incorporamos estos resultados experimentales, en adición a las tasas de germinación de semillas y sobrevivencia y crecimiento de plántulas y juveniles, en modelos de matrices estructurado por etapas (Caswell 1989, Pinard y Putz 1992). Proyectamos que las poblaciones cosechadas tendrán un crecimiento significativamente más lento que las no cosechadas, sin embargo, la proyección esperada es que no disminuyan (la tasa de aumento finito no es significativamente menor que 1) (Endress 2002).

En todo caso, las hojas producidas en los tratamientos de cosecha fueron más pequeñas cuando maduraron que las hojas del testigo, este es un fenómeno descrito para otras especies de palmas (O'Brien y Kinnaird 1996, Ratsirarson *et al.* 1996). Dicha reducción en la longitud de hojas en los tratamientos resultó en una disminución del 41 al 68% en la cosecha después de sólo dos años, ya que muchas palmillas produjeron hojas demasiado pequeñas para ser comercializadas (Endress *et al. in press*).

La herbivoría ocasionada por el ganado de libre pastoreo parece ser la mayor amenaza a las poblaciones de *C. radicalis* que la colecta de hojas. El ganado vacuno, equino y caprino se mantienen en libertad en algunos ejidos de la RBC, y *C. radicalis* aparenta ser una planta preferida de consumo por el ganado. Esto por lo menos, durante la época seca y después de un periodo de heladas. El ganado, en ocasiones deshojan las plantas de palmilla consumiendo el meristemo apical provocando la muerte de plantas. En contraste, los colectores toman las hojas individuales y evitan cortar hojas que no presentan las características antes mencionadas.

En una exposición breve de una población a la herbivoría de un equino Endress (2002), encontró que la mortalidad de palmilla (en todas las etapas fenológicas) aumentó significativamente, respecto a poblaciones no expuestas. Basado en modelos poblacionales estructurados por etapas, incorporando los efectos demográficos de la herbivoría, se proyectó una disminución de

poblaciones sujetas a la herbivoría anualmente (tasa de aumento finito menor que 1; Endress 2002).

La herbivoría por ganado en los años anteriores es la razón más probable para explicar la baja densidad de *C. radicalis* en valles y pendientes bajas, comparado con las pendientes pronunciadas y en los cerros en el Cañón del Diablo. En adición a lo anterior, dicha herbivoría puede explicar el porqué en valles y pendientes bajas *C. radicalis* está mayormente restringida a las rocas (Endress 2002). Dentro de la RBC, existen ciertos individuos, organizaciones y ejidos activamente involucrados en promover el uso sustentable de *C. radicalis*. Personas del poblado de Gómez Farías han colaborado con investigadores de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), desarrollando métodos de propagación a partir de la semilla de esta palma y cultivándola en la sombra de cultivos agrícolas perennes (Trejo-Hernández, ver capítulo correspondiente).

Los ejidos de Alta Cimas y San José, igualmente están comprometidos en varias actividades relacionadas con la conservación de la palmilla. Ambas comunidades han establecido viveros, áreas próximas al poblado las cuales se encuentran cercadas, a fin de excluir el ganado y en donde se han transplantado individuos silvestres de palma comedora, para así lograr una recolecta habitual y sustentable de hojas para tiempos actuales y futuros. Colateralmente, están implicados en experimentos de propagación y domesticación de la palmilla, recolectando semillas directamente del bosque, sembrándolas y regándolas posteriormente en camas de germinación.

Las plántulas emergidas son transportadas finalmente a los viveros con el fin de incrementar la densidad de individuos de palma en los viveros.

Estos proyectos han sido realizados en colaboración con la UAT (Trejo-Hernández *et al.* 1999, Trejo-Hernández, ver Capítulo correspondiente) y con Terra Nostra, una organización no gubernamental que asiste a las comunidades rurales que proveen recursos naturales. Los colectores de la RBC también han conformado una Asociación de Promotoras Campesinas de la Reserva de la Biosfera, a fin de coordinar los esfuerzos de manejo y propagación.

Estudios actuales y prioridades de Investigación

Con el fin de determinar, si el corte de hoja es un modelo sustentable, es necesario conocer el efecto de la separación foliar en la demografía de esta población. Mientras que la defoliación efectuada

solo en una ocasión no causa la muerte a los individuos, pero si tiene el potencial de alterar significativamente el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de los mismos. Estudios anteriores han demostrado que las palmas responden de diferentes maneras a la defoliación. A menudo se ha encontrado que la remoción foliar estimula a la producción de nuevos brotes (Chazdon 1991, Oyama y Mendoza 1990, O'Brien y Kinnaird 1996, Ratsirarson *et al.* 1996), aunque eventualmente esta pérdida foliar puede conducir al incremento de la mortalidad (Mendoza *et al.* 1987, O'Brien y Kinnaird 1996). El deshoje igualmente puede disminuir la producción de semilla, como ocurre en *Astrocaryum mexicanum* (Mendoza *et al.* 1987), *Chamaedorea tepejilote* (Oyama y Mendoza 1990) y *Neodypsis decaryi* (Ratsirarson *et al.* 1996), o bien una reducción en el largo de la hoja al madurar (O'Brien y Kinnaird 1996, Ratsirarson *et al.* 1996).

En el caso de *C. radicalis*, una reducción en la longitud de la hoja podía reducir el número de hojas aprovechables por los palmilleros, provocándoles a éstos, invertir mayor tiempo en la recolecta de hojas de palmilla. Los individuos machos y hembras de las especies dioicas pueden igualmente responder de manera diferencial a la defoliación, afectando posiblemente la relación de sexos, la polinización o la producción de semillas.

Por ejemplo, investigaciones en *C. tepejilote*, demostraron que los especímenes machos completamente defoliados, produjeron significativamente más inflorescencias que los machos control, mientras que las hembras no experimentaron ningún cambio en la producción de infrutescencias (Oyama y Mendoza 1990).

El efecto del corte de hojas puede, por lo tanto, afectar directamente tanto al número de hojas aprovechables por los palmilleros, como también los parámetros demográficos que determinan la dinámica poblacional a largo tiempo de esta especie. Actualmente estamos determinando mediante experimentos en campo, en colaboración con el ejido Alta Cima, los efectos del corte de hojas y la demografía de la palma a partir de cuatro itinerarios diferentes en la colecta de hojas. Estos datos serán utilizados en combinación con otros obtenidos de los establecimientos del semillero de plantas, de las pruebas de crecimiento y de sobrevivencia de plántulas y plantas jóvenes, a fin de aportar datos paramétricos sobre modelos de transición de las poblaciones de *C. radicalis* (Caswell 1989, Pinard y Putz 1992). La proyección, la simulación y el eigenanálisis de estas matrices, permitirán predecir a largo plazo, el efecto de cada

uno de los itinerarios de corte de hoja en el crecimiento de la población.

Hemos dado inicio a experimentos en campo para cuantificar el efecto que del ganado bovino y caprino sobre la demografía en poblaciones silvestres de *C. radicalis*. Estos datos serán integrados con los modelos de la matriz de transición descrita anteriormente, para así predecir el efecto a largo plazo que tienen la herbivoría sobre la dinámica poblacional. Konstant *et al.* (1995), realizó un estudio sobre la palma *Hyphaene petersiana*, determinando que el ganado genera una mayor pérdida foliar que la provocada por la extracción humana, y que éstos daños reducen el crecimiento de plantas juveniles al estado adulto.

Con el propósito de perfeccionar estos modelos de la población, y hacer mejores predicciones del impacto del corte de hojas y follaje en *C. radicalis*, es necesario también hacer investigaciones sobre polinización, dispersión y depredación de semillas, herbivoría de vertebrados e invertebrados nativos, así como patógenos asociados a esta palma. Se espera que futuras investigaciones aumentarán los esfuerzos locales hacia el manejo de las poblaciones silvestres, semi-silvestres y cultivadas de *C. radicalis* para mejorar la sustentabilidad de este recurso.

Agradecimientos

Agradecemos a Vivian Negrón por ayudar en la traducción.

Literatura citada

- Ataroff, M. y T. Schwarzkopf. 1992. Leaf production, reproductive patterns, field germination and seedling survival in *Chamaedorea bartlingiana*, a dioecious understory palm. *Oecologia* 92: 250-256.
- Ataroff, M. y T. Schwarzkopf. 1994. Vegetative growth in *Chamaedorea bartlingiana*. *Principes* 38: 24-32.
- Berry, E.J. y D.L. Gorchoy. (Accepted for publication). Reproductive biology of the dioecious understory palm *Chamaedorea radicalis* in a Mexican cloud forest: pollination vector, flowering phenology, and female fecundity. *Journal of Tropical Ecology*.
- Caswell, H. 1989. *Matrix population models*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. 328 p.
- Chazdon R. L. 1991. Plant size and form in the understory palm genus *Geonoma*: are species variations on a theme. *American Journal of Botany* 78: 680-694
- CITES. 1989. *Seventh meeting of the conference of Parties*. Amendments to Appendices I and II. Lausanne, Switzerland.
- Endress, B. A. 2002. *Population dynamics, conservation, and management of the palm Chamaedorea radicalis Mart. in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico*. Ph.D. dissertation, Miami University, Oxford, Ohio, USA.

- Endress, B.A., D.L., Gorchov, Peterson, M.B. y Padrón Serrano, E. (Accepted for publication). Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, its effects on leaf production, and implications for sustainable management. *Conservation Biology*.
- Henderson, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. *Botanical Review* 52: 221-259.
- Hodel, D. R. 1992. *Chamaedorea* palms. *The International Palm Society*. Allen Press, Lawrence, Kansas, USA. 338 pp.
- Jiménez-Pérez, J., Jurado-Ybarra, E., Trejo-Hernández, L. y J. M. Plácido de la Cruz. 1996. Inducción a la germinación de *Chamaedorea radicalis* Mart. ("palmilla"), con tratamientos físicos y químicos. *Biotam* 8: 41-44.
- Jones, F.A. y D.L. Gorchov. 2000. Patterns of abundance and human use of the vulnerable understory palm, *Chamaedorea radicalis* (Arecaceae), in a montane cloud forest, Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist* 45:421-430.
- Konstant, T.L. S. Sullivan y A. B. Cunningham. 1995. The effects of utilization by people and livestock of *Hyphaene petersiana* (Arecaceae) basketry resources in the palm savanna of north-central Namibia. *Economic Botany* 49: 345-356.
- Marshall, N. T. 1989. Parlor palms: increasing popularity threatens Central American species. *Traffic USA. World Wildlife Fund* 9(3).
- Martínez-Gallardo, R. y V. Sánchez-Cordero. 1993. Dietary value of fruits and seeds to spiny pocket mice, *Heteromys desmarestianus* (Heteromyidae). *Journal of Mammalogy* 74: 436-442.
- Mendoza, A., Piñero, D. y J. Sarukhán. 1987. Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 75: 545-554.
- Mora-Olivo, A., J. L., Mora-López, J. L. Jiménez-Pérez y J. Sifuentes-Silva. 1997. Vegetación y flora asociada a la palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Biotam* 8:1-10.
- O'Brien, T.G. y M.F. Kinnaird. 1996. Effect of harvest on leaf development of the Asian palm *Livistona rotundifolia*. *Conservation Biology* 10: 53-58.
- Oyama, K. 1990. Variation in growth and reproduction in the neotropical dioecious palm *Chamaedorea tepejilote*. *Journal of Ecology* 78: 648-663.
- Oyama, K. 1992. Conservation and exploitation of tropical resources: the case of *Chamaedorea* palms. *Evolutionary Trends in J.L. Plants* 6: 17-20.
- Oyama, K. y A. Mendoza. 1990. Effects of defoliation on growth, reproduction, and survival of a Neotropical dioecious palm, *Chamaedorea tepejilote*. *Biotropica* 22: 86-93.
- Pinard, M. y F. E. Putz. 1992. Population matrix models and palm resource management. *Bulletin de l'Institut Français de Études Andines* 21: 637-649.
- Ratsirarson, J. A., J. R. Silander y A. F. Richard. 1996. Conservation and management of a threatened Madagascar palm species, *Neodrypsis decaryi*, Jumelle. *Conservation Biology* 10: 40-52.
- Trejo-Hernández, L. 1992. La palmilla (*Chamaedorea* spp.) un recurso forestal no maderable en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas* 21: 53-55.
- Trejo-Hernández, L., González-Romo, C. E., Jiménez-Pérez, J. L., Pérez-Sánchez, F. y A. Berrones-Martínez. 1999. Manejo de palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart) en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *XXII Congreso anual de la Society for Ethnobiology*, Oaxaca, Mexico.
- Valiente-Banuet, A., F. González-Medrano y D. Piñero Dalmau. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana* 33:1-36.

26. Ecofisiología de los frutos de *Quercus sartorii* y *Quercus germana*

Leticia Ponce de León García

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
A.P. 55-535 MÉXICO, 09340
lplg@xanum.uam.mx

Abstract

Quercus sartorii and *Quercus germana* are the two main dominant oak species of the cloud forest in the "El Cielo" natural reserve. The purpose of this work was to characterize the morphological structure of the acorns, and to study the effect of temperature on the acorns conservation and germination. The longevity and germination of the acorns was also quantified in natural conditions in the soil bank. To estimate acorns production ten trees were considered. At the middle of the production period all the acorns present in the soil under the canopy of each tree were quantified, and production of acorns per tree was multiplied by the number of adult trees per hectare. The harvested acorns were measured and the number and weight of embryos and coats per acorn were determined. Viability of acorns was determined by the difenil tetrazolium clorure method and evidence of predation was considered as well. Acorns were preserved in the laboratory under controlled temperatures and buried in plastic nets-bags in the forest bank soil. Germination test were conducted at constant temperatures between 5 and 35°C in laboratory and in the soil forest. Acorn production was 8381/ha for *Q. sartorii* and 2187 acorns/ha for *Q. germana*. The number of embryos per acorn in the latter were 2 to 8 for more than 50% of the acorns in *Q. germana* and just 20% in *Q. sartorii*. Embryos of the same acorn are all products of sexual reproduction and differ in size and physiological characteristics. Curculionid larvae damage more than 50% of acorn production, which causes embryo death. Acorns contain recalcitrant seeds and most germinate spontaneously without additional water supply in temperatures comprised between 5 and 35°C. *Q. germana* acorns cannot be preserved in laboratory at constant temperatures nor in the natural soil bank where main temperatures are 19°C and a high relative humidity promotes germination. Some acorns of *Q. sartorii*, can be preserved in the laboratory at 5 °C constant temperature for nine months; higher temperatures are less effective. Germination occurs between 5 and 35°C with an optimal germination capacity at 20°C for both species. Although *Q. sartorii* acorn germination is more tolerant to temperatures greater than 20°C.

Some ecophysiological consequences are discussed.

Introducción

El género *Quercus* de la familia Fagaceae es de afinidad holártica, incluye cerca de 500 especies (Kleinshmit 1993, Rushton 1993) y presenta una amplia distribución mundial. En Estados Unidos de América existen 60 especies y en Europa 25. El número de especies que se localizan en México es muy elevado, la información disponible es controvertida: Dickson y Tomlinson (1996) consideran que se encuentran 125 especies, mientras que Martínez (1951) registra cerca de 250, de las cuales 80 son especies endémicas (Camus 1936-1939). En México, la mayoría de las especies forman parte de tres tipos de vegetación: encinares, bosques de pino-encino y bosques mesófilo de montaña, lo cuales ocupan respectivamente 5.5%, 3.3% y menos del 1% del territorio mexicano (Rzedowski 1978, Challenger 1998).

En el país, los encinos se localizan desde el nivel del mar hasta 3,100 m snm, según la especie. Más del 85% se encuentran entre los 1,200 a 2,800 m de altitud y son el elemento dominante en los bosques de la Sierra Madre Oriental (Rzedowski 1978). Según la clasificación de Trelease (1924), los encinos mexicanos pertenecen a los subgéneros *Erytrobalanus*, *Leucobalanus* y *Protobalanus*, que comprenden respectivamente: 128, 123 y dos especies. *Quercus sartorii* Liebm. y *Q. germana* Schtdl & Cham.l pertenecen a los subgéneros: *Erytrobalanus* y *Leucobalanus* (Trelease 1924), respectivamente.

Las características morfológicas y anatómicas, del fruto en particular, han sido descritas por diversos autores. El fruto de *Quercus* es llamado comúnmente bellota. Se trata de un aquenio policarpeal (cuatro carpelos) de varios centímetros y de pericarpio coriáceo envuelto alrededor de su base en mayor o menor grado, por una pieza de origen axial, acrescente, la cúpula. (Liebmann 1852, Chamisso y Schlechtendal 1830, Oersted 1869, Camus 1936-1939, Martínez 1951, McVaugh 1974, Spjut 1994).

En México, *Q. sartorii* y *Q. germana* han sido citadas como especies dominantes del dosel en las comunidades del bosque mesófilo de montaña de Tianchinol, Hidalgo (Miranda y Sharp 1950) y en las de Gómez Farías, Tamaulipas (Puig *et al.* 1987). *Quercus* aff. *germana* también se ha encontrado como especie dominante de bosques mesófilos en Veracruz, que ocupan altitudes medias de 1,400 a 1,600 m snm (Challenger 1998) y *Q. sartorii* de encinares en San Luis Potosí (Rzedowski 1966).

Las semillas de *Quercus* han sido consideradas desde hace tiempo como recalitrantes (Holmes y Busezewickz 1958), aunque existen pocos datos que precisen el contenido mínimo de agua requerido para mantener su viabilidad. Las semillas de *Q. nigra* y *Q. rubra* mueren si el contenido de humedad del embrión es inferior a un rango de 10 a 15% (Bonner 1996) y de 15 a 20% (Pritchard 1991), respectivamente. Esta característica determina la escasa participación de los achenios de *Quercus* en el banco de semillas del suelo del bosque.

Cabe señalar que el alto valor nutritivo de las reservas del cotiledón provoca que numerosos roedores y otros animales las consuman, y aunque pueden contribuir a su dispersión también reducen el número de semillas viables. Especies del subgénero *Erythrobalanus* y numerosas del subgénero *Lepidobalanus* presentan latencia fisiológica, tanto en la radícula como en el epicótilo (Olson 1974).

El objetivo de este trabajo fue estimar la producción, viabilidad y longevidad de los frutos de *Quercus sartorii* y *Q. germana*, caracterizarlos, determinar el efecto de la temperatura en su conservación y la participación de los mismos en el banco de semillas de la comunidad del bosque mesófilo de montaña.

Los achenios de *Quercus sartorii* y *Q. germana* fueron colectados de 10 árboles adultos de entre 30 y 40 metros de altura para cada especie, en los meses de diciembre y enero de 1982 a 1989 en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC).

En este trabajo me referiré indistintamente a los frutos de *Quercus* como achenios o bellotas.

La producción total de semillas por árbol adulto a lo largo del periodo de fructificación es difícil de estimar. Se cuantificó la producción instantánea de semillas (PI), que se define como la cantidad de bellotas presentes en un momento dado bajo la copa del árbol en el periodo de máxima producción. Aunque el valor de PI subestima la producción de los individuos en un periodo de fructificación,

permite obtener una primera aproximación respecto al número de bellotas que se incorporan a la dinámica del banco de semillas del bosque. La cuantificación se realizó en cinco árboles (con un diámetro de 50 a 60 cm de fuste) de cada especie y se obtuvo un promedio.

A partir de esa estimación se determinó el índice de fructificación (IF) que se define como el producto de la producción instantánea por la densidad de individuos adultos por hectárea (DH).

$$IF = PI \times DH$$

donde:

IF- Índice de fructificación, bellotas/hectárea

PI- Producción instantánea, bellotas/individuo

DH- Densidad de árboles adultos/hectárea

Adicionalmente, se determinó la proporción de bellotas viables y no viables. La caracterización se realizó en tres lotes de 50 achenios de cada especie, consistió en determinar: el número de embriones por achenio, el tamaño de los achenios. Así como el de los ejes embrionarios y los cotiledones y por último el peso fresco, peso seco y contenido de humedad de tegumentos, ejes embrionarios y cotiledones separadamente.

La viabilidad se determinó en una secuencia de experimentos que fueron repetidos al menos en tres árboles distintos para cada especie con las siguientes características: bajo la copa de árboles adultos cuyo tronco a 1.5 m de altura era mayor a 50 cm, se colectaron todos los achenios no germinados y aparentemente intactos. Los achenios fueron sumergidos durante 5 minutos en una solución de cloro al 5% y después enjuagados con agua destilada y secados a temperatura ambiente.

Los achenios que flotaron fueron seleccionados y previa verificación con el método de cloruro de tetrazolio (Cottrell 1947) y ante la evidencia de la ausencia de germinación después de 10 días de siembra, fueron cuantificados y clasificados como no viables.

Con el propósito de explicar las causas de la inviabilidad de los achenios, cuatro lotes de 200 achenios seleccionados por flotación fueron analizados para determinar el número de achenios infestados por larvas de curculiónidos, la evidencia de la acción de la larva es característica pues deja una pequeña perforación en el tegumento.

Los achenios que no flotaron fueron considerados como potencialmente viables. Los achenios potencialmente viables fueron separados en dos lotes experimentales para aplicar dos pruebas de viabilidad.

En la primera prueba se retiraron los tegumentos de tres lotes de 50 achenios de cada especie, los embriones fueron disecados a nivel de eje embrionario y embebidos utilizando una solución al 0.1% de cloruro de 2,3,5 trifenil-2H tetrazolio (Cottrell 1947). Los hidrógenos liberados por la respiración de los tejidos vivos del embrión se combinan con la solución de tratrazolio dando una coloración roja.

Los embriones que se colorean en rojo son considerados viables. La alta confiabilidad de esta prueba la ha generalizado como un método de identificación de semillas viables (Baskin y Baskin 1998). La otra prueba de viabilidad consistió en la germinación de los achenios. En este último caso se sembraron en la oscuridad y a 20°C, tres lotes de 100 achenios de cada especie inmediatamente después de colectados. Los porcentajes de germinación fueron recabados diariamente durante 60 días.

Se considera un achenio germinado cuando al menos una radícula se elonga visiblemente atravesando los tegumentos. Los experimentos de conservación y de germinación se efectuaron con achenios seleccionados por el método de flotación para garantizar la viabilidad de los lotes experimentales.

La conservación de semillas se realizó a tres temperaturas constantes y en la oscuridad en el laboratorio y directamente en el suelo del bosque. Se colectaron y seleccionaron lotes de achenios no parasitados que fueron sumergidos durante 5 min en una solución de cloro al 5% y después enjuagadas con agua destilada. Los achenios se dejaron secar, en un lugar seco y aireado, a temperatura ambiente por dos horas.

Los achenios fueron separados en 27 lotes de 100 achenios para *Q. sartorii* y 9 lotes de 100 para *Q. germana* colocados en cubetas de plástico con tapa a tres temperaturas: 5, 20 y 35°C durante nueve meses.

Cada mes se determinó la capacidad de germinación de los lotes; para ello se retiraban 300 semillas de *Q. sartorii* de cada temperatura y se sembraron en charolas de plástico sobre vermiculita húmeda, a la oscuridad y a 20°C. Se realizaron pruebas con cloruro tetrazolio para confirmar la ausencia de viabilidad de las semillas que no germinaron. En el caso de *Q. germana* el total de los achenios conservados a las tres temperaturas fueron retirados a los 30 días.

Para conocer la persistencia de las semillas en el bosque se seleccionaron tres sitios con el propósito de determinar el efecto del microclima

sobre la longevidad de los achenios: bosque primario, claro y suelo desnudo.

El 8 de diciembre de 1982 en cada sitio se enterraron 6 lotes de 300 achenios de *Q. sartorii* y de 100 de *Q. germana* contenidos en bolsas de malla de plástico una profundidad de 5 cm de suelo. El 8 de enero de 1983 se retiró un lote de cada especie y se determinó la capacidad de germinación. Este método permitió determinar también la acción de los depredadores sobre los achenios.

Producción de frutos

Las estrategias reproductivas de *Quercus sartorii* y *Q. germana* son distintas. En el transcurso de este estudio durante los años 1982 a 1989 *Q. sartorii* produjo semillas todos los años, mientras que *Q. germana* solamente en los periodos bianuales: 1982-83, 1985-86 y 1987-88, aunque ocasionalmente algún individuo tuvo una escasa producción en años intermedios, por lo que se podría considerar que la primera es una especie de fructificación anual y la otra bianual. La fructificación de ambas especies ocurre de octubre a febrero, aunque se pueden encontrar algunos individuos produciendo achenios en marzo. La cantidad de achenios producidos por *Q. sartorii* es mayor que los de *Q. germana*, como lo demuestran los datos de producción instantánea (PI) para ambas especies (**Cuadro 1**).

En los bosques de encinos en los Montes Apalaches, la producción de achenios por individuo, con un fuste aproximado de 50 a 60 cm de diámetro, fue calculada en 2,000 para *Q. alba*, 2,200 para *Q. nigra* y 750 para *Q. prinus* (Downs y McQuilkin 1944). Estos volúmenes de producción son cercanos al estimado para *Q. germana* y parecen destacar una producción relativamente elevada para *Q. sartorii*. De acuerdo con los autores el número de achenios producidos por árbol depende del diámetro del fuste.

Caracterización de los achenios o bellotas

Las observaciones sobre la morfología de los achenios muestran diferencias en el número de embriones contenidos en un achenio. Los achenios de *Q. sartorii* tienen por lo general un solo embrión y son más pequeños (**Cuadro 2, 3 y 4**). Sin embargo, es importante señalar que uno de cada 13 árboles presentaron de 30 a 35% de achenios con dos embriones.

El 50% de los achenios colectados de cada uno de los 10 árboles de *Q. germana* tienen más de

Cuadro 1. Producción de achenios de *Quercus sartorii* y *Q. germana*.

Especie de <i>Quercus</i>	Número de individuos con capacidad reproductiva por ha (Puig et al. 1987)	Producción instantánea de achenios viables por individuo	Porcentaje de viabilidad de la Producción instantánea	Índice de fructificación de achenios por ha	Índice de fructificación de achenios viables por ha
<i>Q. sartorii</i>	9.05	8381	49%	75848	37170
<i>Q. germana</i>	9	2187	48%	19688	9450

Cuadro 2. Dimensiones de los achenios de *Quercus sartorii*.

No. Árbol	Tamaño de Achenio (cm)		Tamaño de Embrión (cm)	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
1	1.92 ± 0.23	1.31 ± 0.07	1.56 ± 0.09	1.12 ± 0.1
2	1.75 ± 0.09	1.44 ± 0.1	1.56 ± 0.1	1.26 ± 0.11
3	1.91 ± 0.09	1.37 ± 0.06	1.65 ± 0.07	1.22 ± 0.07
Promedio	1.86 ± 0.17	1.38 ± 0.10	1.59 ± 0.10	1.20 ± (0.11)

Cuadro 3. Peso fresco (g), peso seco (g) y contenido de humedad (%) de los achenios de *Quercus sartorii*.

Estructura	Achenio	Tegumentos	Embrión
Peso fresco	2.24 ± 0.39	0.61 ± 0.11	1.59 ± 0.33
Peso seco	1.47 ± 0.26	0.42 ± 0.07	1.05 ± 0.22
Humedad	34.11 ± 6.39	30.23 ± 4.12	34.04 ± 3.62

Cuadro 4. Caracterización de achenios de *Quercus germana*: tamaño (cm).

Achenios	Embriones				
	Largo(cm)	Ancho(cm)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Largo del eje (cm)
Achenios monoembriónicos	3.34±0.45	2.44±0.29	2.86±0.44	2.1±0.318	0.73±0.20
Achenios poliembriónicos	3.40±0.54	2.75±0.32	2.90±0.65	2.43±0.58	0.56±0.10
Embriones secundarios			2.81±0.65	2.06±0.56	0.45±0.15
Promedio	3.37±0.50	2.60±0.34	2.86±0.59	2.22±0.53	0.58±0.19

un embrión (**Cuadro 5 y 6**). La **Fig. 1** muestra el porcentaje de akenios con un solo embrión, con dos embriones y con tres o más.

Los embriones de *Q. germana* son más grandes (**Cuadro 4, 5 y 6**) que los de *Q. sartorii* pero el tamaño varía según el número de embriones en el akenio; a menor número de embriones mayor el tamaño de los mismos, aunque por lo general se distingue uno de ellos por ser de mayor tamaño, a este embrión se le considera como embrión principal (**Cuadro 5 y 6**). No se determinaron las características genéticas de los embriones, un estudio de este tipo sería determinante para precisar si los embriones son producto de la fecundación de varios óvulos o algunos de ellos pudieran ser embriones nucleares.

La germinación muestra que dos o tres ejes embrionarios pueden encontrarse unidos en el cuello, que es la zona de transición entre la raíz y el tallo. Así, pueden mantenerse dos o más plántulas unidas durante el proceso de germinación y crecimiento. También se observó que dos ejes pueden compartir tres cotiledones. El ovario infero en la flor de *Quercus* está formado por tres carpelos, es trilocular, excepcionalmente tetralocular, y cada lóculo contiene dos óvulos. Si los óvulos fueran fecundados, potencialmente entre seis a ocho embriones podrían desarrollarse en un fruto.

Sin embargo, después de la fecundación un solo óvulo se desarrolla a expensas de los otros cinco, como en el caso de *Q. pedunculata* (Camus 1936-1939).

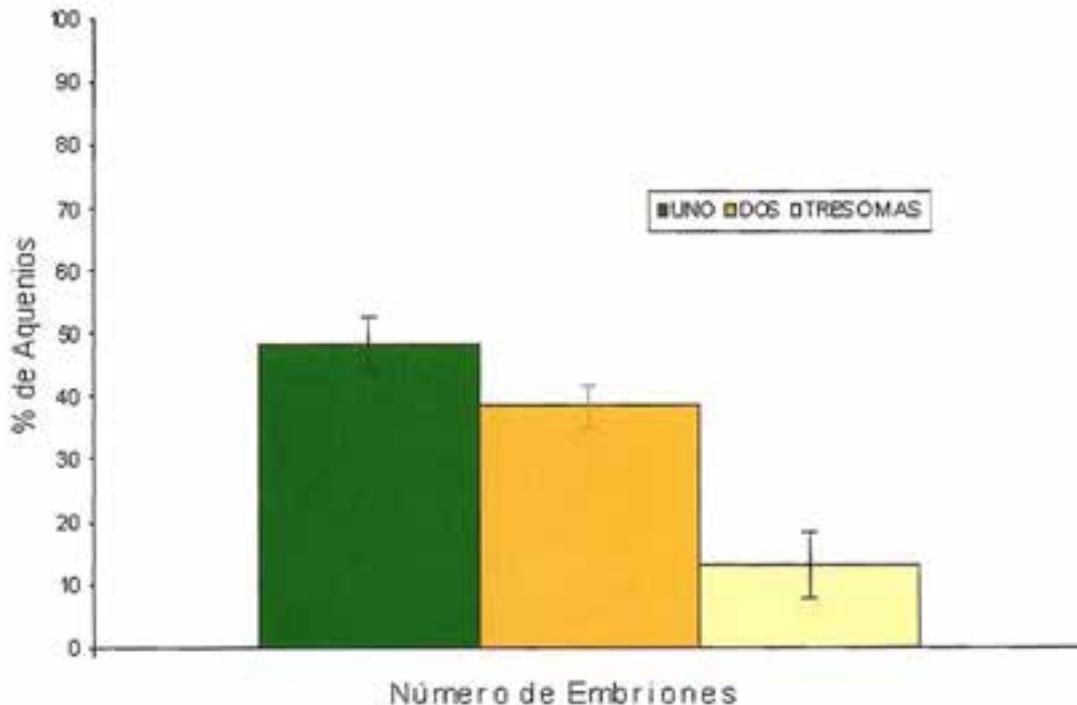


Figura 1. Número de embriones por akenio de *Quercus germana*.

Cuadro 5. Caracterización de akenios de *Quercus germana*: peso fresco (g).

Origen	Akenio	Tegumento	Suma de embriones	Embrión principal	Embrión secundario
Aukenios monoembrionicos	12.39±3.55	3.12±0.74	9.11±2.92	9.11±2.92	
Aukenios poliembrionicos	17.25±5.79	3.58±.95	13.37±5.16	7.69±3.15	4.73±2.85
Promedio	14.82±5.38	3.35±0.87	11.24±4.70	7.02±3.50	

Cuadro 6. Caracterización de achenios de *Quercus germana*: peso seco (g).

Origen	Achenio	Tegumento	Suma de embriones	Embrión principal	Embrión secundario
Achenios monoembriónicos	7.25±2.02	1.90±0.41	5.35±1.79	5.35±1.79	
Achenios Poliembriónicos	11.15±3.35	2.28±0.41	8.87±3.00	5.04±2.10	3.19±1.67
Promedio	9.20±3.385	2.09±0.45	7.11±3	4.45±2.07	

Se ha observado que los árboles resultantes podrían crecer integrando en la raíz, el fuste y la fronda más de un embrión y en consecuencia contar con la participación de más de un genoma.

Los achenios de *Q. sartorii* tienen un contenido de humedad de más de 30% (**Cuadro 3**) y en *Q. germana* cerca de 40% (**Cuadro 7**), por lo que las semillas de ambas especies pueden considerarse como recalcitrantes. La pérdida de agua en este tipo de semillas reduce drásticamente su viabilidad y longevidad.

Viabilidad

El promedio total de achenios no germinados y aparentemente intactos que se encontraban en el suelo bajo la copa de un árbol en el periodo de máxima fructificación se señala en el **Cuadro 1**.

La **Fig. 2** muestra el porcentaje de achenios viables que fueron seleccionados por flotación. De un total de 8,381 achenios de *Q. sartorii* y 2,187 de *Q. germana* 47% y 50% respectivamente, resultaron no viables. El método de flotación resultó muy eficaz para determinar la viabilidad de semillas de una manera rápida, ya que las diferencias con el método de cloruro de tetrazolio en las pruebas de germinación no fueron significativas.

El número de achenios atacados por larvas de curculiónidos en ambas especies es mayor a 40% y sólo cerca de 8-10% corresponde a semillas no viables por causas diversas (e.g. infecciones por hongos, alteraciones en el desarrollo). Las curvas de germinación obtenidas a 20°C y a la oscuridad, se presentan en la **Fig. 3**. Para elaborar dicha figura sólo se cuantificó la protrusión de la primera radícula en los achenios, si había más de un embrión y germinaban las otras radículas no fueron tomadas en cuenta. Como se observa en la **Fig. 2**, la capacidad de germinación de las semillas es elevada, la velocidad de germinación de *Q. germana*

es mayor que la de *Q. sartorii*, pero ambas especies germinan rápidamente.

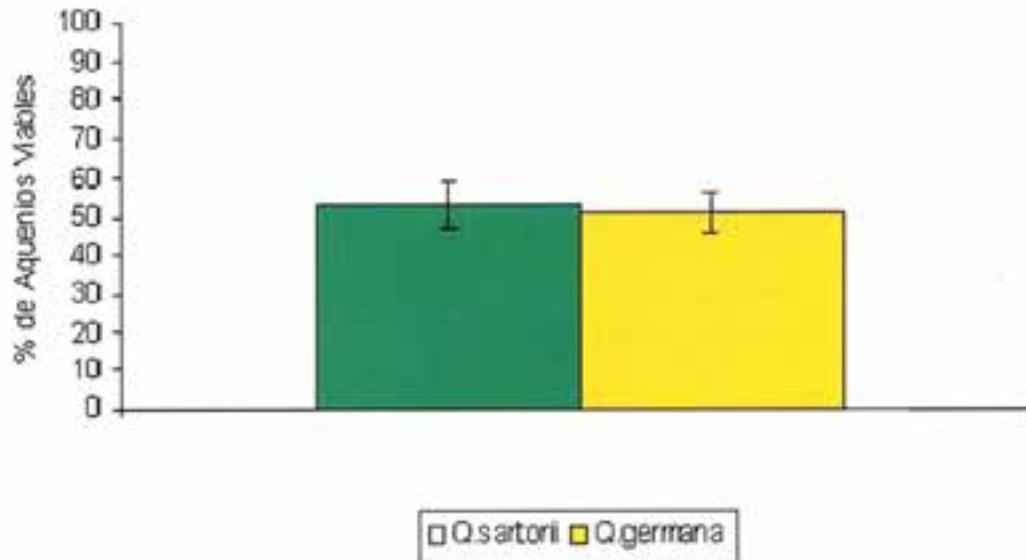
Debido a la presencia de más de un embrión en los lotes de 100 achenios de *Q. germana*, la capacidad total de germinación, tomando en cuenta la germinación de todos los embriones contenidos en los achenios, fue 40 días después de la siembra y fue de 62% en promedio.

Tomando en cuenta que la producción de *Q. sartorii* es anual y la de *Q. germana* es bianual, dos aspectos pueden facilitar la comparación de las estrategias reproductivas de ambas especies dominantes en el bosque mesófilo de montaña.

El primero, es comparar el número de individuos adultos con el número de embriones producidos por hectárea. El segundo, es comparar la biomasa reproductiva total invertida para asegurar el establecimiento de nuevos individuos. La biomasa reproductiva total por hectárea en dos años es de 339.8 kg (2.24g x 151,696 achenios) para *Q. sartorii* y 291.7 kg (14.82g x 19,688) para *Q. germana*, o sea 1.16 veces mayor para *Q. sartorii* (**Cuadro 1**). De acuerdo con los resultados de producción de embriones por hectárea en dos años *Q. sartorii* produce 7.7 veces más achenios que *Q. germana* (= 2 x 75848 / 19688) pero solamente produce 4.8 veces más embriones, pues esta última especie presenta con frecuencia achenios poliembriónicos. Cien achenios de *Q. germana* contienen cerca de 160 embriones. Si los embriones producidos por cada especie se desarrollaran individualmente, esto es cada uno produjera un árbol independiente y además tuvieran la misma probabilidad de establecimiento y desarrollo, podría esperarse la presencia de 4.8 veces más individuos de *Q. sartorii* que de *Q. germana*. El resultado de las estrategias reproductivas de las especies se refleja finalmente en la densidad de árboles determinada directamente en el bosque, que para *Q. sartorii* es solamente 2.9 veces mayor en plántulas y 1.7 veces en árboles (Sosa y Puig 1987).

Cuadro 7. Caracterización de achenios de *Quercus germana*: contenido de humedad (%).

Origen	Achenio	Tegumento	Suma de embriones	Embrión principal	Embrión secundario
Achenios monoembrionicos	42.11±1.10	40.77±10.80	41.70±2.84	41.70±2.84	
Achenios poliembrionicos	43.25±6.63	39.28±8	843.02±7.48	44.07±5.68	44.031±11.32
Promedio	42.68±4.79	40.03±9.54	42.36±5.70	43.42±7.88	

**Figura 2.** Viabilidad de achenios en *Quercus sartorii* y *Q. germana*.

Influencia de la temperatura en la conservación de achenios

La comparación de la viabilidad de los achenios conservados en el laboratorio a temperaturas constantes de 5, 20 y 35°C muestra que, a mayor temperatura, menor conservación (**Fig. 4**). Las semillas colocadas a 5°C mantienen una viabilidad alta durante los tres primeros meses, la viabilidad desciende paulatinamente y, entre el quinto y sexto mes, la viabilidad es próxima al 50%; a los nueve meses es apenas superior al 30%. En tanto que después de un mes a 20°C la viabilidad es de 38%; a los dos meses, inferior al 30% y entre los cuatro y cinco meses se sitúa entre 0 y 10%. Si los achenios son conservados a 35°C después de un mes la viabilidad de los lotes es de apenas 18% y antes de los dos meses es de 0%.

Esta experiencia confirma que las semillas de *Q. sartorii* son recalcitrantes y sugiere que en condiciones naturales en donde las temperaturas medias son en el primer trimestre del año de cerca de 20°C las semillas podrían permanecer viables máximo durante 5 meses, en tanto la imbibición de las semillas no ocurra. Sin embargo, esto resulta difícil pues la humedad del ambiente y el suelo son elevadas.

El mismo experimento fue realizado con achenios de *Q. germana* (**Fig. 5**), el resultado fue que todos los achenios viables (85%) conservados a temperaturas de entre 5 y 20°C germinan espontáneamente esto es no requieren de un sustrato húmedo para germinar. El contenido de humedad de los achenios (43%) es suficiente para disparar la germinación, por lo que resulta imposible la conservación de semillas de esta especie.

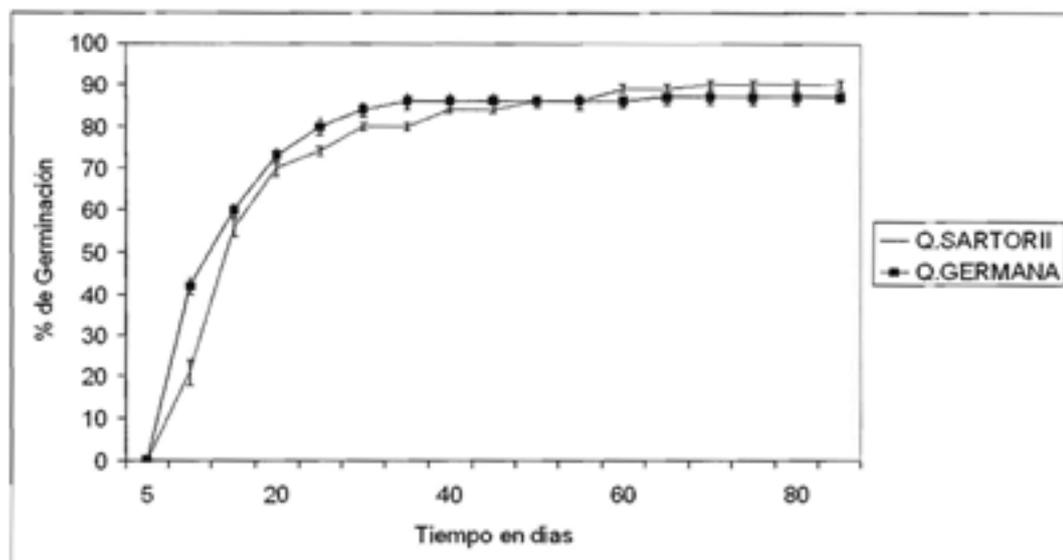


Figura 3. Porcentaje de germinación de *Quercus sartorii* y *Q. germana* a 20°C en relación al tiempo.

A temperaturas de 30 y 35°C sólo cerca de 40% de los achenios germina espontáneamente, al cabo de un mes el resto de las semillas pierden su viabilidad.

Permanencia de bellotas

A fin de comparar la dinámica de los achenios en el banco de semillas, achenios seleccionados se enterraron en el bosque, en un claro y en el suelo desnudo el 8 de diciembre. La capacidad de germinación previa a la colocación de las semillas en el suelo fue de 86%. Del 8 de diciembre de 1982 al 8 de enero de 1983, la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad fue en promedio de 21°C en los tres sitios: bosque, claro del bosque y suelo descubierto, se presentó un ligero incremento de temperatura en el suelo descubierto que no rebasó los 24°C. Cabe señalar, que las semillas enterradas de *Q. sartorii* presentaron diversos comportamientos. La mayoría germinó *in situ*, así obtuvimos una germinación de 80% en el bosque, 85% en el claro del bosque y 78% en suelo descubierto a los 30 días de enterradas en el suelo. Sólo un máximo de 10% de las semillas permanecieron viables sin germinar.

En este primer mes los roedores no recuperaron ninguna semilla de las que fueron colocadas en el suelo. Este experimento muestra que las semillas de *Quercus sartorii* dispersadas durante el mes de diciembre no permanecen en el banco de semillas, ya que germinan rápidamente independientemente de la cobertura vegetal del sitio en el que se encuentren. El contenido de humedad de las semillas y la humedad del suelo son suficientes para garantizar la germinación de la mayor parte de las semillas producidas en esa época del año.

La misma experiencia fue realizada con achenios de *Q. germana* pero los achenios de esta especie resultaron altamente apreciados por los roedores que recuperaron en el lapso de un mes entre el 80% y 90% de las semillas enterradas; las pocas restantes se encontraron germinadas *in situ*.

Como lo muestran los resultados del experimento de conservación, no se requiere un aporte adicional de agua para que las semillas germinen, por lo que sí la temperatura ambiental se encuentra en el rango de 5 y 25°C, la germinación de *Q. germana* ocurre. Solo los achenios recién caídos se encuentran sobre el suelo y su

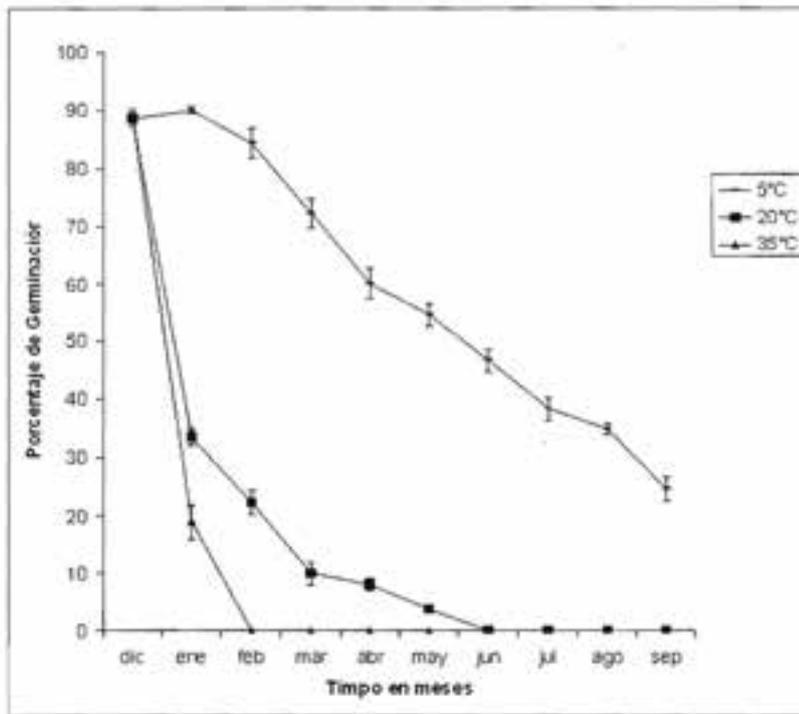


Figura 4. Conservación de aquenios de *Quercus sartorii* en tres niveles de temperatura en 10 meses de experimentación.



Figura 5. Aquenios de *Quercus germana*. (Foto, Abdel Garcia)

germinación es inminente si la temperatura es mayor a 5°C y menor a 25°C.

Por otra parte, con el objeto de estimar la acción de los roedores sobre *Q. germana* se extrajeron 180 embriones de aquenios de diferentes árboles y se dividieron en tres lotes de 60. Los cotiledones de los embriones de cada lote fueron seccionados retirándose un cuarto, la mitad, o tres cuartos de los cotiledones teniendo cuidado de no dañar el eje embrionario. En todos los casos la germinación fue posible, con la consecuente elongación de la radícula y emergencia del epicótilo hasta aparición de hojas. Los resultados sugieren que la acción de los roedores (principalmente ardillas) no afecta significativamente la germinación de gran parte de los aquenios, queda por determinar la influencia de la ablación de cotiledones durante el establecimiento de las plántulas.

Consideraciones finales

Quercus sartorii y *Q. germana*, dominantes del dosel del bosque mesófilo de montaña, podrían considerarse como especies primarias. El carácter recalcitrante de los embriones y la temperatura media del bosque impiden que la longevidad de los aquenios se prolongue más de un mes. En consecuencia resulta difícil la dispersión a distancia y por lo tanto, la colonización de sitios alejados de la planta madre, así como su participación en las primeras etapas de regeneración del bosque en zonas perturbadas. Los aquenios son intensamente depredados, principalmente por curculiónidos y roedores. Las ardillas actúan también como agentes dispersores, pues los aquenios no son consumidos en su totalidad y en tanto sólo sean afectados los cotiledones, la germinación es posible en gran parte de los casos. La germinación de los embriones múltiples y su fusión en una sola plántula fue observada en condiciones naturales en *Quercus germana*, esta estrategia ha sido escasamente señalada en otras especies y poco estudiada en árboles.

Literatura citada

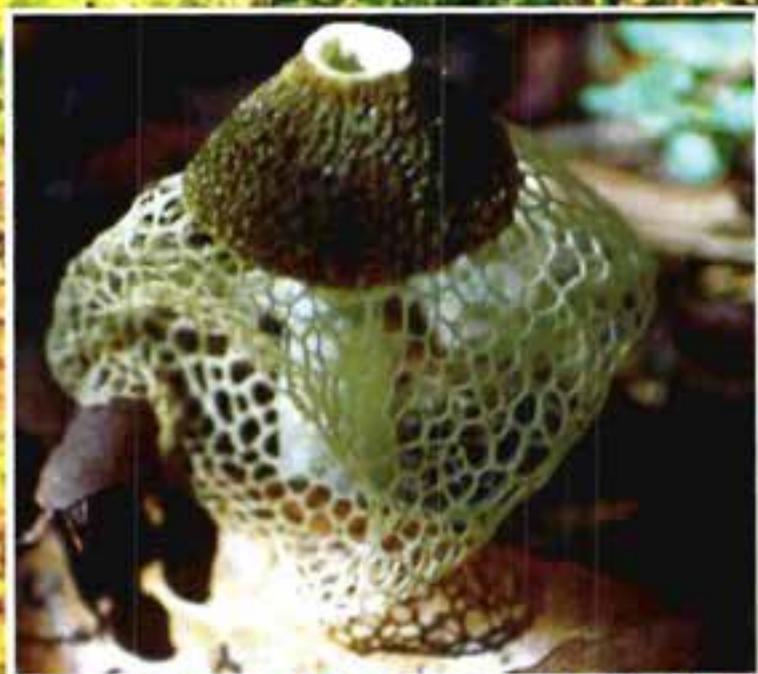
Baskin, C. C. y J. M. Baskin. 1998. *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, London. 665 p.
 Bonner, F.T. 1996. Responses to drying of recalcitrant seeds of *Quercus nigra* L. *Ann. Bot.* 78: 181-187.
 Camus, A. 1936-1939. *Monographie du genre Quercus. Vol I et II*. Paul Lechevalier, Paris. 686, 830 pp.

Challenger, A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (bosque mesófilo de montaña). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro*. 443-508 pp.
 Chamisso y Schlechtendal, 1830. *Quercus*. *Linnaea* 5:78
 Cottrell, H. J. 1947. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *Nature* 159: 748.
 Dickson, R. E. y P. T. Tomlinson. 1996. Oak growth, development and carbon metabolism in response to water stress. *Ann. Sci. For.* 53: 181-196.
 Downs, C. y W. E. McQuilkin. 1944. Seed production of Southern Appalachian oaks. *Journal of Forestry* 42: 913-920.
 Holmes, C. D. y G. Busezewickz. 1958. The storage of seed of temperate forest tree species. *For. Abstr.* 19: 313-322, 455-476.
 Kleinshmit, J. 1993. Intraespecific variation of growth and adaptive strains in Europe oak species. *Ann. Sci. For.* 50 (S1): 166-185s.
 Liebmann, F. M. 1852. America's vegetation. *Hooker's Jour. Bot.* 4: 321-327.
 Martínez, M. 1951. Los Encinos de México y Centroamérica. *An. Inst. biol. Méx.* 22: 351-368.
 McVaugh, R. 1974. Flora novo-Galiciana. Contributions from the University of Michigan Herbarium. *Univ. Herb. Univ. Mich. Ann Arbor ed.* 12, 1(3): 1-93.
 Miranda, F. y A. J. Sharp. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.
 Oersted, A. S. 1869. *Chênes de l'Amérique Tropicale*. Paris.
 Olson, D. F. Jr. 1974. *Quercus*. L. Oak. En: *Seeds of Woody Plants in the United States*. Schompmeyer C. S. Tech. Coord. *USDA Forest Service of Agriculture Handbook* No. 450. 244-246 pp.
 Pritchard, H. W. 1991. Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*. *Ann. Bot.* 67: 43-49.
 Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. En: *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. H. Puig, y R. Bracho (Eds.). Instituto de Ecología A.C. Publ., México. 55-80 pp.
 Rushton, B. S. 1993. Natural hybridization within the genus *Quercus*. L. *Ann. Sci. For.* 50 (S1): 73-90.
 Rzedowski, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina*: 5: 5-291.
 Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa Ed., México. 432 p.
 Sosa, V. y H. Puig 1987. Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. En: H Puig y R. Bracho (Eds.), Instituto de Ecología A.C., Publ., México D.F. 107-132 pp.
 Spjut, R. W. 1994. A systematic Treatment of fruit types. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. Vol.77. 182 p. NYBG, Bronx, New York.
 Trelease, W. 1924. The american oaks. *Mem. Nat. Acad. Sci.* 20:1-255.



IV

Los Hongos



27. Distribución y hospederos de Xylariaceae, Hymenoascomycetes

Felipe San Martín González¹ y Jack D. Rogers²

¹Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Blvd. Emilio Portes Gil, 1301 Poniente,
A. P. 175, 87010 Ciudad Victoria,
Tamaulipas, MÉXICO

²Department of Plant Pathology Washington State University
Pullman WA 99161-6430, U.S.A.

Abstract

Eighty one taxa of xylariaceous fungi collected in El Cielo Biosphere Reserve are listed. For each taxon I provide the bibliographic reference where its description can be found, and the vegetation type and substrate where it was collected. An artificial key to species of *Camillea*, *Biscogniauxia*, *Hypoxylon* and *Xylaria* is provided.

Introducción

El inventario sobre las plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) está bien documentado (Johnston *et al.* 1989, Lof 1980, Puig y Bracho 1987) y el registro de sus vertebrados parece esencialmente completo (Alvarez 1963, Harrel 1951, Hooper 1953, Martín 1955a, 1955b, 1958, Miksch y Sewall 1942). Por otra parte, los estudios micológicos en la RBC son escasos y la mayoría tratan de aspectos taxonómicos. Los grupos fúngicos mejor estudiados son los Aphyllophorales (Bandala *et al.* 1993, Valenzuela y Chacón 1991), Boletales (García 1993) e Hyphomycetes dematiáceos (Heredia 1989, 1994).

Con relación a los primeros xylariáceos descritos de la RBC, Hernández *et al.* (1951) registraron una especie de *Daldinia* (Fig. 1) y de *Xylaria*; Heredia (1989), enlistó: *Daldinia concentrica* (Bolton:Fr.) Ces. et De Not., *D. vernicosa* (Schwein.) Ces. et De Not., *Entonaema liquescens* Möell., *Xylaria coccophora* Mont., *X. grammica* (Mont.) Fr., *X. magnoliae* J. D. Rogers y *X. persicaria* (Schwein.:Fr.) Berk.

Siguiendo a Rogers (1979b), los hongos de la familia Xylariaceae son parásitos y saprófitos de plantas Angiospermas, y hasta sus representantes fimícolas se nutren primariamente de los restos de dichas plantas. De acuerdo con Brown (1913) y Luttrell (1951), los Xylariaceae se caracterizan por presentar un estroma bien desarrollado, generalmente negruzco, peritecios que desarrollan un *centrum* del tipo *Xylaria*, con ascos cilíndricos cuyo anillo apical bien desarrollado es amiloide.

Las ascosporas elipsoides a crescénticas, presentan un color desde amarillento a casi negro, en su parte dorsal o ventral se distingue un poro germinal central o una línea germinal recta, oblicua o espiralada.

En este capítulo, el número de hongos xylariáceos para los diferentes tipos de vegetación y substratos de la RBC se expande a 81 especies, gracias a los trabajos recientes de Rogers *et al.* (1996), San Martín y Lavín (1997a, 1997b), San Martín y Rogers (1989, 1993a, 1993b, 1995, 2000) y San Martín *et al.* (1997, 1998, 1999a, 1999b, 2000) (Apéndice 1). Para cada taxón se proporciona la referencia bibliográfica donde se encuentra su descripción, el substrato que colonizaba al momento de la colecta y el tipo de vegetación predominante en el lugar de la misma. Asimismo, se provee una clave para los géneros considerados (Apéndice 2) y para aquellos con mayor número de especies, a saber: *Biscogniauxia* (Apéndice 3, Fig. 2), *Kretzschmaria*, (Fig. 3) *Camillea* (Apéndice 4), *Hypoxylon* (Apéndice 5) y *Xylaria* (Apéndice 6 y Fig. 4).

Los colores, tanto de estromas como de pigmentos presentes en las especies de *Hypoxylon*, se dan de acuerdo con Reyner (1970). Para los acrónimos de herbarios se sigue a Holmgren *et al.* (1990).

Los especímenes abajo enlistados fueron recolectados e identificados entre 1986 y 1998, representan el 28% del total registrado para la República Mexicana. En el apartado "substrato" de la lista, se asume que el taxón fue encontrado sobre madera, al menos que se indique lo contrario. La mayoría de los ejemplares están depositados en el Instituto Tecnológico de Cd.

Literatura citada

- Alvarez, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 14: 363-473.
- Bandala, V.M., G. Guzmán y L. Montoya. 1993. Los hongos del grupo de los poliporáceos conocidos en México. *Reporte Científico No. Esp.* 13: 1-55.
- Brown, H.B. 1913. Studies in the development of *Xylaria*. *Ann. Mycol.* 11:1-2.
- Callan, B.E. y J.D. Rogers. 1990. Teleomorph-anamorph connections and correlations in some *Xylaria* species. *Mycotaxon* 36: 343-369.
- Cooke, M.C. 1883. On *Xylaria* and its allies. *Grevillea* 11: 81-94.
- Dargan, J.S. 1982. *Xylaria musooriensis* -A new species from India. *Mycologia* 74: 523-525.
- Dennis, R.W.G. 1956. Some *Xylarias* of tropical America. *Kew Bull.* 1956: 401-444.
- Dennis, R.W.G. 1957. Further notes on tropical american *Xylariaceae*. *Kew. Bull.* 1957. 297-332.
- Ellis, J.B. y B.M. Everhart. 1887. New species of fungi. *Jour. Mycol.* 3: 41-45.
- García, J. 1993. Una lista preliminar de los hongos del suborden Boletineae (Agaricales, Basidiomycetes) en el noreste de México. *Reporte Científico No. Esp.* 13:116-131.
- Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Bot. Mex.* 7: 1-18.
- Heredia, G. 1994. Hifomicetes dematiáceos en bosque Mesófilo de montaña. Registros nuevos para México. *Acta Bot. Mex.* 27: 15-32.
- Harrel, B.E. 1951. *The birds of Rancho El Cielo: an ecological investigation in the oak-sweet gum forest of Tamaulipas, Mexico.* Tesis de maestría en artes. Universidad de Minnesota. EUA. 103 pp.
- Hernández, X., E.H. Crum, W.B. Fox y A.J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club* 78: 458-463.
- Holmgren, P.K., N.H. Holmgren y L.C. Barnett. 1990. *Index. Herbariorum. I. The herbaria of the world.* 8th Ed. New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York. 693 pp.
- Hooper, E. 1953. Notes on mammals of Tamaulipas, Mexico. *Occas Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* 544: 1-12.
- Johnston, M., G. Nixon, G. Nesom y M. Martinez. 1989. Lista de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farias, Tamaulipas. *Biotam* 2: 21-33.
- Jong, S. C. y J. D. Rogers. 1970. *Penzigia frustulosa* in culture. *Mycologia* 62: 851-855.
- Ju, Y-M., F. San Martín y J.D. Rogers. 1993. Three xylariaceous fungi with scolecosporeous conidia. *Mycotaxon* 47: 219-228.
- Ju, Y-M. y J.D. Rogers. 1994. *Kretzschmariella culmorum* (Cooke) comb. nov. and notes on some other monocot-inhabiting xylariaceous fungi. *Mycotaxon* 51: 241-255.
- Ju, Y-M. y J.D. Rogers. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. *Mycologia Mem.* 20. 363 pp.
- Ju, Y-M., J.D. Rogers y F. San Martín. 1997. A revision of the genus *Daldinia*. y 61: 243-293.
- Ju, Y-M., J. D. Rogers, F. San Martín y A. Granmo. 1998. The genus *Biscogniauxia*. *Mycotaxon* 66: 1-98.
- Krug, R.F.C. 1974. A preliminary treatment of the genus *Podosordaria*. *Can. J. Bot.* 52: 859-605.
- Laessøe, T., J.D. Rogers y A.J.S. Whalley. 1989. *Camillea*, *Jongiella* and light-spored species of *Hypoxylon*. *Myc. Res.* 93: 121-155.
- Laessøe, T. y B.M. Spooner. 1994. *Rosellinia* and *Astrocystis* (Xylariaceae): new species and generic concepts. *Kew Bull.* 49: 1-70.
- Lof, V. 1980. *The ferns of the Rancho del Cielo region.* Tesis de maestría en artes. Universidad Pan Am, Texas. EUA. 161 p.
- Luttrell, E.S. 1951. Taxonomy of the Pyrenomycetes. *Univ. Missouri Stud.* 24 1-120.
- Martin, G.W. 1938. New or noteworthy fungi from Panama and Colombia II. *Mycologia* 30: 431-441.
- Martin, P.S. 1955a. Herpetological records from the Gomez Farias region of Southwestern Tamaulipas, Mexico. *Copeia* 3:173-180.
- Martin, P.S. 1955b. Zonal distribution of vertebrates in a Mexican cloud forest. *Amer. Nat.* 89: 347-361.
- Martin, P.S. 1958. A biogeography of reptiles and Amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan.* 101: 1-102.
- Miksch, G. and O. Sewall. 1942. Birds of the Gomez Farias region, Southwestern Tamaulipas. *Jour. Ornith.* 59: 1-35.
- Miller, J.H. 1934. Xylariaceae. in: C. E. Chardon y R. A. Toro eds. *Mycological Explorations of Venezuela. Monogr. Univ. Puerto Rico series B, No. 2:* 195-220.
- Miller, J.H. 1961. *A monograph of the world species of Hypoxylon.* Univ. Georgia Press, Athens. 158 p.
- Pouzar, Z. 1985. Reassessment of the *Hypoxylon serpense*-complex II. *Ces. Mykol.* 39: 129-134.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Instituto de Ecología A. C. México D. F. 189 pp.
- Reyner, R.W. 1970. A mycological colour chart. Commonwealth Mycological Institute, Kew and British Mycological Society. 34 pp. + Láminas I y II.
- Rogers, J.D. 1979a. *Xylaria magnoliae* sp. nov. and Comments on several other fruit-inhabiting species. *Can. J. Bot.* 57: 941-945.
- Rogers, J.D. 1979b. The Xylariaceae: systematic, Biological and evolutionary aspects. *Mycologia* 71: 1-42
- Rogers, J. D. 1981. *Sarcoxydon* and *Entonaema* (Xylariaceae). *Mycologia* 73: 28-61.
- Rogers, J.D. 1983. *Xylaria bulbosa*, *Xylaria curta* and *Xylaria longipes* in continental United States. *Mycologia* 75: 457-467.
- Rogers J.D. y B.E. Callan. 1986a. *Xylaria poitelstromata*, cultural description, and structure of conidia and ascospores. *Mycotaxon* 26: 287-298.
- Rogers, J.D. y B.E. Callan. 1986b. *Xylaria polymorpha* and its allies in continental United States. *Mycologia* 78: 391-400.
- Rogers, J.D. y Y-M. Ju. 1997. The genus *Stilbohypoxydon*. *Mycol. Res.* 101: 135-138.
- Rogers, J.D., T. Laessøe y J. Lodge. 1991. *Camillea*: new combinations and a new species. *Mycologia* 83: 224-227.

- Rogers, J.D., F. San Martín y Y-M. Ju. 1996. Mexican fungi: *Xylaria entosulphurea* sp. nov. and neotypification of *Entonaema globosum*. *Mycotaxon* 58: 483-487.
- Rogers, J.D., Y-M. Ju y F. San Martín. 1997. *Jumillera* and *Whalleya*, new genera segregated from *Biscogniauxia*. *Mycotaxon* 64: 39-50.
- Rogers, J.D., Y-M. Ju y F. San Martín. 1998. *Podosordaria*: a redefinition based on cultural studies of the type species. *Mycotaxon* 72: 61-72.
- Rogers, J.D., Y-M. Ju, R. Waitling y A.J.S. Whalley. 1999. A reinterpretation of *Daldinia concentrica* based upon a recently discovered specimen. *Mycotaxon* 72: 507-519.
- San Martín, F. 1992. *A mycofloristic and cultural study of the Xylariaceae of Mexico*. Tesis doctoral. Universidad estatal de Washington. EUA. 560 p.
- San Martín, F. y P. Lavín. 1997a. Los ascomycetes *Acanthonitschkia*, *Corynelia*, *Lopadostoma* y *Camarops* en México. *Acta Bot. Mex.* 41: 31-41.
- San Martín, F. y P. Lavín. 1997b. Datos sobre los géneros *Entonaema* y *Ustulina* (Pyrenomycetes, Xylariaceae). *Acta Bot. Mex.* 40: 25-35.
- San Martín, F. y J.D. Rogers. 1989. A preliminary account of *Xylaria* of Mexico. *Mycotaxon* 34:283-373.
- San Martín, F. y J. D. Rogers. 1993a. *Kretzschmaria*, *Leprieuria*, and *Poronia* in Mexico. *Mycotaxon* 48: 179-191.
- San Martín, F. y J.D. Rogers. 1993b. *Biscogniauxia* and *Camillea* in Mexico. *Mycotaxon* 47: 229-258.
- San Martín, F. y J.D. Rogers. 1995. *Rosellinia* and *Thamnomycetes* in Mexico. *Mycotaxon* 53: 115-127.
- San Martín, F. y J.D. Rogers. 2000. The genus *Nemania* (Pyrenomycetes, Xylariales) in Mexico. *Acta Bot. Mex.* (en prensa).
- San Martín, F., J.D. Rogers y P. Lavín. 1997. Algunas especies de *Xylaria* (Pyrenomycetes, Sphaeriales) habitantes en hojarasca de bosques mexicanos. *Rev.Mex. Mic.* 13: 58-69.
- San Martín, F., P. Lavín y E. Pérez-Silva. 1988. Xylariaceae fimícolas: *Xylaria equina* sp. nov. y nuevos registros mexicanos de *Xylaria pileiformis* y *Poronia erici*. *Acta Bot. Mex.* 42: 15-23.
- San Martín, F., J.D. Rogers y P. Lavín. 2000. Some species of *Xylaria* (Hymenoascomycetes, Xylariaceae) associated with oaks in Mexico. *Mycotaxon* (bajo arbitraje).
- San Martín, F., Y-M. Ju y J.D. Rogers. 1999a. Algunas especies de *Hypoxyton* (Pyrenomycetes, Xylariaceae) de México. *Acta Bot. Mex.* 47: 31-53.
- San Martín, F., P. Lavín, M. Esqueda y E. Pérez. 1999b. Additions to the known Xylariaceae (Hymenoascomycetes, Xylariales) of Sonora, México. *Mycotaxon* 70: 77-82.
- Starback, K. 1901. Ascomyceten der Ersten Regnellischen Expedition II. *Svensk Vet. Akad. Handlingar* 27: 1-26.
- Theissen, F. 1909. Xylariaceae Austro-Brasilienens. *Ann. Mycol.* 7: 141-167.
- Valenzuela, R. y S. Chacón. 1991. Los Poliporáceos de México, III. Algunas especies de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *Rev. Mex. Mic.* 7: 39-70.

Apéndice 1. Lista de hongos xylariáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo.

TAXON	SUBSTRATO	BTS*	BMM**	BEP+	AE++
<i>Anthostomella cf. melanosticta</i> (Ellis y Everhart, 1887).	Bambú	+	-	-	-
<i>Biscogniauxia capnodes</i> (Ju et al., 1998).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Biscogniauxia mediterranea</i> var. <i>mediterranea</i> (San Martín y Rogers, 1993b).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Biscogniauxia mediterranea</i> var. <i>microspora</i> (Ju et al., 1998)	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Camillea cyclisca</i> (Laessøe et al., 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Camillea magnifica</i> (San Martín y Rogers, 1993b).	<i>Guazuma ulmifolia</i>	+	-	-	-
<i>Camillea obularia</i> (Rogers et al., 1991).	<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	+
<i>Camillea punctulata</i> (Laessøe et al., 1989).	<i>Quercus</i> spp.	-	+	+	-
<i>Camillea tinctor</i> (Laessøe et al., 1989).	<i>Populus</i> y otras dicotiledóneas	+	+	-	-
<i>Creosphaeria sassafras</i> (Ju et al., 1993).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Daldinia childie</i> (Rogers et al., 1999).	<i>Magnolia</i> sp. y otras dicotiledóneas	-	+	-	-
<i>Daldinia clavata</i> (Ju et al., 1997)	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Daldinia grandis</i> (Ju et al., 1997)	<i>Quercus</i> sp.	+	-	-	-
<i>Daldinia eschscholzii</i> (Ju et al. 1997).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Entonaema liquescens</i> (Rogers, 1981; San Martín y Lavín, 1997b).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Entonaema pallida</i> (Martín 1938; San Martín y Lavín, 1997b).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon erythrostroma</i> (Ju y Rogers, 1996).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon haematostroma</i> (San Martín, 1992).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon lenormandii</i> (Ju y Rogers, 1996).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon monticulosum</i> (San Martín et al., 1999a).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon moriforme</i> (Ju y Rogers, 1996).	<i>Quercus</i> spp. y otras dicotiledóneas	+	-	+	-

*Bosque tropical subcaducifolio; ** Bosque mesófilo de montaña; +Bosque de encino-pino; ++Agroecosistema

Apéndice 1. (Continuación) Lista de hongos xylariáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo

TAXON	SUBSTRATO	BTS*	BMM**	BEP+	AE++
<i>Hypoxylon multiforme</i> (San Martín et al., 1999a).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Hypoxylon placentiforme</i> (San Martín et al., 1999a).	Carya sp.	-	+	-	-
<i>Hypoxylon shearii</i> (Ju y Rogers, 1996).	Quercus spp.	-	+	-	-
<i>Hypoxylon subgilvum</i> (Ju y Rogers, 1996).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon subrutilum</i> (Ju y Rogers, 1996).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Hypoxylon stygium</i> (Miller, 1961).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Hypoxylon thouarsianum</i> (Miller, 1961).	Quercus spp.	-	+	+	-
<i>Hypoxylon aff. ticinense</i> San Martín et al., 1999a.	Crataegus sp.	-	-	+	-
<i>Kretzschmaria sp. aff. cetrarioides</i> (San Martín y Rogers, 1993a).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Kretzschmaria sp. aff. heliscus</i> (San Martín y Rogers, 1993a).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Kretzschmariella culmorum</i> (Ju y Rogers, 1994).	Bambú	+	-	-	-
<i>Lopadostoma turgidum</i> (San Martín y Lavin, 1997a).	Quercus spp.	-	-	+	-
<i>Nemania bipapillata</i> (Pouzar, 1985).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Nemania confluens</i> (Laessøe y Spooner, 1994).	Dicotiledónea	-	-	+	-
<i>Nemania diffusa</i> (San Martín y Rogers, 2000).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Nemania effusa</i> (Pouzar, 1985).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Phylacia bomba</i> (Dennis, 1957).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Podosordaria entosulphurea</i> Rogers et al., 1998).	Raíces de <i>Eugenia capuli</i>	-	+	-	-
<i>Podosordaria muli</i> Rogers et al., 1998).	Estiércol de mula	-	+	-	-
<i>Poronia oedipus</i> Dennis, 1957).	Estiércol de Caballo	-	-	-	+
<i>Rosellinia evansii</i> (Laessøe y Spooner, 1994).	Dicotiledónea	-	-	+	-
<i>Rosellinia sublimbata</i> (San Martín y Rogers, 1995)	Monocotiledónea	+	-	-	-

Apéndice 1. (Continuación) Lista de hongos xylariáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo

TAXON	SUBSTRATO	BTS*	BMM**	BEP+	AE++
<i>Stilbohypoxylon quisquillarum</i> (Rogers y Ju, 1997).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Ustulina deusta</i> (San Martín y Lavin, 1997b).	<i>Quercus</i> sp.	-	+	-	-
<i>Xylaria adscendens</i> (San Martín y Rogers, 1989).	<i>Quercus</i> sp. y otras dicotiledóneas.	-	+	-	-
<i>Xylaria</i> cf. <i>aenea</i> (Dennis, 1956).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Xylaria alata</i> (San Martín y Rogers, 1989)	Suelo	+	-	-	-
<i>Xylaria amphithele</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Hojas secas	+	-	-	-
<i>Xylaria anisopleura</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Xylaria claviceps</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria cocco phora</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria cordovensis</i> (Cooke, 1883)	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Xylaria cubensis</i> (Dennis, 1956).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Xylaria curta</i> (Callan y Rogers, 1990).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Xylaria diminuta</i> (San Martín et al., 1997).	Hojas secas	+	-	-	-
<i>Xylaria enteroleuca</i> (Miller, 1934).	Dicotiledónea	+	+	-	-
<i>Xylaria eugeniae</i> (San Martín et al., 1997)	Hojas secas de <i>Eugenia capuli</i>	-	+	-	-
<i>Xylaria feejeensis</i> (San Martín, et al., 1999b).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria frustulosa</i> (Jong y Rogers, 1970).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria gracillima</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Suelo	+	-	-	-
<i>Xylaria grammica</i> (Dennis, 1956).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria guazumae</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Frutos secos de <i>Guazuma ulmifolia</i> .	+	-	-	-
<i>Xylaria ianthinovelutina</i> (Dennis, 1956).	Frutos secos leguminosas	+	-	-	-
<i>Xylaria juniperus</i> var. <i>asperula</i> (Starback, 1901).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Xylaria kegeliana</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria longiana</i> (San Martín y Rogers, 1989).	<i>Quercus</i> spp.	-	+	+	-

Apéndice 1. (Continuación) Lista de hongos xylariáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo

TAXON	SUBSTRATO	BTS*	BMM**	BEP+	AE++
<i>Xylaria longipes</i> (Rogers, 1983).	<i>Acer</i> sp.	-	+	-	-
<i>Xylaria magnoliae</i> (Rogers, 1979a).	Frutos secos de <i>Magnolia scheideana</i>	-	+	-	-
<i>Xylaria multiplex</i> (Dennis, 1956).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria musooriensis</i> (Dargan, 1982).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria oxyacanthae</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Frutos secos	+	+	-	-
<i>Xylaria persicaria</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Frutos secos de <i>Liquidambar styraciflua</i>	-	+	-	-
<i>Xylaria cf. phosphorea</i> (Dennis, 1956).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Xylaria aff. piperiformis</i> (San Martín, 1992).	Suelo	+	-	-	-
<i>Xylaria poitei</i> (Rogers y Callan, 1986a).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria polymorpha</i> (Rogers y Callan, 1986b).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria quercinophila</i> (San Martín <i>et al.</i> , 2000)	<i>Quercus</i> spp.	-	+	+	-
<i>Xylaria scruposa</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Xylaria subcoccophora</i> (San Martín <i>et al.</i> , 2000)	<i>Quercus</i> sp.	-	+	-	-
<i>Xylaria telfairii</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	-	+	-	-
<i>Xylaria uniapiculata</i> (San Martín y Rogers, 1989).	Dicotiledónea	+	-	-	-
<i>Whalleya microplaca</i> (Rogers <i>et al.</i> , 1997)	Dicotiledónea	+	-	-	-

Apéndice 2. Clave para los géneros de la Familia Xylariaceae

1. Peritecios inmersos en los tejidos del hospedante. Estroma presente, con clipeo o sin clipeo. Anamorfo de tipo <i>Nodulisporium</i> o <i>Libertella</i>	<i>Anthostomella</i>
1. Peritecios inmersos en un estroma	2
2. Peritecios con cuellos largos que terminan en un ostiolo colectivo cuando fusionados o en ostiolos individuales cuando muy próximos entre sí, organizados en una configuración valsoide dentro de un estroma parcial o totalmente inmerso en los tejidos del hospedante. Anamorfo de tipo <i>Libertella</i>	<i>Lopadostoma</i>
2. Peritecios no organizados en configuración valsoide	3
3. Estromas usualmente uniperiteciados	4
3. Estromas usualmente multiperiteciados	6
4. Estromas desarrollándose a partir de sinemas, cuando maduros con reminiscencias de los sinemas en la superficie a manera de cuernos o dedos. Anamorfo de tipo <i>Geniculosporium</i>	<i>Stilbohypoxyton</i>
4. Estromas no desarrollándose a partir de sinemas	5
5. Estromas por lo regular asociados a un subículo. Anamorfo de tipo <i>Geniculosporium</i> (<i>Geniculosporium</i> , <i>Dematophora</i> o <i>Acanthodochium</i>)	<i>Rosellinia*</i>
5. Estromas sin subículo, errumpentes o superficiales, con gránulos de color anaranjado inmediatamente abajo del ectostroma. Anamorfo de tipo <i>Libertella</i>	<i>Creosphaeria</i>
6. Estromas pulvinados a globosos, cuando frescos con la parte interna llena de un material acuoso-viscoso, huecos cuando secos. El tejido que cubre la cavidad interna es carnoso-gelatinoso cuando fresco y queratinoso cuando seco. Anamorfo de tipo <i>Nodulisporium</i>	<i>Entonaema</i>
6. Estromas cuando frescos con la parte interna carbonosa, fibrosa o carnosa	7
7. Estromas globosos, hemisféricos o turbinados, estipitados o no, con la parte interna organizada en anillos concéntricos. Anamorfo de tipo <i>Nodulisporium</i>	<i>Daldinia</i>
7. Estromas con el interior sin la organización de <i>Daldinia</i>	8
8. Ascosporas sin línea o poro germinativos	9
8. Ascosporas con línea o poro germinativos	10
9. Ascoma cleistocárpico. Estromas globosos a clavados. Ascosporas elipsoides a casi rectangulares, de color café pálido a amarillento. Anamorfo de tipo <i>Nodulisporium</i>	<i>Phylacia</i>
9. Ascoma peritecial. Estromas aplanados o erectos, de color obscuro. Ascosporas sub-hialinas a amarillentas, con la superficie espinosa o reticulada-poroide (la ornamentación superficial de las ascosporas sólo es claramente visible con microscopía electrónica de barrido). Anamorfo de tipo <i>Xylocladium</i>	<i>Camillea</i>

10. Estromas aplanados a ligeramente pulvinados. Peritecios rodeados de tejido fúngico de consistencia carbonosa a dura. Ascosporas unicelulares, de color café, o si bicelulares la célula grande de color café portando la línea germinal y la célula más pequeña hialina. Anamorfo de tipo <i>Periconiella</i> o menos frecuentemente de tipo <i>Nodulisporium</i>		<i>Biscogniauxia</i>
10. Peritecios rodeados de tejido fúngico de consistencia suave a veces mezclado con material del hospedante. Ascosporas unicelulares	11	
11. Estromas pulvinados a mas o menos hemisféricos, sésiles	12	
11. Estromas filiformes o claviformes, estipitados	15	
12. Estromas pulvinados a algo hemisféricos, con la superficie blanquecina, café-oscuro, rojiza o negra, con el interior negruzco o blanquecino, hueco en la madurez. Peritecios usualmente mayores de 0.7 mm de alto. Anamorfo de tipo <i>Geniculosporium</i>		<i>Ustulina+</i>
12. Estromas pulvinados, con peritecios usualmente menores de 0.7 mm de alto	13	
13. Estromas con la superficie negruzca o de colores brillantes, con pigmentos de diferentes colores que se evidencian al contacto del ectostroma o endostroma con KOH a 10%. Ascosporas con perisporio generalmente dehiscente al contacto con KOH a 10% y línea germinal en el lado convexo. Anamorfo tipo <i>Nodulisporium</i>		<i>Hypoxyton</i>
13. Estromas con la superficie negruzca, sin pigmentos de diferentes colores que se evidencian al contacto del ectostroma o endostroma con KOH a 10%	14	
14. Estromas pulvinados, asociados a madera de bambú. Ascosporas con perisporio no dehiscente en KOH a 10% y rodeadas de una envoltura hialina. Anamorfo de tipo <i>Mirandina</i>		<i>Kretzschmaria</i>
14. Estromas aplano-pulvinados, no restringidos a madera de bambú. Ascosporas usualmente con perisporio no dehiscente en KOH a 10% y raramente rodeadas de una envoltura hialina. Anamorfo de tipo <i>Geniculosporium</i>		<i>Nemania</i>
15. Estromas con el área fértil capitada, con la parte superior plana, estrictamente fimícolas. Anamorfo de tipo <i>Lindquistia</i>		<i>Poronia</i>
15. Estromas con el área fértil capitada, filiforme o clavada, con la parte superior redondeada, fimícolas o lignícolas. Anamorfo de tipo <i>Geniculosporium</i>	16	
16. Estromas pedicelados, rematados en una cabezuela globosa uni- o multiperiteciada, con protrusiones periteciales prominentes. Usualmente fimícolas		<i>Podosordaria++</i>
16. Estromas filiformes, cilindricos o clavados. Usualmente no fimícolas	17	
17. Parte fértil por lo regular más alta que ancha. Especies asociadas a madera de dicotiledóneas, monocotiledóneas, frutos u hojas en descomposición o suelo		<i>Xylaria+++</i>
17. Parte fértil por lo regular más ancha que alta. Especies asociadas a madera de dicotiledóneas, raramente a monocotiledóneas		<i>Kretzschmaria</i>

* Especies tropicales consideradas como pertenecientes a *Rosellinia*, en su mayoría habitantes en la madera de monocotiledóneas, no presentan subículo y quizás pertenezcan a otro género.+ Miller (1961) considera a *Ustulina* sinónimo de *Hypoxyton*. Datos anamórficos de ambos géneros no apoyan tal ubicación (ver discusión sobre *Hypoxyton deustum* [Hoffm.:Fr.] Grev. en Jong y Rogers, 1972). Laessøe y Spooner (1994) consideran a *Ustulina* sinónimo de *Kretzschmaria*.++ Krug (1974) acepta dentro del género a formas uniperiteciadas, total o parcialmente inmersas en el estiércol.+++Algunos taxa coprófilos como *Xylaria equina* San Martín et Guevara (San Martín et al., 1998) probablemente pertenezcan a *Podosordaria*, pero su anamorfo se desconoce.

Apéndice 3. Clave para las especies de *Biscogniauxia* presentes en la Reserva

- | | |
|---|---|
| 1. Estromas aplanados con la capa externa de color café o café-oscuro en la madurez; aberturas ostiolares ligeramente papiladas o punctadas. Ascosporas unicelulares, elipsoides, casi equilaterales con extremos estrechos o, menos frecuentemente, redondeados, de 8.5-15 x 5-7.5 μm | <i>B. capnodes</i> |
| 1. Combinación de caracteres diferente. Estromas con aberturas ostiolares prominentemente papiladas | 2 |
| 2. Estromas aplanados con la capa externa de color negruzco a negro brillante en la madurez. Ascosporas unicelulares, elipsoides, con extremos estrechos a redondeados, de 15.5-21 x 6.5-10 μm | <i>B. mediterranea</i>
var.
<i>mediterranea</i> |
| 2. Caracteres como arriba. Ascosporas de 12-17 x 5.5-7.5 μm | <i>B. mediterranea</i>
var. <i>Microspora</i> |

Apéndice 4. Clave para las especies de *Camillea* presentes en la Reserva

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Estromas casi aplanados o cilíndrico-cortos; ostiolos oscuros a ligeramente papilados. Ascosporas de color café- claro a café, verrucosas o equinuladas, de 12-16 x 5-6 μm | <i>C. obularia</i> |
| 1. Estromas aplanados. Ascosporas punctadas, reticuladas o con la ornamentación más compleja | 2 |
| 2. Ostiolos en el fondo de pequeñas horadaciones circulares. Ascosporas elipsoides con un extremo redondeado y el otro aguzado, de 8-10 (-11.5) x (3.5-) 4-4.5 (-5) μm . Estromas en madera de <i>Quercus</i> spp | <i>C. punctulata</i> |
| 2. Ostiolos no en el fondo de pequeñas horadaciones circulares. Ascosporas mayores y con ambos extremos iguales. Hospedantes diferentes a <i>Quercus</i> spp | 3 |
| 3. Madera bajo el estroma teñida de anaranjado. Ostiolos oscuros a conspicuamente papilados. Ascosporas de 13-20 (-21) x 6-9 μm | <i>C. tinctor</i> |
| 3. Madera bajo el estroma nunca teñida de anaranjado | 4 |
| 4. Ostiolos oscuros, punctados o ligeramente elevados. Ascosporas de (22-) 23-33 x (7-) 8-9 μm . Anillo apical del asco en forma de copa, de (12-) 12.5-14 (-14.5) μm de alto x 5-6 μm de ancho | <i>C. magnifica</i> |
| 4. Ostiolos oscuros o punctados. Ascosporas de (13-) 15-19 x (6-) 7-7.5 (-8) μm . Anillo apical del asco en forma casi rectangular, ensanchado hacia arriba en sección óptica, de 4.5-6 μm de alto x 3.4-4 μm de ancho | <i>C. cyclisca</i> |

Apéndice 5. Clave para las especies de *Hypoxylon* presentes en la Reserva

1. Estromas maduros con la superficie de diferentes colores, raramente negruzca; tejido estromático que circunda a cada peritecio no carbonizado; ostiolos por lo regular abajo de la superficie estromática (umbilicados), infrecuentemente al mismo nivel o algo más arriba de la superficie estromática (papilados), usualmente no rodeados por un disco anillado; perisporio, de ser dehiscente, con una ornamentación helicoidal visible conspicua o inconspicua (SECCION *HYPOXYLON*) 2
1. Estromas maduros con la superficie negruzca; tejido estromático que circunda a cada peritecio carbonizado; ostiolos por lo regular al mismo nivel o arriba de la superficie estromática (papilados), rodeados o no por un disco anillado; perisporio, de ser dehiscente, con un área engrosada visible de ca 1/3 de la longitud de la ascospora a partir de un extremo, en el mismo lado en que se presenta la línea germinal (SECCION *ANNULATA*) 10
2. Estromas peltados, placentiformes, hemisféricos o esféricos, con endostroma masivo de más de 2.5 mm de grueso; con gránulos de colores pálidos inmediatamente debajo de la superficie que contienen pigmentos extraíbles con KOH de color oliváceo (48), verdoso (90), isabelino (65), verde pálido (70) o infrecuentemente sin pigmentos aparentes; tejido homogéneo entre los peritecios y bajo la capa peritecial; peritecios tubulares. Ascosporas de 8.5-18.5 x 4.5-8 (-8.5) μm , con línea germinal recta a todo lo largo del propágulo; perisporio dehiscente en KOH a 10% *H. placentiforme*
2. Estromas generalmente pulvinados, con endostroma delgado, usualmente de menos de 2.5 mm de grueso; gránulos de varios colores inmediatamente abajo de la superficie y entre los peritecios 3
3. Superficie estromática de color negruzco en la madurez, de color rojo ladrillo (39) a sepia (63) cuando jóvenes, con pigmento extraíble en KOH a 10% de color sepia (63), los maduros sin pigmentos. Ostiolos papilados. Ascosporas con perisporio dehiscente en KOH a 10%, de 7-11 x 3.5-4.5 (-5) μm , con línea germinal sigmoide a todo lo largo del propágulo *H. monticulosum*
3. Ostiolos umbilicados o, menos frecuente al mismo nivel de la superficie estromática, de ser papilados la superficie estromática no negruzca en la madurez 4
4. Estromas glomerulados, por lo regular con protrusiones periteciales muy conspicuas, usualmente con la mitad o la totalidad de la protrusión expuesta 5
4. Estromas pulvinados o planos, con protrusiones periteciales inconspicuas o conspicuas 6
5. Estromas con gránulos de color café-anaranjado a café-oscuro inmediatamente abajo y entre los peritecios, con pigmentos extraíbles con KOH de color castaño (88), grisáceo (8), canela (62), café-amarillento (43), ámbar (9) u ocre (44). Ascosporas de 9.5-15 (-16) x 4-6.5 (-7) μm . Perisporio con ornamentación helicoidal inconspicua *H. lenormandii*
5. Estromas con gránulos de color amarillo o amarillento-anaranjado inmediatamente abajo y entre los peritecios, con pigmentos extraíbles con KOH de color lúteo (12). Ascosporas de 12-14 x 5.5-6.5 (-7) μm . Perisporio con ornamentación helicoidal conspicua *H. shearii*
6. Ascosporas de hasta 11 μm de largo 7
6. Ascosporas de más de 11 μm de largo 9
7. Superficie estromática de color rojo ladrillo (39), sepia (63), bayo (6) o rojo ladrillo obscuro (60), con gránulos de color rojo-anaranjado bajo la superficie y entre los peritecios; con pigmentos extraíbles con KOH de color anaranjado (7). Ascosporas

de 5-5.5 x 2.5 μm , con línea germinal recta a algo sigmoide, ubicada a todo lo largo del propágulo	<i>H. aff. ticinense</i>
7. Ascosporas mayores	8
8. Superficie estromática de color ladrillo-oscuro (60), gris-sepia (106) o ámbar (9). Ascosporas de (7-) 7.5-9.5 x 3-4.5 μm , con línea germinal recta casi o a todo lo largo del propágulo	<i>H. erythrostroma</i>
8. Superficie estromática de color ámbar (9), sepia (63), rojo-roya (39), siena (8) o bayo (6). Ascosporas de 7-11 x 3.5-5 μm , con línea germinal recta a ligeramente sigmoide a todo lo largo del propágulo	<i>H. subgilvum</i>
9. Superficie estromática de color café-amarillento (43), grisáceo (8) o rojo ladrillo (39), con gránulos de color rojo-anaranjado bajo la superficie y entre los peritecios; con pigmentos extraíbles con KOH de color anaranjado (7) o escarlata (5). Peritecios tubulares, de 0.3-0.6 mm de diámetro x 0.8-2.5 (-3) mm de alto. Ascosporas elipsoides-inequilaterales, de 13.5-18 (-19) x 7-8 (-8.5) μm , con perisporio liso	<i>H. haematostroma</i>
9. Superficie estromática de color sepia (63) o castaño(40), con gránulos de color café-rojizo oscuro bajo la superficie y entre los peritecios; con pigmentos extraíbles con KOH de color oliváceo (48), isabelino (65) o miel (64). Peritecios esféricos, de 0.2-0.5 mm de diámetro. Ascosporas de 13-23 (-24) x (6-) 6.5-10 (-10.5) μm , el perisporio con ornamentación helicoidal conspicua	<i>H. subrutilum</i>
10. Estromas de forma constantemente hemisférica a esférica, con gránulos de color negruzco inmediatamente abajo de la superficie. Especies invariablemente asociadas a <i>Quercus</i> spp	11
10. Estromas glomerulados, escutelados, pulvinados, hemisféricos o efuso pulvinados. Especies no restringidas a <i>Quercus</i>	12
11. Estromas con pigmentos extraíbles con KOH de color verde pálido (70). Ascosporas de color café claro a café, de 14-24 x 4.5-5 μm comúnmente colapsadas, con perisporio indehiscente, casi siempre con arrugas longitudinales	<i>H. thouarsianum</i>
11. Estromas con pigmentos extraíbles con KOH de color oliváceo-verdoso (90) o verde opaco (70). Ascosporas de color café a café oscuro, de 7.5-10.5 (-11) x 3.5-5 (-5.5) μm , por lo regular no colapsadas, con perisporio dehiscente	<i>H. annulatum</i>
12. Estromas escutelados, con la superficie convexa y la base constreñida, con pigmentos extraíbles con KOH de color oliváceo (48) a oliváceo-verdoso (90). Ascosporas de color café-claro a café, de 8.5-12 x 3.5-5 μm , con la línea germinal recta algo menor que el largo total del propágulo	<i>H. multiforme</i>
12. Combinación de caracteres diferente	13
13. Estromas pulvinados a efuso-pulvinados, con gránulos de color rojizo-café bajo la superficie. Peritecios de forma obovada a oblonga, de 0.2-0.3 mm de diámetro x 0.4-0.6 mm de alto; disco ostiolar de 0.1-0.2 mm de diámetro. Ascosporas de color café-claro, de 5-7 x 2-3 μm	<i>H. stygium</i>
13. Estromas glomerulados, con gránulos de color negruzco bajo la superficie. Peritecios esféricos, de 0.4-0.8 mm de diámetro; disco ostiolar de 0.2-0.4 mm de diámetro. Ascosporas de color café a café-oscuro, de 6-9 x 2.5-4 μm	<i>H. moniforme</i>

Apéndice 6. Clave para las especies de *Xylaria* presentes en la Reserva

1. Estromas creciendo sobre madera	2	
1. Estromas creciendo sobre restos de frutos, hojas secas o a partir del suelo	29	
2. Estromas de 5 mm o más de diámetro	3	
2. Estromas de 5 mm o menos de diámetro	17	
3. Superficie estromática de color cobrizo en la madurez. Ascosporas con la línea germinal inconspicua	4	
3. Superficie estromática de color blanco, blanquecino, amarillento, café-oscuro o negro. Ascosporas con la línea germinal conspicua, raramente inconspicua	5	
4. Estromas sésiles o subsésiles, clavados a hemisféricos, regularmente huecos, de 4-10 mm de diámetro. Ascosporas de (7-) 8-10 (-11) x 4-5 (-6) μm		<i>X. cubensis</i>
4. Estromas sésiles o con un estípite reducido, peltados a subglobosos, con el interior sólido, de 0.5-2 cm de diámetro. Ascosporas de (9-) 10-13 (-14) x (5-) 5.5-7 (-8) μm		<i>X. enteroleuca</i>
5. Estromas regularmente hipoxiloides, con la parte superior más o menos deprimida a umbonada, con la superficie de color café-oscuro a negruzco, brillante, de 1.5-6 mm de ancho x 2-3 mm de alto. Ascosporas de 4-) 5-5.5 x (2-) 2.5-3 μm		<i>X. frustulosa</i>
5. Estromas distintamente estipitados	6	
6. Estromas maduros con los ostiolos en áreas Ospiralaz hundidas. Parte fértil cilíndrica, ramificada o simple, con el ápice atenuado, aguzado o achatado, sobre estípites cortos que nacen de bases panosas, de 1-10 cm de alto x 2-12 mm de diámetro. Ascosporas de (9-) 9.5-13 (-14) x 4-5 (-5.5) μm		<i>X. adscendens</i>
6. Estromas maduros con los ostiolos no en áreas Ospiralaz hundidas	7	
7. Superficie estromática de color blanco, blanquecino o amarillento a anaranjado pálido	8	
7. Superficie estromática de color café o café-oscuro	12	
8. Parte fértil clavada a irregular, sobre un estípite corto u obsoleto, de 5.5-21 cm de longitud total x 2-4 cm de diámetro, al principio de color blanquecino y lisa después, cuando seca, negruzca y rugosa, con ostiolos hemisféricos. Ascosporas de color café-oscuro, de 14-17 (-18) x 5.5-6.5 μm , con línea germinal recta algo menor que la longitud total del Ospiralaz		<i>X. poitei</i>
8. Parte fértil más pequeña y menos arrugada cuando seca	9	
9. Ascosporas con la línea germinal oblicua o recta	10	
9. Ascosporas con la línea germinal Ospiralaza	11	
10. Parte fértil clavada a fusiforme, de color amarillento a anaranjado pálido, sobre un estípite corto o largo, de hasta 6.5 cm de longitud total x 4-9 mm de diámetro, con el interior hueco antes de que maduren los peritecios, con ostiolos umbilicados a inconspicuos. Ascosporas de color café-claro a café, de (17-) 18-21 (-22) x (5.5-) 6-7 μm , con línea germinal oblicua, corta		<i>X. tellairii</i>

10. Parte fértil cilíndrica-clavada a cilíndrica-fusiforme, de color blanquecino al principio, después con áreas alternas longitudinales de color blanquecino y negrozco, sobre un estípote corto o largo que se origina en una base panosa, de 7-13 cm de longitud total x 5-7 mm de diámetro, con el interior hueco después de la maduración de los peritecios, con ostiolas punctados dispuestos en hileras casi verticales. Ascosporas de color café a café-oscuro, de (9.5-) 10-12 (-12.5) x (4.5-) 5-5.5 μm , con línea germinal recta a todo lo largo del Ospiralaz *X. grammica*
11. Parte fértil cónica, de color blanquecino a amarillento, sobre un estípote corto o largo, grueso y Ospira, de 2-7 cm de longitud total x 0.4-3 cm de diámetro, con ostiolas umbilicados a ligeramente papilados. Ascosporas de color café-oscuro, de (19-) 20-23 (-25) x 8-9.5 (-10) μm *X. quercinophila*
11. Parte fértil cilíndrica a clavada, de color blanco a blanquecino, sobre un estípote corto o largo, glabro, de 4-12 cm de longitud total x 4-7 mm de diámetro, con ostiolas papilados de color negro, dispuestos en hileras verticales. Ascosporas de color café, elipsoides-inequilaterales a naviculares, de (27-) 28-33.5 (-35) x 6-7.5 (-8) μm , con línea germinal en espiral a todo lo largo del Ospiralaz *X. Ospiralaz*
12. Parte fértil subglobosa a Ospirala, sésil o sobre un estípote corto, de 0.3-5 cm de longitud total x 0.1-1.2 cm de diámetro, con la superficie arrugada y verrugosa, con ostiolas inconspicuos a hemisféricos. Ascosporas de 22-30 (-31) x 7.5-9 μm , con línea germinal oblicua, corta a Ospiralaza *X. anisopleura*
12. Parte fértil nunca sésil. Combinación de caracteres diferente 13
13. Parte fértil clavada-corta, clavada o cilíndrica, sobre un estípote corto o largo que parte de una base bulbosa, panosa, de 2-7 cm de longitud total x 5-7 mm de diámetro, con la superficie lisa o arrugada, con ostiolas cónicos a hemisféricos. Ascosporas de color café-oscuro a casi negro, de 8-10 (-11) x 4-5 μm , con línea germinal recta, inconspicua *X. claviceps*
13. Ascosporas con línea germinal conspicua. Combinación de caracteres diferente 14
14. Ascosporas con línea germinal recta u oblicua, corta 15
14. Ascosporas con línea germinal en espiral 16
15. Parte fértil de forma variable, sobre un estípote muy largo o corto, a veces profundamente enterrado, de 3-15 cm de longitud total x 0.8-3 cm de diámetro, con la superficie arrugada y verrugosa de color café-oscuro, con ostiolas inconspicuos a discoides. Ascosporas de (22-) 23-26 (-28) x 7.5-8 (-9) μm , con línea germinal recta a oblicua, corta *X. polymorpha*
15. Parte fértil clavada a cilíndrica, sobre un estípote pobremente definido y decusado, de 6-8 cm de longitud total x 1.5 cm de ancho, con la superficie muy arrugada de color negro brillante, con ostiolas papilados o a veces discoides. Ascosporas de (29-) 30-35 (-36) x 7-7.5 (-8) μm , con línea germinal recta, corta *X. cf. aenea*
16. Parte fértil cilíndrica, clavada o palmeada, sobre un estípote corto o largo, de 3-6 cm de longitud total x 0.5-1.5 cm de diámetro, con la superficie arrugada, verrugosa y escamosa, ostiolas papilados. Ascosporas de 13-16 x 4-5 (-5.5) μm *X. longipes*
16. Parte fértil clavada a irregular, cilíndrica o comprimida, con el ápice aguzado, estéril, sobre un estípote corto o largo, de 4-9 cm de longitud total x 3-7 mm de diámetro, con la superficie arrugada; ostiolas papilados. Ascosporas de (15.5-) 16-18 (-20) μm *X. cf. scruposa*
17. Parte fértil cilíndrica a irregular con el ápice aguzado a atenuado, estéril, de 2-4 cm de longitud total x 2-2.5 mm de diámetro, con la superficie de color café-anaranjado;

ostiolos cónico-papilados. Ascosporas de (9.5-) 10-12 (-13) x 4-5 µm, con una envoltura hialina y un apéndice celular hialino en un extremo	X.cf. <i>phosphorea</i>
17. Combinación de caracteres diferente. Superficie estromática con color diferente al café-anaranjado	18
18. Estromas con la capa externa organizada en bandas o escamas de color blanquecino, crema o amarillento	19
18. Estromas con la capa externa organizada en bandas o escamas de color café-claro, café o negruzco	22
19. Parte fértil cilíndrica con protrusiones periteciales prominentes, sobre un estípote corto o largo, glabro, de 1.5-6 cm de longitud total x 1-3 mm de diámetro, con la capa externa organizada en escamas de color amarillento; ostiolos ligeramente papilados. Ascosporas de color café, de 10-11 (-13) x (3.5-) 4-4.5 µm, con línea germinal recta algo menor que la longitud total del propágulo	X. <i>coccophora</i>
19. Combinación de caracteres diferente	20
20. Parte fértil cilíndrica, con protrusiones periteciales prominentes o discretas, sobre un estípote corto, glabro, de 1.5-3 cm de longitud total x 2 mm de diámetro, con la capa externa organizada en escamas o bandas de color blanquecino; ostiolos ligeramente papilados. Ascosporas de color café a café-oscuro, de (9-) 10-11 (-11.5) x 4-5 µm, con la línea germinal recta completa o algo menor que la longitud total del propágulo	X. <i>subcoccophora</i>
20. Combinación de caracteres diferente	21
21. Parte fértil clavada, cilíndrica o subglobosa con protrusiones periteciales discretas, sobre un estípote casi obsoleto o largo, tomentoso o glabro, de 0.5-6.5 cm de longitud total x 2-5 mm de diámetro, con la capa externa organizada en escamas de color blanquecino o crema; ostiolos discretamente papilados a hemisféricos, a veces discoides. Ascosporas de 8-12 x 4-4.5 µm, con la línea germinal recta completa o algo menor que la longitud total del propágulo	X. <i>curta</i>
21. Parte fértil clavada a clavada-corta, sobre un estípote corto o largo, veloso, de 1-5 cm de longitud total x 1-3.5 mm de diámetro, con la parte externa organizada en parches o bandas de color café, café oscuro o blanquecino; ostiolos finamente papilados a hemisféricos. Ascosporas de color café a café-oscuro, a veces con un apéndice hialino en un extremo, de (14-) 15-17 (-18) x (4.5-) 5-5.5 µm, con línea germinal recta, oblicua o sigmoide	X. <i>juniperus</i> var. <i>asperula</i>
22. Parte fértil cilíndrica, sobre un estípote corto o indefinido, glabro, de 1.5-3 cm de longitud total x 1.5-2 mm de diámetro, con la capa externa organizada en placas poligonales o bandas cortas; ostiolos inconspicuos a hemisféricamente papilados. Ascosporas de color café-claro a café, de 4.5-7 x 2.5-3.5 µm, con línea germinal inconspicua, menor que la longitud total del propágulo	X. <i>musooriensis</i>
22. Combinación de caracteres diferente. Ascosporas mayores	23
23. Parte fértil cilíndrica, clavada o irregular, sobre un estípote corto o largo, tomentoso, de 1.5-6 cm de longitud total x 2-5 mm de diámetro, con la parte externa de color café-oscuro a negruzco, a veces con escamas de color café; ostiolos inconspicuos a hemisféricos. Ascosporas de color café a café-oscuro, de 18-21 (-22) x 6-7 µm, con línea germinal oblicua o espiralada, corta	X. <i>scruposa</i>

23. Combinación de caracteres diferente	24
24. Ascosporas mayores de 12.5 µm	25
24. Ascosporas menores de 12.5 µm	26
25. Parte fértil clavada a clavada-corta, sobre un estípote corto o largo, veloso, de 1-5 cm de longitud total x 1-3.5 mm de diámetro, con la parte externa de color café, café obscuro o blanquecino; ostiols finamente papilados a hemisféricos. Ascosporas de color café a café-oscuro, a veces con un apéndice hialino en un extremo, de (14-) 15-17 (-18) x (4.5-) 5-5.5 µm, con línea germinal recta, oblicua o sigmoide, completa o algo menor que la longitud total del propágulo	<i>X. juniperus</i> var. <i>asperula</i>
25. Parte fértil clavada a cilíndrica, sobre un estípote corto, liso y acanalado, con tomento en la base, de 1-3 cm de longitud total x 2-3 mm de diámetro, con la parte externa organizada en bandas de color café; ostiols discretos a cónico-papilados. Ascosporas de color café-claro a café, de (12-) 12.5-15 x 4-5 µm, con línea germinal recta ocupando 1/3 de la longitud esporal	<i>X. cordovensis</i>
26. Ascosporas con un apéndice celular hialino en un extremo	27
26. Ascosporas sin apéndice celular hialino en un extremo	28
27. Parte fértil cilíndrica a clavado-cilíndrica, sobre un estípote corto o largo, con la base panosa, de 1.5-2 cm de longitud total x 1-3 mm de diámetro, con la parte externa organizada en placas poligonales de color café; ostiols papilados. Ascosporas de color café a café-oscuro, elipsoides, de 8-9 (-10) x 4.5-5 µm	<i>X. feejeensis</i>
27. Parte fértil cilíndrica a irregular, sobre un estípote corto con la base panosa, de 2.5-5.5 cm de longitud total x 2-5 mm de diámetro, con la parte externa de color café; ostiols papilados. Ascosporas de color café, elipsoides-inequilaterales, de 9-10 (-11) x (3.5-) 4 µm, con línea germinal recta a todo lo largo del propágulo	<i>X. uniapiculata</i>
28. Parte fértil cilíndrica a clavada, ondulada debido a las protrusiones periteciales, sobre un estípote corto o largo, pubescente, de 1-5.5 cm de longitud total x 1-2 mm de diámetro, con la parte externa de color café a café obscuro; ostiols punctados. Ascosporas de 9-11 (-12) x 4-4.5 (-5) µm. En diferentes hospedantes	<i>X. multiplex</i>
28. Parte fértil cilíndrica, sobre un estípote indefinido, tomentoso, de 2-6 cm de longitud total x 2-4 mm de diámetro, con la parte externa de color negruzco; ostiols ligeramente papilados. Ascosporas de (7.5-) 9-10 (-11) x 4-5 (-5.5) µm. En especies de <i>Quercus</i>	<i>X. longiana</i>
29. Estromas creciendo en restos de frutos	30
29. Estromas creciendo a partir del suelo	31
29. Estromas creciendo en hojas secas	33
30. Estromas sobre restos de vainas de leguminosas	<i>X. ianthino-velutina</i>
30. Estromas sobre restos de frutos de <i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>X. persicaria</i>
30. Estromas sobre estos de frutos de <i>Magnolia scheideana</i>	<i>X. magnoliae</i>
30. Estromas sobre restos de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>X. guazumae</i>

30. Estromas sobre restos de frutos no identificados (probablemente de *Crataegus* sp.) *X. oxyacanthae*
31. Parte fértil cilíndrica, sobre un estípote largo, tomentoso, de 3-5.5 cm de longitud total x 1-2 mm de diámetro. Con la parte externa de color café o gris; ostiolos cónicos. Ascosporas con un apéndice celular más o menos rectangular en cada extremo, de 8-10 x 3-4 μm (incluyendo los apéndices) *X. Alata*
31. Combinación de caracteres diferente 32
32. Parte fértil compuesta de peritecios más o menos desnudos sobre un raquis filiforme, tomentoso, con el ápice estéril, corto o largo, de 3-12 cm de longitud total x 1-3 mm de diámetro, negruzco, con ostiolos papilados. Ascosporas de 10-12 (-13) x 4-5 μm , con línea germinal recta menor que la longitud del propágulo *X. gracillima*
32. Parte fértil cilíndrica con los peritecios inmersos, sobre un estípote largo, convoluto, profundamente enterrado, con la base algo bulbosa, con el ápice redondeado y fértil o aguzado y estéril, de 8.5-17 cm de longitud total x 3-5 mm de diámetro, de color negruzco con restos de una capa conidial de color lila-rosado, con ostiolos cónico-papilados. Ascosporas de (6-) 6.5-7 (-7.5) x 3 (-3.5) μm , con línea germinal recta, inconspicua *X. aff. piperiformis*
33. Parte fértil consistente en una agregación de peritecios más o menos desnudos, sobre un raquis que se extiende hacia arriba como un ápice estéril y hacia abajo como un estípote glabro, de 0.8-2.5 cm de alto x 1-2.5 mm de diámetro, de color negruzco, con ostiolos más o menos papilados. Ascosporas de 12-14 (-15) x (6-) 7-8 μm con un apéndice hialino, acelular, triangular, cilíndrico o globular en cada extremo *Xylaria amphithele*
33. Combinación de caracteres diferente 34
34. Estromas filiformes, consistentes en un raquis cuya parte fértil presenta contornos periteciales prominentes, continuado arriba en un ápice estéril y hacia abajo en un estípote glabro, de 1.5-2 cm de alto x 1-1.2 mm de ancho, negros, con ostiolos papilados, hemisféricos. Ascosporas de 12-13.5 x 4-5 μm , con una envoltura hialina *Xylaria eugeniae*
34. Estromas cilíndricos, compuestos de agregaciones de peritecios más o menos desnudos, con el ápice estéril agudo, sobre un estípote filiforme, de 5-13 mm de longitud total x 0.5-1.5 mm de ancho, negros, con ostiolos papilados. Ascosporas de (5.5-) 6-7 x 3-3.5 (-4) μm *Xylaria diminuta.*



Figura 1. *Daldinia* sp.



Figura 2. *Biscogniauxia* sp.



Figura 3. *Kretzschmaria* sp.



Figura 4. *Xylaria* sp.

28. Hyphomycetes saprobios asociados a hojarasca en el bosque mesófilo

Gabriela Heredia Abarca

Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO.

Abstract

Composition and abundance of Hyphomycetes on *Quercus germana*, *Q. sartorii* and *Liquidambar styraciflua* leaf litter were studied using the litter bag method and damp chambers. Litter bags were placed in the cloud forest of the Biosphere Reserve El Cielo. A list including 38 species, most of them unknown from Mexico is presented. Variation in the abundance of the main fungal species along the decomposition of the three type of species is analyzed.

Introducción

Los Hyphomycetes comprenden un grupo de hongos microscópicos muy diverso y con una amplia distribución geográfica. Siguiendo la clasificación propuesta por Herrera y Ulloa (1990), se ubican como una clase en la subdivisión Deuteromycotina, que incluye especies cuya reproducción sexual se desconoce. Tradicionalmente se menciona que existen aproximadamente 10,000 especies. Sin embargo, según las estimaciones efectuadas por Hawksworth (1991) para el Reino Fungi, el número de especies de Hyphomycetes seguramente supera la cifra antes mencionada. Por su capacidad para vivir como parásitos y saprobios, estos hongos tienen importancia económica y ecológica. En México, las investigaciones sobre el grupo se han centrado en las especies fitoparásitas y causantes de micosis en el hombre y animales. Los estudios sobre especies saprobias se han enfocado en aspectos bio-tecnológicos de *Penicillium*, *Aspergillus* y *Rhizopus*. En la naturaleza, las especies saprobias participan junto con las bacterias y otros organismos de la meso y macrofauna del suelo en la degradación de restos orgánicos y consecuentemente en el reciclaje de nutrientes (Carlile y Watkinson 1994). En México la magnitud de la diversidad de los Hyphomycetes se desconoce. Debido a la carencia de especialistas en el territorio nacional, se han descrito apenas unas 170 especies provenientes de colectas de Campeche (Heredia y Mercado 1998), Tamaulipas (Heredia 1994) y Veracruz (Heredia et al. 1995, 1997).

Resulta imprescindible la realización de inventarios en áreas protegidas con baja o nula perturbación, es evidentemente que la exploración micológica debe incrementarse en las selvas y los bosques mesófilos, por presentar una amplia riqueza vegetal.

En particular, los bosques mesófilos de montaña por sus características climatológicas y el alto aporte de restos vegetales al suelo, crean un ambiente propicio para la proliferación de Hyphomycetes, los cuales habitan en cualquier tipo de material orgánico vivo o muerto, siendo troncos, ramas y hojas los sustratos idóneos donde prosperan.

En las hojas, los hongos microscópicos encuentran un nicho adecuado para su desarrollo (Pugh y Buckley 1971) y conforman lo que se conoce como micobiota foliicola (Subramanian 1983), cuya composición cambia a medida que maduran y envejecen las plantas. Algunos hongos tienen la capacidad de sobrevivir después de que las hojas mueren y se desprenden de las ramas. En el suelo, la competencia por el sustrato y la actividad depredadora por parte de organismos micófilos como son ácaros, lombrices, nemátodos y colémbolos (Parkinson et al. 1979) ejercen una influencia en la selección de las especies fúngicas. Ante tal situación, la mayoría de los hongos de las hojas vivas desaparecen paulatinamente, surgiendo en su lugar especies características de la hojarasca (Hudson 1968, Frankland 1981).

En el bosque mesófilo de la RBC, las hojas constituyen uno de los elementos más abundantes de la hojarasca. Bracho y Puig (1987) calcularon que 77% de los restos vegetales está compuesto por hojas, siendo las de *Liquidambar styraciflua*, *Quercus sartorii* y *Q. germana* las que aportan la mayor biomasa foliar al mantillo.

En el presente capítulo se expone información sobre la composición de los Hyphomycetes de las hojas de las especies arbóreas mencionadas y la variación en la abundancia de los hongos dominantes a lo largo de la descomposición de las hojas *in situ*.

Mediante la utilización de la técnica de confinado de material vegetal en bolsas de malla (20 x 25cm, 3mm de abertura) se siguió la descomposición de las hojas. En el bosque se colocaron bolsas en tres parcelas, para cada tipo de hoja se elaboraron 30 bolsas (cada una con 20 hojas). Las bolsas se recogieron periódicamente; en cada muestreo se tomaron dos bolsas de cada parcela para cada tipo de hoja. La detección de los hongos se efectuó mediante cámaras húmedas, para lo cual se cortaron círculos (5mm diam.) de todas las hojas de cada bolsa y se colocaron (50 círculos repartidos en 2 cajas) en cajas de petri de cristal con papel filtro humedecido. Al inicio del estudio se valoró la micobiota existente en hojas vivas aun adheridas a las ramas (hojas verdes) de cada una de las especies. La cuantificación y revisión al microscopio de los hongos se efectuó realizando preparaciones permanentes mediante la técnica de Langvard (1980). Para cada una de las especies se obtuvo el porcentaje de frecuencia de aparición (% Fra) en cada muestreo. Para mayores detalles metodológicos véase Heredia (1993).

En el Cuadro 1 se presenta una lista con las especies identificadas en los tres tipos de hojas. La mayoría de los taxos determinados de Hyphomycetes no se conocían para el estado de Tamaulipas e incluso para México. La lista incluye 38 especies, ubicadas en 31 géneros. Sobresalen por su abundancia y frecuencia de aparición a lo largo de la descomposición de las hojas, hongos de la familia Dematiaceae, los cuales se caracterizan por tener una pigmentación café-negruzca ya sea en algunas o en todas sus estructuras. Estos hongos generalmente desarrollan paredes gruesas y melanizadas en el micelio y en otras estructuras como setas y clamidosporas. Al parecer las especies dematiáceas están mejor adaptadas a las adversidades físicas (desección y exposición a la luz ultra-violeta) y biológicas (lisis bacteriana y depredación por organismos micófagos) prevalentes en las hojas (Dix y Webster 1995). Entre las especies identificadas se encuentran hongos saprobios generalistas, cuya distribución es cosmopolita; tal es el caso de: *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Epicoecum nigrum*, *Nigrospora sphaerica* y *Trichoderma viride*. El resto comprende a especies que prefieren desarrollarse sobre las hojas muertas y cuya distribución se extiende principalmente a zonas tropicales. *Diplocladiella scalaroides*,

Teratosperma singulare, *Tetraploa aristata* y *Tripospermum myrtii* están asociadas a hojas y ramas en sistemas acuáticos, se caracterizan por presentar esporas con largos apéndices que les permiten anclarse a los restos vegetales sumergidos (Goh 1997). Su presencia en el bosque mesófilo seguramente responde a la alta humedad relativa prevalente en el ambiente, que enriquece la diversidad micológica de estos bosques. A lo largo de la descomposición de las hojas, la mayoría de los hongos se presentaron en forma esporádica y poco abundante. De las 35 especies identificadas en las hojas muertas, solamente siete aparecieron constantemente y con una frecuencia superior al 10% a lo largo de los diferentes muestreos. Las especies que figuraron por su abundancia y constancia a lo largo de la descomposición de las hojas fueron: *Beltrania rhombica*, *Beltraniella portoricensis*, *Cryptophiale kakombensis*, *Dictyochoeta assamica*, *Chalara alabamensis*, *Cylindrocladium scoparium* y *Subulispora procurvata*. En la Fig. 1 se presenta la variación de la abundancia de las especies antes mencionadas para cada tipo de hoja estudiado. En *Quercus germana* y *Q. sartorii*, *Beltrania rhombica* presentó valores altos en cuanto a su frecuencia de aparición. Este hongo se caracteriza por presentar conidios unicelulares, hialinos en forma de rombo y aún cuando se registra comúnmente en restos vegetales de zonas tropicales, poco se conoce sobre su dinámica a medida que las hojas se degradan. *Chalara alabamensis* apareció en forma sobresaliente en las hojas de encinos (Fig. 1). Al parecer, a medida que avanza la descomposición, aumenta proporcionalmente su abundancia. Este hongo presenta preferencia para desarrollarse en hojas de encino, fue descrito sobre hojas muertas de *Quercus nigra* (Morgan-Jones e Ingram 1976) en Alabama y ha sido colectada en Costa de Marfil (Rambelli et al. 1983), Brasil (Piccolo-Grandi 1994) y con frecuencia en hojas de *Q. xalapensis* y *Q. germana* en el estado de Veracruz (Heredia 1994). *Dictyochoeta assamica*, *Beltraniella portoricensis* y *Subulispora procurvata* son especies típicas de hojas muertas en plantas tropicales. Comúnmente se desarrollan sobre las nervaduras foliares y en los raquis formando pequeñas colonias grisáceas. En las hojas de *Liquidambar styraciflua* el hongo más abundante a lo largo de la descomposición fue *Cylindrocladium scoparium*, especie fitopatógena causante de marchitamientos y "damping-off" en plantas ornamentales (Farr et al. 1989).

Cuadro 1. Especies de Hyphomycetes identificados en las hojas vivas y en descomposición de *Quercus germana* (Q.g.), *Q. sartorii* (Q.s.) y *Liquidambar styraciflua* (L. s.).

Especies	Hojas vivas			Hojas muertas		
	Q.g.	Q.s.	L.s.	Q.g.	Q.s.	L.s.
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	+	+	+	+	+	+
<i>A. tenuissima</i> (Kunze ex Pers.) Wiltsh.	+	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	+	+	-	+	+	+
<i>Aspergillus niger</i> van Tiegh.	-	-	-	+	+	+
<i>Beltrania querna</i> Harkn.	+	+	-	+	+	-
<i>Beltrania rhombica</i> Penz.	+	+	+	+	+	+
<i>Beltraniella portoricensis</i> (F. Stevens) Piroz. et S.D. Patil	+	+	+	+	+	+
<i>Curvularia lunata</i> (Wakker) Boedijn.	+	+	+	-	-	+
<i>Cylindrocladium scoparium</i> Morgan	-	-	-	+	+	+
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	+	+	+	+	+	+
<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link ex S.F. Gray	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptophiale kakombensis</i> Piroz.	-	-	-	+	+	+
<i>Chalara alabamensis</i> Morgan-Jones et E. Ingram	-	-	-	+	+	+
<i>Chalara urceolata</i> Nag. Raj et Kendr.	-	-	-	+	+	-
<i>Dactylella ellipsospora</i> Grove	-	-	-	-	-	+
<i>Dendrosporium lobatum</i> (Plakidas et Edgerton)	-	-	-	-	-	+
<i>Dictyosporium heptasporum</i> (Garov.) Damon	-	-	-	+	-	-
<i>Dictyochaeta assamica</i> (Agn.) Aramb., Cabello et Mengasc.	+	+	-	+	+	+
<i>Dictyochaeta simplex</i> (S. Hughes et W.B. Kendr.) Hof.-Jech.	-	-	-	+	+	-
<i>Diplocadiella scalaroides</i> Arnaud	-	-	-	+	-	+
<i>Drechslera hawaiiensis</i> Subram et Sain	-	-	-	+	+	+
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	+	+	+	+	+	+
<i>Gyothrix podosperma</i> (Corda) Rabenhorst	-	-	-	+	-	-
<i>Idriella lunata</i> Nelson et Wilhelm	+	-	-	+	-	-
<i>Menisporopsis theobromae</i> S. Hughes	-	-	-	-	+	-
<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) E.W. Masson	-	-	-	-	+	-
<i>Olpitrichum macrosporum</i> Atkinson	+	-	-	-	-	-
<i>Periconia byssoides</i> Mason et M.B. Ellis	-	-	-	+	-	+
<i>Pithomyces chartarum</i> (Berk. et Curtis) M.B. Ellis	+	-	-	+	+	-
<i>Rhinochadiella*</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Stachybotrys atra</i> Corda	-	-	-	-	-	+
<i>Stachybotrys kampalensis</i> Hansf.	-	-	-	-	+	+
<i>Sporendocladia bactrospora</i> (J.B. Kendri.) M. Wingfield	-	-	-	+	+	-
<i>Subulispora procurvata</i> Tubaki	-	-	+	+	+	+
<i>Teratosperma singulare</i> Syd.	-	-	-	+	-	-
<i>Tetraploa aristata</i> Berk. et Broome	+	+	-	+	-	-
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	-	-	-	+	+	+
<i>Tripospermum myrti</i> (Lind.) S. Hughes	+	+	+	-	-	-

* Estado asexual de *Dictyotrichiella mansonii* Schol-Schwarz

+ = Presencia; - = Ausencia

Como puede apreciarse en la **Fig. 1**, las especies en las hojas de encinos presentan un comportamiento semejante entre ellas y, a su vez diferente al de las hojas de liquidámbar. Esto seguramente está relacionado con la consistencia y características químicas foliares. Las hojas de encino contienen una alta cantidad de taninos, lo que les confiere una mayor resistencia a la descomposición (Frankland 1988). Por el contrario, las hojas de liquidámbar contienen materiales fácilmente degradables, por lo que en un menor periodo de tiempo los recursos nutritivos foliares desaparecen. Por otra parte, en el caso de las hojas de liquidámbar no se descarta la posibilidad de que la presencia tan abundante de *C. scoparium* ejerza un efecto inhibitorio en el desarrollo de otros hongos.

Para las zonas tropicales y las semitropicales existen pocos trabajos que detallen en forma cualitativa y a largo plazo los cambios de especies fúngicas durante la descomposición de las hojas. Las contribuciones al respecto son variadas en cuanto a metodologías y enfoques. Se han analizado materiales de India (Subramania y Vittal 1979, 1980), Guyana Francesa (Kiffer *et al.* 1981), Puerto Rico (Polishook *et al.* 1996), Costa Rica (Bills y Polishook 1994), Brasil (Piccolo-Grandi 1994) y Costa de Marfil (Rambelli *et al.* 1983). En contraposición, la micobiota de hojas de zonas templadas está mejor documentada (Hudson 1968); figuran especies de *Pinus* (Kendrick y Burges 1962, Godeas 1992, Tokumasu *et al.* 1994), *Fagus* (Hogg y Hudson 1966), *Populus* (Wildman y Parkinson 1979) y *Abies* (Aoki *et al.* 1992). Al comparar la composición de la micobiota registrada en zonas templadas y zonas tropicales con la determinada en el presente trabajo, resulta evidente que la micobiota de las hojas estudiadas tienen una amplia similitud con la registrada para las hojas de zonas tropicales. Estos resultados concuerdan con Tokumasu (1985), quien señaló que más que el tipo de hoja, son los factores climatológicos los que determinan la composición fúngica de las hojas en descomposición. Cabe mencionar que la presente contribución dista mucho de abarcar la totalidad de las especies de Hyphomycetes que habitan en las hojas estudiadas en la RBC, ya que tanto la metodología de campo como las técnicas empleadas para la detección y observación de estos hongos son selectivas en el tipo de resultados obtenidos. Las ventajas y desventajas de la utilización de bolsas de hojarasca en estudios micológicos han sido discutidas por St. John (1980). Uno de los

aspectos problemáticos de esta técnica radica en que cuando se utiliza malla con aperturas pequeñas se limitan el paso de la macrofauna edáfica, lo que reduce la fragmentación del sustrato, fenómeno que además de liberar sustancias nutritivas, incrementa las superficies de colonización por los hongos (Sharma *et al.* 1995). Asimismo, la ingestión de los restos vegetales, su degradación y subsecuente expulsión en las excretas aumenta su digestibilidad, dando oportunidad a que el sustrato sea colonizado por especies con limitada plasticidad enzimática.

No obstante, el método de las bolsas de malla permite, al menos durante la mayor parte del proceso de descomposición, monitorear y comparar cualquier tipo de material vegetal bajo condiciones naturales, sin el riesgo de que este sea confundido o contaminado por materiales ajenos. En cuanto a la técnica de Langvad (1980) para evaluar la micobiota en las cámaras húmedas, además de facilitar la cuantificación de las especies, proporciona una panorámica sobre su coexistencia espacial y distribución sobre las hojas. Este método permite excelentes resultados en las fases iniciales de descomposición, sin embargo, es difícil obtener datos cuando las hojas están muy degradadas y el tejido vegetal se ha perdido. Es importante enfatizar que ante la imposibilidad de reconocer a nivel de especie los hongos a partir de su fase somática, la micobiota observada mediante cámaras húmedas y la técnica de Langvad se restringe a los hongos capaces de esporular en la superficie de las hojas. Consecuentemente, aquellas especies incapaces de desarrollar esporóforos durante el tiempo de incubación son ignoradas. A pesar de estas restricciones, los resultados obtenidos aportan una idea de la riqueza fúngica y el dinamismo de las especies a lo largo de la descomposición de las hojas. El estudio de la micobiota foliícola es un campo que ofrece múltiples líneas de investigación poco exploradas a nivel mundial. Desde el punto de vista taxonómico la elaboración de trabajos en conjunto con especialistas internacionales y la aplicación de técnicas de muestreo y procesamiento que permitan a corto plazo conocer las especies en los restos vegetales (Bills y Polishook 1994), podrían ser estrategias eficaces para incrementar el conocimiento de la diversidad de los Hyphomycetes en México. El planteamiento de trabajos ecológicos y bioquímicos enfocados en el estudio del potencial enzimático de estos hongos y en las múltiples interacciones dentro de las cadenas tróficas edáficas, son necesarios para entender la dimensión real de la actividad

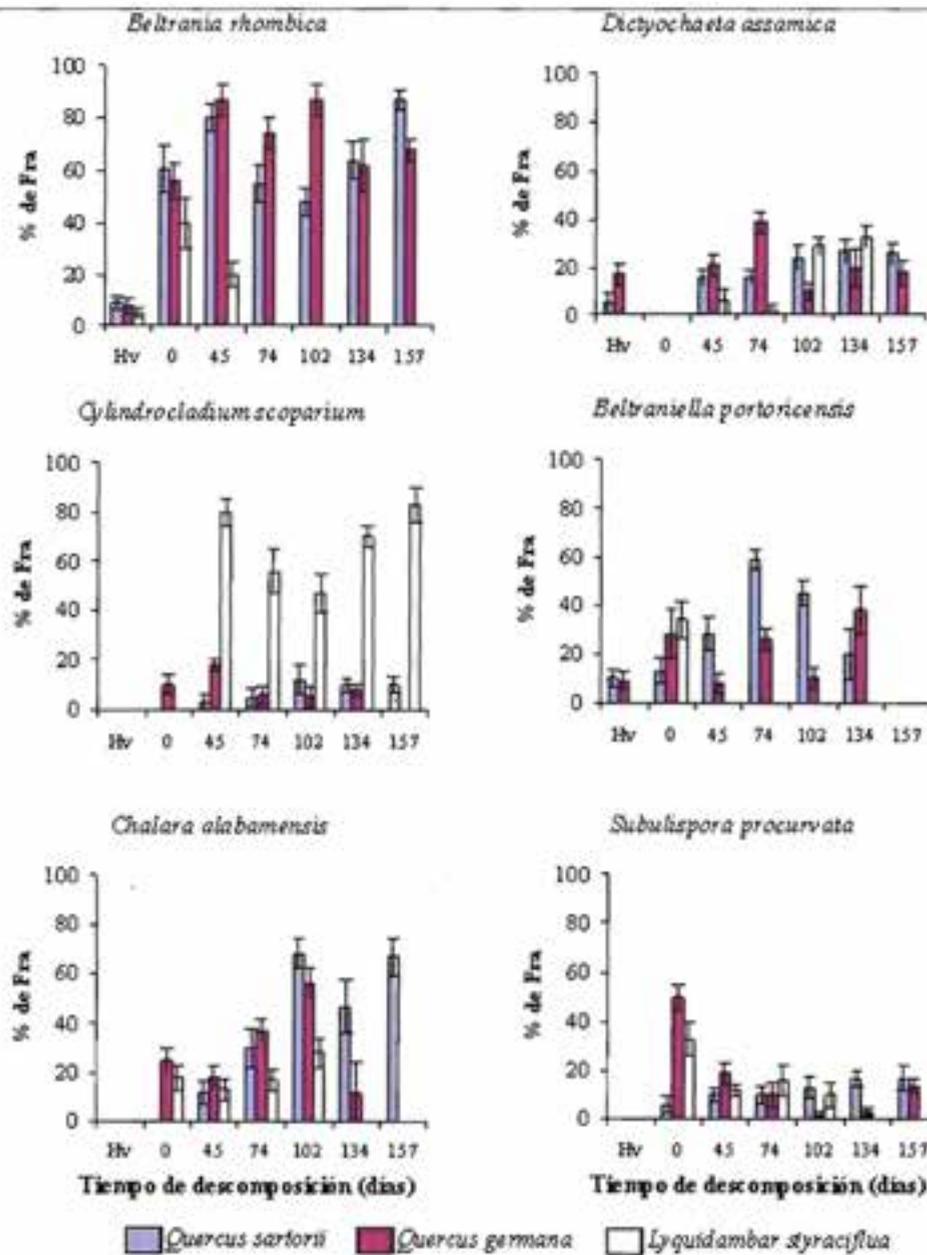


Figura 1. Cambios en el porcentaje de frecuencia de aparición (% Fra) de las especies de hongos más abundantes, durante la descomposición de las hojas estudiadas. Los datos son el promedio de 6 repeticiones. Hv = hojas verdes.

degradadora de la micobiota y con ello comprender el complejo fenómeno de la descomposición.

Literatura citada

- Aoki, T., S. Tokumasu y F. Oberwinkler. 1992. Fungal succession on fir needles in Germany. *Trans. mycol. Soc. Japan*, 33: 359-374.
- Bills, G.F. y J.D. Polishook. 1994. Abundance and diversity of microfungi in leaf litter of a lowland rain forest in Costa Rica. *Mycologia*, 86: 187-198.
- Bracho, R. y H. Puig. 1987. Producción de hojarasca y fenología de ocho especies importantes del estrato arbóreo. In: Puig, H. y R. Bracho (eds.), *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, Xalapa. Pub. 2, Pp. 81-106.
- Carlile, M.J. y S.C. Watkinson. 1994. *The Fungi*. Academic Press, Nueva York. 482 pp.
- Dix, J.N. y J. Webster. 1995. *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, Londres. 497 pp.
- Farr, D.F., G.F. Bills., G.P. Chamurris y A.y. Rossman. 1989. *Fungi on the Plants and Plant Products in the United States*. APS Press, St. Paul, Minnesota. 1252 pp.
- Frankland, J.C. 1981. Mechanisms in fungal successions. In: Wicklow D.T. y G.C. Carroll (eds.), *The Fungal Community*. Marcel Dekker, Nueva York. Pp. 403-426.
- Frankland, J.C. 1998. Fungal succession - unravelling the unpredictable. *Mycol. Res.*, 102: 1-15.
- Godeas, A.M. 1992. Estudios de descomposición en plantaciones de *Pinus taeda* III. Sucesión fúngica. *Bot. Soc. Argent. Bot.*, 28: 151-157.
- Goh, T.K. 1997. Tropical freshwater hyphomycetes. In: Hyde K. D. (ed.), *Biodiversity of Tropical Microfungi*. University Press, Hong Kong, Pp. 189-227.
- Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycol. Res.*, 95: 641-655.
- Heredia, G. 1993. Mycoflora associated with green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus sartorii* and *Liquidambar styraciflua* in a Mexican cloud forest. *Cryptogamie Mycologie*, 14: 171-183.
- Heredia, G. 1994. Hifomicetes dematiáceos en bosque mesófilo de montaña. Registros nuevos para México. *Acta Bot. Mex.*, 27: 15-32.
- Heredia, G., A. Mercado y J. Mena. 1995. Conidial fungi from leaf litter in a mesophilic cloud forest of Veracruz, Mexico. *Mycotaxon*, 55: 473-490.
- Heredia, G., J. Mena, A. Mercado y M. Reyes. 1997. Tropical hyphomycetes of Mexico. II. Some species from the tropical biology station "Los Tuxtlas", Veracruz, Mexico. *Mycotaxon*, 64: 203-223.
- Heredia, G. y A. Mercado. 1998. Tropical hyphomycetes of Mexico. III. Some species from the Calakmul biosphere reserve, Campeche. *Mycotaxon*, 68: 137-143.
- Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. *El Reino de los hongos: micología básica y aplicada*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 552 pp.
- Hogg, B.M. y H.J. Hudson. 1966. Micro-fungi on leaves of *Fagus sylvatica*. I. The micro-fungal succession. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 49: 185-192.
- Hudson, H.J. 1968. The ecology of fungi on plant remains above the soil. *New Phytol.*, 67: 837-874.
- Kendrick, W. y A. Burges. 1962. Biological aspects of decay of *Pinus sylvestris* leaf litter. *Nova Hedwigia*, 4: 313-342.
- Kiffer, E., H. Puig y G. Kilbertus. 1981. Biodégradation des feuilles d'*Eperua falcata* Aubl. en forêt tropicale humide (Guyana Française). *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 18: 135-131.
- Langvad, F. 1980. A simple and rapid method for qualitative and quantitative study of the fungal flora of leaves. *Can. J. Microbiol.*, 26: 666-670.
- Morgan-Jones G. y E.G. Ingram. 1976. Notes on Hyphomycetes. XII. A new species of *Chalara*. *Mycotaxon*, 4: 489-492.
- Parkinson, D., S. Visser y J.B. Whittaker. 1979. Effect of collembolan grazing on fungal colonization of leaf litter. *Soil Biol. Biochem.*, 11: 529-535.
- Piccolo-Grandi, R. 1994. *Hyphomycetes sobre folhas em decomposição de Alchornea triplinervia (Spreng.) M. Arg. provenientes da reserva biológica do alto da serra de Paranapiacaba, Santo André, SP (Mata Atlântica)*. Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Publicação ACIESP, 2: 118-124.
- Polishook, J.D., G.F. Bills y D.J. Lodge. 1996. Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. *Jo. of Industrial Microbiology*, 17: 284-294.
- Pugh, G.J.F. y N.G. Buckley. 1971. The leaf surface as a substrate for colonization by fungi. In: T.F. Preece y C.H. Dickinson (eds.), *Ecology of Leaf Surface Microorganisms*. Academic Press, Londres, Pp. 431-446.
- Rambelli A., A.M. Persiani, O. Maggi, D. Lunghini, S. Onofri, S. Riess, G. Dowgiallo y G. Puppi. 1983. *Comparative studies on microfungi in tropical ecosystems. Mycological studies in South Western Ivory Coast Forest*. Report N.1. UNESCO, Roma. 102pp.
- Sharma, G.D., R.R. Mishra y S. Kshattiya. 1995. Fungi and litter decomposition in the tropics. In: R.M. Vikram (ed.), *Soil Organisms and Litter Decomposition in The Tropics*. Oxford Publishing Co. Nueva Delhi. Pp. 39-57.
- St. John, T.V. 1980. Influence of litter bags on growth of fungal vegetative structures. *Oecologia (Berl.)*, 46: 130-132.
- Subramanian, C.V. y B.P.R. Vittal. 1979. Studies on litter fungi II. Fungal colonization of *Atlantia monophylla* Corr. leaves and litter. *Nova Hedwigia*, 63: 361-369.
- Subramanian, C.V. y B.P.R. Vittal. 1980. Studies on litter fungi. IV. Fungal colonization of *Gymnosporia emarginata* leaves and litter. *Trans. mycol. Soc. Japan*, 21: 339-344.
- Subramanian, C.V. 1983. *Hyphomycetes. Taxonomy and Biology*. Academic Press.
- Tokumasu, S. 1985. Microfungal flora on decaying pine needles collected from Kitaiojima, a subtropical island in the Pacific. *Trans. mycol. Soc. Japan.*, 26: 481-486.
- Tokumasu, S., T. Aoki y F. Oberwinkler. 1994. Fungal succession on pine needles in Germany. *Mycoscience*, 35: 29-37.
- Wildman H.G. y D. Parkinson. 1979. Microfungal succession on living leaves of *Populus tremuloides*. *Can. J. Bot.*, 57: 2800-2811.

29. Los hongos entomopatógenos

Sergio R. Sánchez-Peña

School of Biological Sciences, University of Texas at Austin,
Austin, TX, 78753.U.S.A.
sergiosp@mail.utexas.edu

Abstract

Nine entomopathogenic mushrooms were located in the Biosphere Reserve El Cielo. These constitute an interesting biological group with potential to be applied for pest control, mainly of homoptera and for antibiotic sources of cyclosporins.

Introducción

La riqueza biológica de la Reserva de la Biosfera Cielo (RBC), se refleja también en su flora micológica. Entre los hongos, los entomopatógenos (parásitos de insectos) constituyen un interesante e importante grupo, desde los enfoques más básicos, así como aquellos de mayor aplicación.

Estos hongos típicamente invaden a sus hospederos (insectos), a través de la cutícula de éstos últimos. Sus esporas germinan sobre la cutícula penetrando a través de ella hasta alcanzar la cavidad corporal, donde proliferan causando una infección letal. Posteriormente, el hongo produce esporas en el exterior o el interior del insecto; estas esporas repiten la invasión a insectos directamente o pasando por etapas intermedias. El efecto letal de estos hongos sobre los insectos, su relativa especificidad, y "suavidad" hacia el ambiente han despertado el interés por su uso en control biológico aplicado de plagas.

Se recomienda a los investigadores la lectura de Evans (1982), sobre aspectos de la ecología de hongos entomopatógenos en bosques tropicales. En este artículo el lector hallará numerosos paralelismos y semejanzas entre los hongos entomopatógenos en bosques tropicales de Sudamérica y África, y los existentes en la RBC. Por ejemplo, la presencia en El Cielo de hongos distribuidos mundialmente en bosques tropicales lluviosos, como *Cordyceps polyarthra*, *Cordyceps tuberculata*, y *Paecilomyces tenuipes*.

La relativa ausencia de Entomophthorales en el bosque tropical, la presencia de *Beauveria bassiana* en el bosque mesófilo de montaña, y su aparente escasez en el bosque tropical de tierras más bajas. En la RBC, *P. tenuipes*, hongo típicamente tropical (Dennis 1970, Evans 1982) se presenta también en el bosque mesófilo.

Este hongo (y su posible fase sexual, *C. polyarthra*), solía ser muy común en el bosque tropical subperennifolio, al pie de la Sierra de Cucharas o de Guatemala, al sur del poblado de Gómez Farías. Este hábitat en particular ha sido seriamente destruido por la expansión de la horticultura en escala comercial (para cultivo de nopales principalmente). En el Cuadro 1 se mencionan las especies observadas por el autor en El Cielo.

El género *Aschersonia*, parásito de Homópteros, es frecuente en el dosel arbóreo a varios metros de altura, en los bosques mesófilo y tropical. Sus fructificaciones coloreadas de amarillo se encuentran con frecuencia en las hojas recién caídas, como lo describe Evans (1982), bajo árboles con poblaciones de insectos hospederos. *Aschersonia aleyrodís*, y posiblemente *Aschersonia goldiana* se presentan año tras año en las plantaciones de cítricos al pie de la Reserva, así como en los árboles de cítricos sembrados por los campesinos dentro del bosque. El autor ha detectado la aparición de fructificaciones nuevas de *Aschersonia* en cítricos en numerosas visitas al área desde 1986.

En el área de influencia de la Reserva (cuenca de los ríos Sabinas y Guayalejo, en Mante y González, Tamaulipas) destacan, por su importancia como enemigos naturales de plagas agrícolas, los hongos *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson (Deuteromycetes) parasitando a *Anticarsia gemmatalis* (Hubner) (gusano terciopelo) y *Pseudoplusia includens* (Walker) (gusano medidor de la soya) (Lepidoptera: Noctuidae) en soya. El hongo *Pandora* (= *Erynia*) *gammae* (Weiser) Humber (Zygomycetes: Entomophthorales) parasita a *P. includens*, también en soya; y existen hongos Entomophthorales (que el autor no pudo examinar en detalle), posiblemente *Pandora delphacis*, que atacan a homópteros (Auchenorrhyncha) en caña de azúcar.

Como se mencionó, existe interés en el desarrollo de estos hongos para control biológico de plagas insectiles (Sánchez-Peña 1990, 1998, 2000).

Los hongos entomopatógenos son fuentes de importantes sustancias: las fases asexuales de *Cordyceps* son fuente de ciclosporinas (compuestos inmunosupresores) (Rossman 1994, Hodge *et al.* 1996), otros hongos entomopatógenos producen diferentes sustancias de interés, como antibióticos (Krasnoff y Gupta 1994). Las especies de *Aschersonia* son una fuente de Destruxinas, sustancias insecticidas biodegradables (Krasnoff *et al.* 1996), al igual que diferentes especies de *Cordyceps*. Algunas especies de *Cordyceps* son fuente de 3'-deoxiadenosina (Cordycepina), sustancia utilizada en Biología Molecular para modificar selectivamente la síntesis de RNA (Evans 1982). Este compuesto también posee interesantes potencialidades terapéuticas; por ejemplo, actividad contra células cancerosas (leucemia) (Koc *et al.* 1995).

Las especies mencionadas en este Capítulo constituyen tan sólo una fracción de las especies de hongos entomopatógenos presentes en El Cielo y su área de influencia. Es nuestra responsabilidad proteger efectivamente los hábitats donde estos organismos completan sus ciclos vitales, asegurando su supervivencia para el futuro. Todos los hábitats de El Cielo muestran alteraciones severas, que van en aumento, la Reserva parece evolucionar hacia un parque. Los ecosistemas de tierras altas y bajas en la RBC son interdependientes, indiscutiblemente existen flujos de materia y energía entre ellos. Es importante mejorar la protección al bosque mesófilo, restringiendo las actividades turísticas y explotativas; y es esencial iniciar la protección del bosque tropical de tierras bajas, para asegurar la supervivencia integral de la Reserva El Cielo y de toda su riqueza biológica.

Literatura citada

- Dennis, R.W.G. 1970. Fungus flora of Venezuela and adjacent countries. *Kew Bulletin, additional series III*. Cramer, London, 531 pp.
- Evans, H. C. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecol. Entomol.* 7: 47-60.
- Hodge, K.T., S.B. Krasnoff, y R.A. Humber. 1996. *Tolypocladium inflatum* is the anamorph of *Cordyceps subsessilis*. *Mycologia* 88(5): 715-719.
- Krasnoff, S. B., y S. Gupta. 1994. Identification of the antibiotic phomalactone from the entomopathogenic fungus *Hirsutella thompsonii* var. *synnematosae*. *Journal of Chemical Ecology* 20: 293-302.
- Krasnoff, S. B., D. M. Gibson, G. Belofsky, K. Gloer, y J. Gloer. 1996. New destruxins from a new source: the entomopathogenic fungus *Aschersonia* sp. *Journal of Natural Products* 59: 485-489.
- Koc, Y., A. G. Urbano, E. B. Sweeney, y R. McCaffrey. 1995. Induction of apoptosis by Cordycepin in ADA-inhibited TdT-positive leukemia cells. *Leukemia* 10:1019-24.
- Rossman, A. Y. 1994. A Strategy for an All-Taxa Inventory of Fungal Biodiversity. Capítulo 14. pp. 169-194. En: C.-I. Peng and C.H. Chou (eds.) *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems*. Inst. Botánica, Academia Sinica, República Popular China. Serie de Monografías No. 14.
- Sánchez-Peña, S. R. 1990. Some insect and spider pathogenic fungi from México with data on their host range. *Florida Entomologist* 73 (3): 517-522.
- Sánchez-Peña, S. R., y S. Alvarez-Amador. 1998. *Potencial para el control biológico de algunos acrididos (Orthoptera) en el estado de Durango con especies del complejo Entomophaga grylli (Zygomycetes: Entomophthorales)*. pp. 15-17. Proc. XXI Congreso, Sociedad Mexicana de Control Biológico, Rio Bravo, Tamaulipas. 377 pp.
- Sánchez-Peña, S. R. 2000. Infectivity of *Zoophthora radicans* (Zygomycetes: Entomophthorales) towards *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) nymphs. *Florida Entomologist* 83(1): 101-105.

Cuadro 1. Hongos entomopatógenos colectados en El Cielo.

<i>Aschersonia</i> sp.	Homópteros	Bosque mesófilo
<i>Aschersonia aleyrodis</i> Webber	Homoptera: Aleyrodidae (Mosca blanca)	Bosque tropical (GF*), huertas de cítricos
<i>Aschersonia turbinata</i> (Berkeley) Petch	Homoptera: Coccidae (Escamas)	Bosque tropical (GF), huertas de cítricos
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.	Hymenoptera: Braconidae (avispas)	Bosque mesófilo
<i>Cordyceps tuberculata</i> (Lebert) Maire	Lepidoptera: Sphingidae adultos	Bosque tropical (GF)
<i>Cordyceps polyarthra</i> (Möller)	Larvas y pupas de palomillas (Lepidoptera)	Bosque tropical (GF)
<i>Gibellula pulchra</i> (Sacc.) Cav.	Arachnida (arañas)	Bosque tropical (GF)
<i>Verticillium</i> sp. (<i>Acremonium</i>)	Cucaracha (Blattaria)	Bosque tropical (GF)
<i>Paecilomyces farinosus</i> (Holm ex. S. F. Gray) Brown & Smith	Coleópteros	
<i>Paecilomyces tenuipes</i> (Peck) Samson	Larvas, pupas y adultos de palomillas (Lepidópteros)	Bosque mesófilo, bosque tropical (GF)

* GF, parches remanentes de bosque tropical subperennifolio en la base de la Sierra de Cucharas, Gómez Farías.

30. Hongos macromicetos

Jesús García Jiménez¹ y Ricardo Valenzuela Garza²

¹Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.

Bvd. Emilio Portes Gil 1301,

Cd. Victoria Tamps. Cp. 87010. MÉXICO

²Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-Instituto Politécnico Nacional

Prol. De carpio, Plan de Ayala,

Col. Santo Tomás 11340, MÉXICO, D.F.

Abstract

A list of 434 taxa of macromycetes is presented from three municipalities of the Biosphere Reserve El Cielo. Basidiomycetes are the most abundant group with 396 taxa, followed by Ascomycetes with 36 taxa, and Zygomycetes with 2 taxa. A total of 76 species grow only in tropical forests and 314 are registered from mountain cloud forest. Also 65 species from the latter are also found in tropical forests and in *Pinus-Quercus* forests; the other 55 species were registered from induced grassland and *Quercus* forest. Specimens were recollected from 1984 to 2001, and are deposited in the mycological herbaria of the Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV) and of the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas of the Instituto Politécnico Nacional (ENCB).

Introducción

Los estudios micológicos en las regiones tropicales de México, se han visto incrementados en los últimos años, esto debido al interés que en el tema han puesto investigadores de distintas instituciones de México y el extranjero. Sin embargo, la realización de un inventario sobre los hongos, representativo de estos ecosistemas del país, está aún lejos de ser una realidad. Esto anterior, considerando la inmensa diversidad de especies que caracteriza a los distintos grupos ecológicos de hongos existentes, muchos de los cuales solo han sido raquíticamente estudiados. Importantes esfuerzos por conocer la diversidad fúngica del planeta se basan en estimaciones, cuyos parámetros son principalmente ecológicos y biogeográficos, como en los estudios de Hawksworth (1991), Hawksworth y Kalin-Arroyo (1995) y de Guzmán (1998a y 1998b), este último consideró la existencia de alrededor de 200,000 especies para el país. En el presente estudio se presenta un listado sobre los hongos superiores registrados en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), Tamaulipas, como una continuación a las investigaciones realizadas por otros autores en años anteriores. De estos estudios destacan los de Hernández X. *et al.* (1951), quienes registraron

12 especies de hongos polipóráceos, posteriormente los de Heredia (1989), quien realizó un inventario de los hongos de la RBC, registrando alrededor de 126 taxa principalmente de Basidiomycetes. El estudio de San Martín y Rogers (1989) sobre los hongos de la familia Xylariaceae de México incluyó un número importante de taxa de esta región. Con respecto a los grupos de Agaricales, se incluyen los estudios de Guevara *et al.* (1987) quienes citaron algunas especies de *Lactarius* (Fig. 1) de la región. Otras contribuciones son: Singer *et al.* (1990-1992) y García (1993) quienes describieron especies peretenecentes a la familia Boletaceae registrados de esta zona. Por otra parte, Valenzuela y Chacón-Jiménez (1991) describieron 65 especies de polipóráceos de esta zona. Otras especies de macromicetos de la región han sido publicados de manera aislada por distintos autores en trabajos generales y menos delimitados geográficamente.

La vegetación y flora del Bosque Tropical en el área ha sido analizada por Valiente-Banuet *et al.* (1995) mientras que los estudios en el Bosque Mesófilo de Montaña han sido realizados por Puig (1989) y Puig *et al.* (1983). Estudios similares relacionados a los hongos de ecosistemas tropicales y subtropicales realizados en México son entre otros: Guzmán *et al.* (1997), Bandala *et al.* (1987), Welden y Guzmán (1978), Welden *et al.* (1979), Chacón y Medel (1993), Cifuentes *et al.* (1993) y el de Frutis y Pinzón-Picaseño (1997) y García *et al.* (1998). Estos estudios nos indican la importante diversidad fúngica y su presencia en función del buen estado de conservación del ecosistema de las áreas estudiadas, por lo que se reconoce la estrecha relación de la condición de estos bosques con dicha diversidad fúngica.

Metodología

El material analizado se obtuvo realizando más de 30 excursiones a distintas localidades de la RBC.

Las salidas al campo se realizaron principalmente durante la temporada de lluvias en los años que van de 1984 al 2000, y algunas



Figura 1. *Lactarius gerardii*.

durante el invierno, estas excursiones se realizaron en periodos de 1 a 3 días. Esto nos permitió obtener algo más de 3,000 especímenes de hongos de los cuales se logró determinar el listado del presente Capítulo. Se recorrieron 27 localidades en distintos tipos de vegetación, cuya sinonimia se explica en el **Cuadro 1**. Con respecto a la metodología de campo se siguió el criterio usual en estudios micológicos en los que se recolectó el material colocándolo en bolsas de papel encerado en el interior de canastas, se tomó fotografía de los especímenes frescos y se realizó el registro del material bajo los requerimientos propios en el estudio de cada grupo taxonómico. En el laboratorio se realizó el análisis microscópico de los especímenes así como su determinación taxonómica en base a claves especializadas en el grupo de hongos correspondiente. Para la determinación taxonómica de las especies se consultaron las obras de Arora (1986), Bessette *et al.* (1997 y 2001) Breitenbach y Kranzlin (1984), Castellano *et al.* (1989), Cifuentes (1996), Cooker y Couch (1928), Corner (1967), Courtecuisse y Duhem (1995), Dennis (1970), Gilbertson y Ryvarden (1986 y 1987), García (1999), García *et al.* (1998), Guzmán (1977), Guzmán *et al.* (1997), Hawksworth y Kalin-Arroyo (1995), Hesler y Smith (1979), Lincoff (1987), Metzler y Metzler (1992), Miller (1977), Miller y Miller (1988), Pegler (1983),

Phillips (1981, 1991), Singer (1945, 1947, 1977, 1986), Singer *et al.* (1990-1992), Smith y Thiers (1971), Smith Weber y Smith (1985), Thiers (1975).

El material estudiado se encuentra registrado en los Herbarios Micológicos de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria (ITCV) y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (**Anexo 1**).

Consideraciones taxonómicas

Se registraron 434 taxa de hongos provenientes de distintas localidades de la RBC, de éstas 2 corresponden a la Clase Zygomycetes con 1 Orden, 36 a los Ascomycetes, con 5 Ordenes y 396 a los Basidiomycetes con 20 ordenes. Las familias con el mayor número de especies fueron Tricholomataceae con 60 taxa, Polyporaceae con 51 taxa, Boletaceae con 45 taxa y el grupo Gasteromycetes con 27 taxa, el resto de los órdenes reconocidos presenta un número variable de especies, más no por ello menos importantes.

Aspectos ecológicos y biogeográficos

Los resultados del estudio nos indican que un 72.5% de las especies estudiadas son habitantes del bosque mesófilo de montaña, mientras que un 17.5% han sido encontradas en el bosque tropical, algunas especies que habitan en el bosque

Cuadro 1. Localidades muestreadas en la RBC y su tipo de Vegetación.

Municipio y localidad	Tipo de Vegetación
Gómez Farías	BT
Alrededores de la cabecera municipal	BMM, PI, ecotono entre BT y BMM
Alta Cima	BMM y BPQ
Camino de El Julilo a Montecarlo	BMM, PI y BPQ
Casa de Piedra	BMM y BPQ
El Elefante	BMM
El Julilo	BMM
El Malacate	BMM
El Nacimiento	BT
Joya de Manantiales	BPQ, PI
Joya de Salas	BPQ, PI
La Bocatoma	BT
La Gloria	BPQ
La Florida	BT
Puerto Las Palomas	BP
Rancho El Cielo	BMM
Rancho El Huasteco	BT
San José	BMM, PI y BPQ
Sierra Chiquita	BT
Valle de Las Peras	BMM
Llera	
Ejido Conrado Castillo	BT
El Socavón	BT
Ocampo	
Carretera Ocampo – Tula, Km 5	BT, BQ
Carretera Ocampo – Tula, Las Enramadas	BQ
Colonia Santa María	BQ, BT
El Tigre	BT

BT = Bosque tropical BMM= Bosque mesófilo de montaña BQ = Bosque de Quercus BPQ = Bosque de Pinus y Quercus
PI= Pastizal inducido

mesófilo pueden vivir también en bosque de *Pinus-Quercus*, en el bosque tropical o en bosque de *Quercus*, éstas corresponden a un 15% del total de las especies. Las especies restantes son habitantes de pastizales inducidos o bosques con dominancia de *Quercus* o *Pinus*. En algunas localidades de la Reserva está presente *Abies guatemalensis* de manera relativamente aislada en el bosque mesófilo, con este se ha encontrado a *Gomphus floccosus* (Fig. 2), en asociación micorrizógena. Respecto al hábito o forma de vida, se puede apreciar que la mayoría de las especies estudiadas son saprofiticas, destacan entre éstas, especies de las familias Tricholomataceae, Hygrophoraceae, Agaricaceae, Pluteaceae, Strophariaceae, Tremellaceae, Auriculariaceae y algunos Pezizaceae, la mayoría de los Aphyllophorales, varias especies de Ascomycetes y algunos Gasteromycetes entre otros.

Una gran cantidad de especies de hongos micromicetos (no incluidos aquí), participan de

manera muy importante en la desintegración de la materia vegetal que se produce constantemente en el bosque (Heredia 1993).

Un importante número de especies corresponde a hongos ectomicorrizógenos, que establecen simbiosis con árboles del bosque mesófilo de montaña y bosque de *Quercus-Pinus* y que en menor proporción se asocian a los árboles del bosque tropical. En este grupo ecológico se incluyen especies de las familias Russulaceae, Boletaceae, Amanitaceae (Fig.3), Cortinariaceae, Gomphidiaceae Hydnaceae, Cantharellaceae, Gomphidiaceae y algunas especies de Ascomycetes y Gasteromycetes. Algunos de estos hongos micorrizógenos presentan hábitos hipógeos (trufas y falsas trufas), como *Pachyphloeus citrinus*, *P. virescens*, *Rhizopogon rubescens*, *Hymenogaster sp.* y *Zelleromyces sp.*, los cuales se asocian con fagáceas y pináceas.

La presencia y fuerte dominancia de *Quercus sartorii* y *Q. germana*, en menor



Figura 2. *Gomphus clavatus*

proporción de *Q. xalapensis* y *Q. rysophylla* y de manera esporádica de *Fagus mexicana* en el bosque mesófilo, es correlativa a la distribución de los hongos ectomicorrizógenos en las áreas de este tipo de bosque en la RBC, ya que una buena parte de las especies micorrizógenas encontradas en ésta, actúan como simbiosis estrictos o facultativos con estos árboles.

Otras especies de árboles que complementan la dominancia en el bosque mesófilo, tales como: *Liquidambar styraciflua*, *Acer skutchii*, *Podocarpus reichii*, *Magnolia tamaulipana*, *Meliosma oaxacana*, *Clethra pringlei*, entre otras, no establecen simbiosis ectomicorrizógena y generalmente se asocian con Zygomycetes del Orden Glomales y forman micorriza vesículo-arbuscular. De éstos, sólo dos especies de *Glomus* (Fig. 4) son consideradas en este estudio. El grupo vegetal mencionado, proporciona una importante aportación de materia orgánica, necesaria para el desarrollo de los hongos saprófitos aquí registrados. Una proporción de las especies estudiadas son parásitas de hongos, tal son los casos de *Hypomyces lactifluorum* que parasita especies de Russulaceae e *Hypomyces hialinus* que invade los basidiomas de *Amanita rubescens*. Otras especies parasitan árboles, como *Corynelia oreophila* que se encuentra sobre las hojas de las ramas inferiores de *Podocarpus*. Algunas son

entomoparásitas de distintos insectos, entre las que destacan *Aschersonia aleyrodís* parásito de homópteros Aleyrodidae, y *Cordyceps sphaecocephala* parásito de avispas adultas en el bosque tropical. Otras especies de *Cordyceps* han sido encontradas asociadas con larvas de coleópteros, y otras parasitan hongos hipógeos del género *Elaphomyces* en el bosque mesófilo. Sin duda alguna, este grupo de hongos merece una mayor atención, puesto que pueden ser útiles para el control biológico de plagas (véase Capítulo 29 de este libro).

En relación con los aspectos biogeográficos de los hongos estudiados, es importante señalar que tienen afinidad con las dos regiones biogeográficas de América: Holártica y Neotropical. En este sentido, la mayoría de los hongos que encontramos en los bosques mesófilo, de encino-pino y de pino se encuentran en Norteamérica, especialmente en la región oriental, donde se distribuyen en los bosques templado decídulo y de pino, ejemplo de estos son:

Amanita volvata, *A. vaginata*, *A. onusta*, *A. caesarea*, *Russula foetens*, *R. mariae*, *R. virescens*, *Lactarius deliciosus*, *L. gerardii*, *L. hygrophoroides*, *L. piperatus* var. *glaucescens*, *Boletellus flocculosipes*, *Tylopilus balloui*, *Boletus rubellus*, *B. pulverulentus*, *Suillus granulatus*, *S. tomentosus*, *Hygrocybe miniata*, *H. laeta*, *Armillariella mellea*, *A.*



Figura 3. *Amanita crocea*



Figura 4. *Glomus fulvum*

plathyphylla, *Tricholomopsis decora*, *Entoloma murrayi*, *Cantharellus minor*, *C. cinnabarinus*, *Ramaria subbothyths*, *Sarcodon scabrosus*, *Sistotrema confluens* y *Boletopsis leucomelas*, entre otras especies.

Por otra parte, la mayoría de las especies presentes en el bosque tropical del área de la Reserva tienen afinidad Neotropical y biogeográficamente son afines con las del sureste de México, Antillas y Sudamérica. En este grupo se incluye la mayoría de las especies saprófitas asociadas a la vegetación tropical en donde predominan: *Phillipsia dominguensis*, *Cookeina tricholoma*, *Leucocoprinus flos-sulfuris*, *L. caepestipes*, *Lepiota erythrosticta*, *Hygrocybe hypohaemacta*, *H. atrosquamosa*, *H. occidentalis* var. *scarletina*, *H. aff. prieta*, *Crinipellis eggersii*, *Hydropus cilindrosporus*, *Marasmiellus pilosus*, *Tricholoma titans*, *Mycenoporella clypeata*, *Trogia cantharelloides*, *Ramaria cyanocephala*, *Humphreya coffeata*, *Fomitopsis roseus*, *Phylloporia chrysa*, *Trametes máxima*, *Aseroe rubra*, *Mutinus bambusinus* y *Dictyophora indusiata* (Fig. 5).

La presencia de *Lactarius nebulosus*, *Neopaxillus echinospermus*, *Phylloboletellus chloephorus*, *Leucopaxillus gracillimus* y *L.*

albissimus sugiere la existencia de ectomicorrizas en el bosque tropical, donde los hospederos vegetales podrían ser especies de *Coccoloba*, *Sapindus*, *Pithecellobium*, *Acacia* y *Lysiloma*.

Por su parte, *Phylloboletellus chloephorus* y *Gyrodon rompelii* presentan distribución disyunta con Argentina y Brasil, respectivamente. Mientras que *Phlebopus portentosus* y *Diacanthodes novoguineensis* con las islas de la región Indonésica y Australiana.

Por otra parte, en el Municipio de Ocampo se encuentra una comunidad tropical de *Quercus oleoides*, donde han sido encontrados hongos de afinidad holártica y tropical, destacando: *Amanita vaginata*, *A. fulva*, *Boletus rubellus*, *Boletellus coccineus* (Fig. 6), *Lactarius hygrophoroides*, *L. piperatus* var. *glaucescens*, *Phlebopus portentosus*, *Pisolithus tinctorius*, *Macrolepiota procera* y *Picnoporus sanguineus*.

Respecto a endemismos de macromicetos y en particular basidiomycetes, sólo se conocen *Tylophilus subcellulosus* Singer y García (Singer et al. 1991) descrita originalmente en el sitio denominado "Rancho El Cielo", y otros en miembros de la familia Boletaceae, como son



Figura 5. *Dictyophora indusiata*.



Figura 6. *Boletellus coccineus*.

Boletus tamaulipanensis y *B. paulae* de la Sierra Madre Oriental y Sierra de Tamaulipas, hongos micorrizógenos con especies de *Quercus*.

Literatura citada

- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2a. Ed. Ten Speed Press, Berkeley.
- Bandala, V.M., Montoya, L. y G. Guzmán. 1987. Nuevos registros de hongos del Estado de Veracruz, III. Descripción de algunos Ascomycetes y Aphyllophorales (con nuevos registros para los Estados de Hidalgo, Morelos y Tlaxcala). *Rev. Mex. Mic.* 3: 51-69.
- Bessette, A., A.R. Bessette y D.W. Fischer 1997. *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse University Press
- Bessette, A. W. C. Roody y A. R. Bessette, 2001. *North American Boletes*. Syracuse University Press.
- Breitenbach, J. y J. Kranzlin. 1984. *Fungi of Switzerland*. Vol. 1 *Ascomycetes*. Edición Mikologia, Lucerne, Switzerland
- Castellano, M.A., J. M. Trappe y Z. Mazer, 1989. *Key to spores of the Genera of Hypogeous Fungi of North Temperate Forests (with special reference to animal mycophagy)*. Mad River Press, Eureka, Ca.
- Chacón, S. y R. Medel . 1993. Los hongos (principalmente macromicetos) registrados en el bosque mesófilo de montaña de México. *Reporte Científico No. Esp.* 13:61-110. Fac. de Ciencias forestales U.A.N.L.
- Cifuentes B. J., M. Villegas Ríos y L. Pérez Ramírez. 1993. Hongos Macroscópicos. In *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Eds. Isolda Luna Vega y Jorge Lorente Busquets, UNAM, México, D.F.
- Cifuentes, B. J., 1996. *Estudio taxonómico de los géneros hydroides estipitados (Fungi: Aphyllophorales) en México*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F.
- Cooker, W.C. y J. N. Couch. 1928. *The Gasteromycetes of the Eastern United States*. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- Corner, E.J.H. 1967. *A monograph of Clavaria and allied Genera*. Dawson's of Pall Mall, London.
- Courtecuisse, R. y B. Duhem. 1995. *Mushrooms and Toadstools of Britain & Europe*. Harper Collins Publishers, London.
- Dennis, R. W.G. 1970. Fungus flora of Venezuela and Adjacent countries. *Kew Bull. Additional Series* 3: 531 pp.
- Frutis, I. y L. M. Pinzón - Picaseño . 1997. *Macromicetos*. In *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Eds. E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt. UNAM, CONABIO, México.
- García, J. 1993. Una lista preliminar de los hongos del Suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el Noreste de México. *Reporte Científico No. Esp.* 13 *Fac. de Ciencias Forestales, UANL, Linares, N.L.*
- García, J. 1999. *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, Nuevo León.
- García, J., D. Pedraza, C.I. Silva, R. L. Andrade y J. Castillo 1998. *Hongos del Estado de Querétaro*. Hear Taller Grafico, Querétaro.
- Gilbertson, R.L. y L. Ryvarden. 1986. *North American Polypores*. Vol. I. Gronlands Grafiske A/S., Oslo.
- Gilbertson, R.L. y L. Ryvarden . 1987. *North American Polypores*. Vol. II. Gronlands Grafiske A/S., Oslo.

- Guevara, G., J. García, J. Castillo y O. K. Miller. 1987. New records of *Lactarius* in México. *Mycotaxon* 30: 157-176.
- Guzmán, G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de madera*. Limusa, México.
- Guzmán, G., V.M. Bandala y L. Montoya. 1997. An overview on the *Tropical Fungi of México*. In Janardhanan et al. *Tropical Mycology*. Science Publishers, Inc. Enfield, New Hampshire.
- Guzmán, G. 1998 a. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (ensayo sobre el inventario fúngico del país). In Halfter, G.(comp.). *La Diversidad Biológica de Iberoamérica II. Volumen Especial. Acta Zoológica Mexicana, nueva serie*. CYTED - Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- Guzmán, G. 1998 b. Inventing the fungi of México. *Biodiversity and conservation* 7: 369-384.
- Guzmán, G. y F. Ramírez Guillén. 2001. The *Amanita caesarea* - complex. *Bibliotheca Mycologica*, Vol. 187. J. Cramer, Stuttgart.
- Guzmán, G., V.M. Bandala y L. Montoya. 1997. An overview on the *Tropical Fungi from México*.
- Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycol. Research* 95: 641-655.
- Hawksworth, D.L. y M.T. Kalin-Arroyo, 1995. Magnitude and distribution of biodiversity. In Heywood, V. H. y R. T. Watson, *Global Biodiversity Assessment*. UNEP & Cambridge University Press, Cambridge.
- Heredia, G. 1989. estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botánica Mexicana* 7: 1-17.
- Heredia, G. 1993. Mycoflora associated with green leaves and leaf litter of *Quercus germana*, *Quercus sartorii* and *Liquidambar styraciflua* in a Mexican cloud forest. *Criptogamie. Mycol.* 14(3): 171-183.
- Hernández, X. E., E. H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetation area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club* 78(6): 458-463.
- Hesler, L.R. y A.H. Smith. 1979. *North American Species of Hygrophorus*. The University of Tennessee Press, Knoxville.
- Lincoff, G. H. 1987. *The Audubon Society Field guide to North American Mushrooms*. Alfred A. Knopf, New York.
- Metzler, S. y V. Metzler. 1992. *Texas Mushrooms*. University of Texas Press, Austin.
- Miller, O. K. 1977. *Mushrooms of North America*. Dutton, New York.
- Miller, O. K y H.H. Miller, 1988. *Gasteromycetes. Morphological and development features with keys to the Orders, Families, and Genera*. Mad River Press, Eureka, Ca.
- Pegler, D.N. 1983. Agaric flora of the Lesser Antilles. *Kew Bull. add. Ser.* 9: 1-668.
- Phillips, R. 1981. *Mushrooms and other fungi of Great Britain & Europe*. Pan books, Ltd, London.
- Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America*. Little, Brown and Company, Boston.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farias. *Biotam* 1: 34- 53.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Biótica* 8 (4): 339- 359.
- San Martín, F. y J.D. Rogers. 1989. A preliminary account of Xilaria of México. *Mycotaxon* 34 (2): 283 -373.
- Singer, R. 1945. The Boletineae of Florida with notes on Extralimital Species I. The Strobilomycetaceae. *Farlowia* 2: 97- 141.
- Singer, R. 1947. The Boletineae of Florida with notes on Extralimital Species III. *Amer. Midl. Nat.* 37:1-135.
- Singer, R. 1977. Keys for identification of the species of Agaricales I. *Sydowia, Ann. Mycol. Ser.* II. 30: 192- 279.
- Singer, R. 1986. *Agaricales in modern taxonomy*. 4th. ed. Kőeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer, R., J. García y L.D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central America I- II. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1 -72. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García y L.D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central America III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1- 99, 24 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García y L.D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central America IV. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1- 62. Cramer, Berlin.
- Smith, A. H. y H.D.Thiers. 1971. *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Smith Weber, N. y A.H. Smith. 1985. *A Field Guide to Southern Mushrooms*. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
- Thiers, H. D. 1975. *California Mushrooms, a field guide to the Boletes*. Hafner Press, New York.
- Valenzuela, R. y S. Chacón-Jiménez. 1991. Los Poliporáceos de México. III. Algunas especies de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *Rev. Mex. Mic.* 7: 39-70.
- Valiente Banuet, A., F. González-Medrano y D. Piñero-Dalmau. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Act. Bot. Mex.* 33: 1- 36.
- Welden, A.L. y G. Guzmán. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coahuila, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los Estados de Veracruz y Oaxaca) *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12: 59- 102.
- Welden, A.L., Guzmán-Davalos, L. y G. Guzmán. 1979. Segunda lista de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coahuila, Los

Anexo 1. Listado taxonómico de la Reserva de la Biosfera El Cielo.

TAXA Importancia(3)	Vegetación(1)	Hábito(2)	
	ZYGOMYCOTA		
	ZYGOMYCETES		
	GLOMALESGLOMACEAE		
<i>Glomus fulvum</i> (Berk. & Broome) Trappe & Gerd.	BT	M	F
<i>Glomus macrocarpus</i> Tul. et. Tul.	BT, BMM	M	F
	ASCOMYCOTA		
	PYRENOMYCETES		
	CLAVICIPITALES		
	CLAVICIPITACEAE		
<i>Aschersonia aleyrodidis</i> Jebe	BT	P	E
<i>Cordyceps capitata</i> (Holm.:Fr.)Link	BMM	P	E
<i>C. polyarthra</i> Moellier	BT	P	E
<i>C. sphaecocephala</i> (Kl.) B. & C	BT	P	E
<i>C. ophioglossoides</i> (Ehrhart: Fr.) Link	BMM	P	D
	HYPOMYCETALES		
<i>Hypomyces hialinus</i> (Schw.: Fr.) Tul.	BMM	P	D
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schw.: Fr.) Tul.	BMM	P	C
<i>Hypomyces luteovirens</i> (Schw: Fr.) Tul.	BMM	P	D
	CORYNELIALES		
	CORYNELIACEAE		
<i>Corynelia oreophila</i> (Speg.) Starback	BMM	P	D
	DISCOMYCETES		
	LEOTIALES		
	LEOTIACEAE		
<i>Bisporella citrina</i> (Batsch. : Fr.) Korf & Carpenter	BMM	S	D
<i>Chlorocyboria aeruginascens</i> (Nyl.) Karsten : Ram.	BMM	S	D
<i>Leotia lubrica</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Leotia viscosa</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Trichoglossum</i> sp.	BMM	S	D
<i>Cudoniella clavus</i> (A. & S. : Fr.) Dennis	BMM	S	D
	PEZIZALES		
	HELVELLACEAE		
<i>Helvella crispa</i> Fr.	BMM, BPQ	M	C
<i>Helvella lacunosa</i> Afz: Fr	BPQ	M	C
<i>H. elastica</i> Bull. : Fr.	BMM	M	F
<i>Helvella macropus</i> (Pers.: Fr.)Karsten	BMM	M	F
<i>Helvella villosa</i> (Hedw. : Kuntze) Dissing & Nannfeldt	BMM	S	D
<i>Paxina acetabulum</i> (L.: St. Amans) Kuntze	BMM	M	F
	OTIDEACEAE		
<i>Humaria hemisphaerica</i> (Wigg. : Fr.) Fuckel	BMM	S	D
<i>Scutellinia scutellata</i> (L. : Fr.) Lamb.	BMM	S	D
<i>Otidea</i> sp.	BMM	S	D
	PEZIZACEAE		
<i>Hydnobolites cerebriformis</i> Tul. & Tul.	BMM	M	F, C
<i>Peziza badiocnufa</i> Korf	BMM	S	D
	SARCOSCYPHACEAE		
<i>Cookeina sulcipes</i> (Berk.) Kuntze	BT	S	D
<i>C. tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	BT	S	D
<i>C. venezueleae</i> (B. & C.) Le Gal	BMM	S	D
<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk.	BT	S	D
<i>Phillipsia aff. rugospora</i> Paden	BT, BMM	S	D
<i>Sarcoscypha coccinea</i> (Scop. : Fr.) Hooker	BMM	S	D
	SARCOSOMATAACEAE		
<i>Sarcosoma mexicana</i> (Ellis & Holway) Pad. & Tyl.	BMM	S	D
	TERFEZIACEAE		
<i>Pachyphloeus virescens</i> Gilkey	BMM	M	F
<i>Pachyphloeus citrinus</i> Berk. y Br.	BMM, BQ	M	F

	TUBERACEAE		
<i>Tuber rufum</i> var. <i>nitidum</i> (Vitt.) Fisher	BMM,BQ	M	F
	BASIDIOMYCOTA		
	FRAGMOBASIDIOMYCETES		
	AURICULARIALES		
	AURICULARIACEAE		
<i>Auricularia auricula</i> (Hook.) Under.	BT,BMM	S	C
<i>Auricularia delicata</i> (Fr.) Henn.	BT	S	C
<i>Auricularia fuscosuccinea</i> (Mont.) Far.	BT,BMM	S	C
<i>Auricularia mesenterica</i> Dicks. : Fr.	BT,BMM	S	C
	TREMELLALES		
	TREMELLACEAE		
<i>Tremella lutescens</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Tremella concrescens</i> (Fr.) Burt.	BMM	S	D
<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	BMM	S	C
<i>Tremella foliacea</i> Pers.: Fr.	BP	S	C
<i>Tremellodendron schweinitzii</i> (Pk.) Atkinson	BMM	S	C
	HYMENOMYCETES		
	DACRYMYCETALES		
	DACRYMYCETACEAE		
<i>Calocera viscosa</i> (Pers. : Fr.) Fr.	BMM	S	D
<i>Dacrymyces deliquescens</i> (Mérat) Duby	BMM,BP	S	D
<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schw.) Martin	BMM	S	D
	STEREALES		
	CORTICIACEAE		
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr.) Bres.	BMM	S	D
<i>Mycobonia flava</i> (Berk.) Pat.	BT	S	D
<i>Sistotrema confluens</i> Pers.:Fr.	BMM,BPQ	S	D
	STEREACEAE		
<i>Cotylidia diaphana</i> (Schw.) Lentz	BMM	S	D
<i>Cotylidia aurantiaca</i> (Pers.) Welden	BT	S	D
<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. et Mont.) Reid	BT	S	D
<i>Stereum complicatum</i> Fr.	BMM	S	D
<i>S. hirsutum</i> (Wild : Fr.) Fr.	BMM	S	D
<i>S. ostrea</i> (Bluine & Ness : Fr.) Fr.	BMM	S	D
<i>S. subpileatum</i> Berk.	BMM	S	D
<i>S. gausapatum</i> (Fr.)Fr.	BMM	S	D
	MERULIACEAE		
<i>Merulius incarnatus</i> Schwein.	BMM	S	D
	THELEPHORALES		
	BANKERACEAE		
<i>Phellodon niger</i> (Fr. : Fr.) Karst	BMM	S	D
<i>Phellodon melaleucus</i> (Fr. : Fr.) P. Karst	BMM	S	D
	THELEPHORACEAE		
<i>Boletopsis leucomelas</i> (Pers.) Fayod	BMM	M	C
<i>Hydnellum conigenum</i> (Peck) Banker	BMM	S	D
<i>Hydnellum earlianum</i> Banker	BMM	S	D
<i>Hydnellum scrobiculatum</i> (Fr.) P. Karst	BMM	S	D
<i>Sarcodon imbricatus</i> (L. : Fr.)P. Karst	BMM	M	F,C
<i>Sarcodon scabrosus</i> (Fr.) P. Karst	BMM	M	F
<i>Sacodon aff. fusco-indicus</i> (K. A. Harrison) Maas	BMM	M	F
<i>Thelephora palmata</i> Scop.: Fr.	BMM	M	F
<i>Thelephora vialis</i> Schw.	BMM	M	F
	HERICIALES		
	AURISCALPIACEAE		
<i>Auriscalpium</i> sp.	BT	S	D
	HERICIACEAE		
<i>Hericium erinaceum</i> (Bull.: Fr.) Pers.	BPQ	S	C
	HYMENOCHAETALES		
	HYMENOCHAETACEAE		
<i>Coltricia cinnamomea</i> (Pers.) Murr.	BMM	S	D
<i>C. folicola</i> (Berk. & Curt.)Murr.	BMM	S	D

<i>C. montagnei</i> (Fr.) Murr.	BMM	S	D
<i>C. perennis</i> (Fr.) Murr.	BMM	S	D
<i>Cyclomyces iodinus</i> (Mont.) Pat.	BMM	S	D
<i>Hydnochaete olivacea</i> (Schw.) Banker	BMM	S	D
<i>H. sallei</i> Berk. et Curt.	BMM	S	D
<i>Inonotus dryadeus</i> (Pers.: Fr.) Murr.	BMM	S	D
<i>Phellinus allardi</i> (Bres.) Ryr.	BT	S	D
<i>P. callimorphus</i> (Lev.) Ryr.	BMM	S	D
<i>P. fastuosus</i> (Lev.) Ryr.	BMM	S	D
<i>P. ferruginosus</i> (Schrod: Fr.) Bou et Gal.	BT,BMM	S	D
<i>P. gilvus</i> (Schw.) Pat.	BMM,BQP	S	D
<i>P. sarcites</i> (Fr.) Ryv.	BMM,BQP	S	D
<i>P. sonora</i> Gilbn.	BT	S	D
<i>P. umbrinellus</i> (Bres.) Ryv.	BMM	S	D
<i>Phylloporia chrysa</i> (Berk.) Ryr.	BT	S	D
<i>P. fruticosa</i> (Berk. et Curt.) Ryr.	BT	S	D
<i>P. pectinatus</i> (Kl.) Quél.	BT	S	D
<i>P. spathulata</i> (Hook.) Murr.	BT	S	D
<i>P. weberiana</i> (Bres. Et Henn. : Sacc.) Ryv.	BT	S	D
GANODERMATALES			
GANODERMATACEAE			
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	BMM	S	D
<i>G. lobatum</i> (Schw.) Atk.	BMM	S	D
<i>G. lucidum</i> (Fr.) Karst.	BT	S	Me
<i>G. sessile</i> Murr.	BQP	S	D
<i>Humphreya coffeatum</i> (Berk.) Steyaert	BT	S	D
POLYPORALES			
BONDARZEVIACEAE			
<i>Bondarzewia berkeleyi</i> (Fr.) Bond et Sing.	BMM, BPQ	M	C
POLYPORACEAE			
<i>Abortiporus biennis</i> (Bull.: Fr.) Singer	BT, BMM	S	D
<i>Antrodia albida</i> (Fr.) Donk	BMM	S	D
<i>Antrodiella hydrophila</i> (Berk. et Curt.) Ryv.	BMM	S	D
<i>A. liebmanii</i> (Fr.) Ryv.	BT	S	D
<i>Bjerkandera adusta</i> (Fr.) Karst	BMM	S	D
<i>Coriolopsis brunneoleuca</i> (Berk.) Ryv.	BT	S	D
<i>C. byrsina</i> (Mont.) Ryv.	BT	S	D
<i>C. polyzona</i> (Pers.) Ryv.	BT,BMM	S	D
<i>Daedalea quercina</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolt.:Fr.) Schroet.	BMM	S	D
<i>Datronia mollis</i> (Sommerf. : Fr.) Donk	BT, BMM	S	D
<i>Datronia caperata</i> (Berk.) Ryv.	BMM	S	D
<i>Diacanthodes novoguineensis</i> (Henn.) Fidalgo	BT	S	D
<i>Echinochaete brachyporus</i> (Mont.) Ryr.	BMM	S	D
<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilbn. & Ryv.	BT	S	D
<i>Fomes fasciatus</i> (Sw.: Fr.) Cke.	BMM	S	D
<i>Fomitopsis feei</i> (Fr.) Kreisel	BT	S	D
<i>Gloeophyllum carbonarium</i> (Berk. & Curt.) Ryv.	BPQ	S	D
<i>G. sepiarium</i> (Fr.) Karst.	BPQ	S	D
<i>Hexagonia hydroides</i> (Fr.) Fidalgo	BT, BMM	S	D
<i>H. papyracea</i> Berk.	BT	S	D
<i>H. tenuis</i> (Hook.) Fr.	BMM	S	D
<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Bref.	BMM,BQP	S	D
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Fr.) Reid	BT, BMM	S	D
<i>Ischnoderma resinoum</i> (Fr.) Karst.	BT	S	D
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.: Fr.) Murr.	BMM	S	D
<i>Lenzites betulina</i> (Fr.) Fr.	BMM	S	D
<i>Megasporoporia setulosa</i> (Henn.) Rajch.	BT	S	D
<i>Microporellus ovovatus</i> (Jung.) Ryv.	BMM,BQP	S	D
<i>Nigroporus vinosus</i> (Berk.) Murr.	BT,BMM	S	D
<i>Oligoporus caesius</i> (Schrad.: Fr.) Gilbn. & Ryv.	BMM	S	D

Sección: IV. Los Hongos

<i>Perenniporia</i> sp.	BMM	S	D
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	BPQ	S	D
<i>Polyporus arcularius</i> Batsch : Fr.	BT,BMM, BQP	S	D
<i>P. guianensis</i> Mont.	BT	S	D
<i>P. leprieuri</i> Mont.	BT	S	D
<i>P. tenuiculus</i> (Beauv.) Fr.	BMM,BQP	S	D
<i>P. tricholoma</i> Mont.	BT, BMM	S	D
<i>P. varius</i> Fr.	BQP	S	D
<i>P. radicans</i> Schw.	BMM	S	D
<i>Pseudofavolus cucullatus</i> (Mont.) Pat.	BT, BMM	S	D
<i>Pycnoporus sanguineus</i> (Fr.) Murr.	BT, BMM	S	D
<i>Rigidoporus micoporus</i> (Fr.) Overeen.	BT,BMM	S	D
<i>Trametes elegans</i> (Spreng.: Fr.) Fr.	BT,BMM	S	D
<i>T. hirsuta</i> (Fr.) Pilát	BMM	S	D
<i>T. máxima</i> (Mont.) David et. Rajch.	BT, BMM	S	D
<i>T. pavonia</i> (Hook.) Ryv.	BMM	S	D
<i>T. versicolor</i> (Fr.) Pilát	BMM, BQP	S	Me
<i>T. villosa</i> (Fr.) Kreisel	BT,BMM	S	D
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.:Fr.) Ryv.	BPQ	S	D
<i>T. biformis</i> (Fr.) Ryv.	BMM, BQP	S	D
LENTINACEAE			
<i>L. badius</i> (Berk.) Sing.	BT	S	D
<i>L. conchatus</i> (Bull. : Fr.) Fr.	BPQ	S	D
<i>Lentinus crinitus</i> (L. : Fr.) Fr.	BT, BMM	S	D
<i>L. rudis</i> (Fr.)	BMM	S	D
<i>Phyllotopsis nidulans</i> (Pers. : Fr.) Sing.	BMM	S	D
<i>Pleurotus djamour</i> var. <i>djamor</i>	BT	S	C
<i>P. djamour</i> var. <i>roseus</i>	BT	S	C
<i>P. levis</i> (Berk. & Curt.) Sing.	BPQ	S	C
SCHYZOPHYLLALES			
SCHYZOPHYLLACEAE			
<i>Schyzophyllum commune</i> Fr.	BT,BMM	S	D
<i>S. umbrinum</i> (Fr.) Berk.	BMM	S	D
GOMPHALES			
GOMPHACEAE			
<i>Gomphus clavatus</i> (Fr.) Gray	BMM	M	C
<i>G. floccosus</i> (Schw.) Sing.	BMM	M	V
RAMARIACEAE			
<i>Ramaria stricta</i> (Pers: Fr.) Quéll.	BT, BMM	M	D
<i>R. subbothrytis</i> var. <i>intermedia</i> Coker	BMM	M	C
<i>R. cyanocephala</i> (Berk. Et Curt.) Corner	BT	M	F
CANTHARELLALES			
ALBATRELLACEAE			
<i>Albatrellus cristatus</i> (Pers.:Fr.) Kotl. et Pouz.	BPQ	M	F
<i>A. dispansus</i> (Lloyd) Canf. & Gilbn.	BPQ	M	F
<i>A. subrubescens</i> (Murr.) Pouz.	BPQ	M	F,C
HYDNACEAE			
<i>Hydnum repandum</i> var. <i>repandum</i> L. : Fr	BPQ, BMM	M	F,C
SPARASSIDACEAE			
<i>Sparassis radicata</i>	BMM	M	C
CLAVARICEAE			
<i>Clavaria vermicularis</i> Fr.	BMM	S	C
<i>C. fumosa</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Clavaria zollingeri</i> Lév.	BMM	M	F
<i>Clavariadelphus ligula</i> (Fr.) Donk	BMM	M	F
<i>Clavicornia pixidiata</i> (Fr.) Doty.	BMM	S	C
CLAVULINACEAE			
<i>Clavulina cinerea</i> (Fr.) Schroet.	BMM	M	C
<i>Clavulinopsis fusiformis</i> (Sow.:Fr.) Corner	BMM	S	C
<i>Clavulinopsis corniculata</i> (Schaeff. Fr.) Corner	BMM	S	C
CANTHARELLACEAE			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	BMM, BPQ	M	C
<i>C. minor</i> Pk.	BMM	M	C

<i>C. cinnabarinus</i> Schw.	BMM	M	C
<i>Craterellus fallax</i> Smith	BMM	M	C
<i>Pseudocraterellus sinuosus</i> (Fr.) Corner & Heim	BMM	S	D
AGARICALES			
AMANITACEAE			
<i>Amanita alexandri</i> Guzmán	BPQ	M	F
<i>Amanita arcohaeae</i> Tulloss, Obrevo. & Halling	BMM	M	F,V
<i>A. bisporigera</i> Atk.	BMM	M	F,V
<i>A. brunnescens</i> Atk.	BMM	M	F,V
<i>A. aff. aureofloccosa</i>	BT	M	F
<i>A. crocea</i> (Quél.) Singer	BMM, BPQ	M	F,C
<i>A. caesarea</i> (Scop: Fr.) Pers. : Schwein.	BPQ	M	F,C
<i>A. cookeri</i> (Gil. & Kuh.) Gil. ?	BPQ	M	F
<i>A. flavoconia</i> Atk.	BPQ, BMM	M	F
<i>A. fulva</i> (Schaeff.) Krombh.	BPQ, BMM	M	F,C
<i>A. gemmata</i> (Fr.) Gilbert	BMM	M	F,V
<i>A. tullossii</i> Guzmán	BMM	M	F,C
<i>A. onusta</i> (Howe) Sacc.	BMM	M	F
<i>A. rubescens</i> Pers. : Fr.	BPQ, BMM	M	F,C
<i>A. vaginata</i> (Bull. : Fr.) Vittad.	BMM, BPQ, BQ	M	F,C
<i>A. virosa</i> (Fr.) Quel.	BMM	M	F,V
<i>A. volvata</i> (Peck) Mar.	BMM	M	F
<i>Limacella illinita</i> (Fr.) Earle	PI	S	D
AGARICACEAE			
<i>Agaricus augustus</i> Fr.	BMM	S	C
<i>Agaricus campestris</i> Fr.	PI	S	C
<i>Agaricus placomyces</i>	BT, BMM	S	V
<i>A. silvaticus</i> Schaeff.	BT, BMM	S	C
<i>A. xanthodermus</i> Gen.	BT	S	V
<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i> (Peck) Karst.	BT, BMM	S	D
<i>Leucocoprinus cepaestipes</i> (Sow. : Fr.) Pat.	BT	S	D
<i>L. humei</i> Murr.	PI	S	V
<i>L. sulphurellus</i> Pegler	BT	S	D
<i>L. flos-sulfuris</i> (Schnitz) Cejp	BT	S	V
<i>Lepiota azalearum</i> (Murr.) Dennis	BT	S	D
<i>L. erythrosticta</i> (Berk. & Br.) Sacc.	BT	S	D
<i>L. clypeolaria</i> (Bull. : Fr.) Kummer	BMM, BPQ	S	D
<i>L. subclypeolaria</i> (Berk. & Curt.) Sacc.	BT	S	D
<i>Lepiota</i> sp.	BT	S	D
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop. : Fr.) Singer	PI, BT	S	D
<i>Cystolepiota aff. eriophora</i> (Peck) Knudsen	BT	S	D
<i>Echinoderma asperum</i> (Pers: Fr.) Bon	BMM	S	D
HYGROPHORACEAE			
<i>Hygrocybe acutoconica</i> (Clem.) Sing.	BMM	S	D
<i>H. atosquamosa</i> Pegler	BT	S	D
<i>H. coccinea</i> (Schaeff.: Fr) Kumm.	BMM	S	D
<i>H. conica</i> (Fr.) Kummer	BMM	S	D
<i>H. hypoaemacta</i> (Corner) Pegler	BT, BMM	S	D
<i>H. laeta</i> (Fr.) Kummer	BMM	S	D
<i>H. miniata</i> (Scop. : Fr.) Kummer	BMM	S	D
<i>H. nitida</i> Berk & Curt.	BMM	S	D
<i>H. occidentalis</i> var. <i>scarletina</i> Pegler & Fiar	BT	S	D
<i>H. prieta</i> Lodge & Pegler	BT	S	D
<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.) Fr.	BMM	M	F
<i>H. russula</i> (Fr.) Quél.	BMM	M	F,C
<i>H. pratensis</i> (Fr.) Fr.	BT	M	F
<i>H. sordidus</i> Pk.	BMM	M	F,C
<i>Hygrophorus</i> sp.	BT	M	F
TRICHOLOMATACEAE			
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl. in Fl. Dan.: Fr.) Karst	BMM, BPQ	M, P	F, C
<i>A. polymyces</i> (Pers.: Secr.) Sing. & Clem.	BMM	S	C
<i>A. tabescens</i> (Scop.: Fr.) Sing.	BT, BMM	S	C
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.: Fr.) Kumm.	BMM	S	C

Sección: IV. Los Hongos

<i>Collybia dryophila</i> (Bull. : Fr.) Quél.	BMM	S	C
<i>C. locephala</i> (B. & C.) Sing.	BMM	S	D
<i>C. buthyracea</i> (Bull. :Fr.) Quél	BMM	S	D
<i>C. maculata</i> (A. & S. ex Fr.) Kumm.	BMM	S	C
<i>C. confluens</i> (Pers.: Fr.) Kumm.	BMM	S	D
<i>Crinipellis eggertii</i> Pat. apud Pat. & Lagerheim.	BT	S	D
<i>C. septotricha</i> Sing.	BT	S	D
<i>Cyptotrama aspratium</i> (Berk.) Redhead & Ginss	BMM,BT	S	D
<i>Dictyopanus pusillus</i> (Pers.: Lév.) Sing.	BT,BMM	S	D
<i>Flammulina velutipes</i> (Fr.) Kar.	BMM	S	D
<i>Gerronema icterinum</i> (Sing.) Sing.	BT	S	D
<i>Chrysomphalina chrysophylla</i> (Fr.) Clémencion	BMM	S	D
<i>Hydropus cilindrosporus</i> (Dennis) Sing.	BT	S	D
<i>Hydropus nigrinus</i> (Berk. & Curt.) Sing.	BT,BMM	S	D
<i>Hohenbuehelia atrocaerulea</i> (Fr.) Sing.	BT	S	D
<i>H. petaloides</i> (Bull. : Fr.) Schultz	BT	S	D
<i>Laccaria amethystina</i> (Hooker) Murrill	BMM	M	F
<i>L. laccata</i> (Scop. : Fr.) Berk. & Br.	BMM	M	F
<i>L. masoni</i> var. <i>brevispinosa</i> McNabb	BMM	M	F
<i>L. proxima</i> (Boud.) Pat.	BMM	M	F
<i>L. trullisata</i> (Ell.) Pk.	BMM	M	F
<i>Lentinellus cochleatus</i> (Pers. : Fr.) Kar.	BMM	S	F
<i>Lentinula boryana</i> (Berk. & Mont.) Pegler	BMM	S	F
<i>Lepista</i> sp.	BT	S	D
<i>L. nuda</i> (Bull. : Fr.) Cooke	BMM	M	F
<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) Sing.	BT	M	F
<i>L. gracillimus</i> Singer et Smith	BT	M	F
<i>L. amarus</i> (Alb. & Schw. : Fr.) Kuhner	BMM	M	F
<i>Lyophyllum fumatofoetans</i> (Secr.) Schaeffer	BMM	S	D
<i>Marasmiellus nigripes</i> (Schw.) Sing.	BT	S	D
<i>M. pilosus</i> (Dennis) Sing.	BT	S	D
<i>M. ramealis</i> Bull. : Fr.	BMM	S	D
<i>Marasmius siccus</i> (Schw.) Sing.	BT	S	D
<i>M. rotula</i> (Scop.: Fr.) Fr.	BMM	S	D
<i>Megacollybia plathyphylla</i> (Pers. :Fr.)Kotlaba & Pouzar	BMM	S	D
<i>Mycena leaiana</i> (Berk) Sacc.	BMM	S	D
<i>M. epypterigia</i> (Fr.) S. F. Gray	BP	S	D
<i>M. pura</i> (Pers. : Fr.) Kumm.	BP	S	D
<i>Mycenoporella clipeata</i> (Pat.) Heim	BT	S	D
<i>Oudemansiella canari</i> (Jungh.) Hohn.	BT,BMM	S	D
<i>O. longipes</i> (St. Amans) Moser	BMM,BQ	S	D
<i>O. radicata</i> (Reih. : Fr.) Sing.	BMM	S	D
<i>Resupinatus applicatus</i> (Batsch : Fr.) Sing.	BT	S	D
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	BT,BMM	S	D
<i>Strobilurus conigenoides</i> (El.)Sing.	BMM	S	D
<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sow. : Fr.) Quél.	BMM	S	D
<i>T. pessundatum</i> (Fr.) Quél.	BMM	S	D
<i>T. terreum</i> (Schaeff. : Fr.) Kumm.	BMM	S	D
<i>Tricholoma titans</i> (B. & Br.) Sacc.	BT	S	D
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schaeff. : Fr.) Sing.	BMM	S	D
<i>Tricholomopsis decora</i> (Fr.) Sing.	BMM	S	D
<i>Tricholosporum</i> sp	BMM	S	D
<i>Trogia cantharelloides</i> (Mont.)Pat.	BT	S	D
<i>T. buccinalis</i> (Mont.) Pat.	BT	S	D
<i>Xeromphalina campanella</i> (Bat. : Fr.) Kuhn. & Maire	BMM	S	D
<i>X. tenuipes</i> (Schw.) Smith	BMM	S	D
BOLBITIACEAE			
<i>Bolbitius vitellinus</i> (Pers.) Fr.	PI	S	D
<i>Conocybe lactea</i> (Lange) Métrod	PI	S	D
<i>C. tenera</i> (Schaeff.: Fr.) Fayod	PI	S	D
COPRINACEAE			
<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull. : Fr.) Fr.	PI	S	D
<i>C. plicatilis</i> (Curt. : Fr.) Fr.	PI	S	D

<i>C. comatus</i> (Muller : Fr.) S.F. Gray	PI	S	D
<i>C. jagopus</i> Fr.	PI	S	D
<i>C. disseminatus</i> (Pers.: Fr.) S.F. Gray	BMM	S	D
<i>Panaeolus antillarum</i> (Fr.) Denn.	PI	S	D
<i>Lacrymaria velutina</i> (Pers. : Fr.) Sing.	BMM	S	D
STROPHARIACEAE			
<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch : Fr.) Quéf.	PI	S	D
<i>S. coronilla</i> (Bull. : Fr.) Quéf.	PI	S	D
<i>Naematoloma fasciculare</i> (Huds : Fr.) Karst.	BMM,BPQ	S	D
<i>Galerina autumnalis</i> (Peck) Smith & Sing.	BMM	S	D
<i>Psilocybe cubensis</i> (Earle) Sing.	PI	S	D
<i>P. suyungensis</i> Guzmán	BMM	S	D
<i>P. coprophila</i> (Bull. : Fr.)Kumm.	PI	S	D
CORTINARICEAE			
<i>Cortinarius violaceus</i> (L. : Fr.)Fr.	BMM	M	F
<i>C. sanguineus</i> (Wulf.: Fr.) S.F. Gray	BMM	M	F
<i>C. semisanguineus</i> (Fr.) Gill.	BMM	M	F
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet) Gillet	BPQ	M	F
<i>Inocybe lilacina</i> (Bond.) Kauffman	BMM	M	F
<i>Inocybe geophylla</i> (Sow.: Fr.) Kumm.	BMM	M	F
<i>I. fastigiata</i> (Schaeff. : Fr.) Quéf.	BMM	M	F
<i>Gymnopilus</i> sp.	BMM	S	D
CREPIDOTACEAE			
<i>Crepidotus mollis</i> Fr.	BMM	S	D
<i>Crepidotus</i> sp.	BMM	S	D
ENTOLOMATACEAE			
<i>Entoloma murriai</i> (B. & C.) Sacc.	BMM	S	D
<i>Entoloma nigroviolaceum</i> (Orton) Hesler	BMM	S	D
<i>E. sinuatum</i> (Bull. : Fr.) Kumm.	BMM	M	F
<i>E. incanum</i> (Fr.) Hesler	BMM	S	D
<i>Clitopilus scyphoides</i> (Fr.: Fr.) Singer	BMM	M	F
PLUTEACEAE			
<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff. : Secr.) Fr.	BMM	S	C
<i>Pluteus</i> sp.	BMM	S	D
RUSSULALES RUSSULACEAE			
<i>Russula brevipes</i> Peck	BMM	M	F,C
<i>R. compacta</i> Frost in Peck	BMM	M	F
<i>R. cyanoxantha</i> (Schaeff. : Krombl.) Fr.	BMM	M	F,C
<i>R. foetens</i> Pers.: Fr.	BMM	M	F
<i>R. flavida</i> Frost & Peck	BMM	M	F,C
<i>R. fragantissima</i> Romagnesi	BMM	M	F
<i>R. heterophylla</i> Fr.	BMM	M	F,C
<i>R. mariae</i> Pk.	BMM	M	F,C
<i>R. nigricans</i> Bull. : Fr.	BMM	M	F
<i>R. mephitica</i> Pegler in Pegler & Sing.	BMM	M	F
<i>R. sanguinea</i> (Bull. : St. Amans) Fr.	BPQ	M	F
<i>R. virescens</i> Fr.	BMM	M	F,C
<i>Lactarius argillaceifolius</i>	BMM	M	F
<i>L. chrysothaeus</i> Fr.	BMM,BPQ	M	F,V
<i>L. croceus</i> Burlingham	BMM	M	F
<i>L. corrugis</i> Pk.	BMM	M	F,C
<i>Lactarius aff. deceptivus</i>	BMM	M	F
<i>L. deliciosus</i> (Fr.) S. F. Gray	BP, BPQ	M	F,C
<i>L. fuliginosus</i> (Fr.) Fr	BMM	M	F
<i>L. gerardii</i> Peck	BMM	M	F,C
<i>L. hygrophoroides</i> Berk. & Curt.	BTQ,BMM	M	F,C
<i>L. indigo</i> (Schw.) Fr.	BMM	M	F,C
<i>L. nebulosus</i> Pegler	BT	M	F
<i>Lactarius aff. pterosporus</i> Romagnesi	BMM	M	F
<i>L. piperatus</i> var. <i>glaucescens</i> (Crossl.) Hesler & Smith	BMM	M	F

Sección: IV. Los Hongos

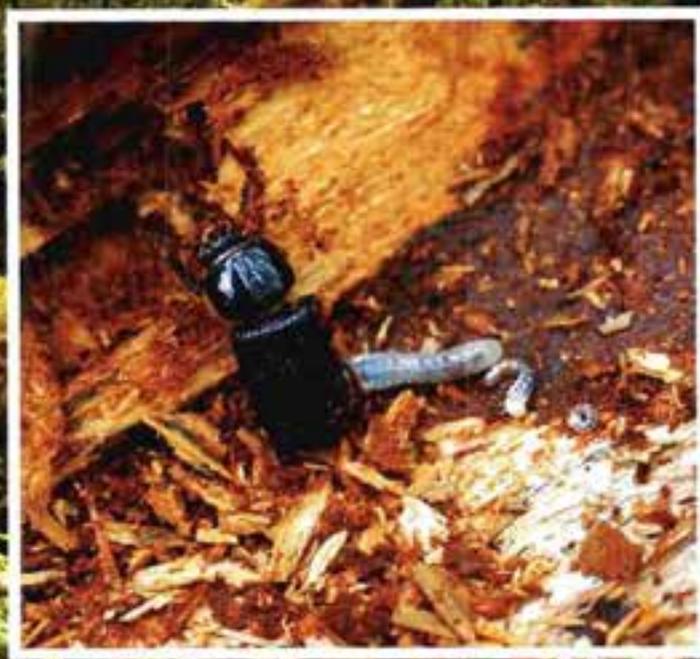
<i>L. subdulcis</i> (Pers. : Fr.) S.F.Gray	BMM	M	F
<i>L. pubescens</i> var. <i>pubescens</i> Fr.	BMM	M	F,V
<i>L. uvidus</i> (Fr.) Fr.	BMM	M	F
<i>L. volemus</i> Fr.	BMM	M	F,V
ORDEN BOLETALES			
PAXILLACEAE			
<i>Paxillus pannuoides</i> (Fr. : Fr.) Fr.	BPQ	S	D
<i>Neopaxillus echinospermus</i> (Speg.) Singer	BT	M	F
GOMPHIDICEAE			
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff. : Fr.) Miller	BP,BPQ	M	F
BOLETACEAE			
<i>Austroboletus neotropicalis</i> Singer, García y Gómez	BMM	M	F
<i>Boletellus coccineus</i> (Fr.) Singer	BMM, BPQ	M	F,C
<i>Boletellus pseudochrysenderoides</i> Smith y Thiers	BMM	M	F
<i>B. flocculosipes</i> (Murr.) Perreau	BMM	M	F
<i>B. russellii</i> (Frost.) Gilbert	BMM, BPQ	M	F,C
<i>Boletus bicoloroides</i> Smith y Thiers	BMM	M	F
<i>Boletus aff. vermiculatus</i>	BMM	M	F
<i>Boletus gertrudiae</i> Peck	BMM	M	F
<i>Boletus hypocarycinus</i> Sing.	BMM	M	F
<i>Boletus inedulius</i> (Murr.) Murr.	BMM	M	F
<i>B. luridus</i> Schaeff. : Fr.	BMM	M	F
<i>Boletus paulae</i> García y Singer ad. int.	BQ	M	F,C
<i>B. pseudoseparans</i> Grand y Smith	BMM	M	F,C
<i>B. pulverulentus</i> Opat.	BMM	M	F,C
<i>Boletus rubellus</i> Krombh.	BTQ,BMM	M	F,C
<i>B. subvelutipes</i> Peck	BMM	M	F,V
<i>B. tamaulipanus</i> García ad. int.	BMM	M	F
<i>B. variipes</i> Peck	BPQ	M	F,C
<i>Chalciporus rubinellus</i> (Peck) Sing.	BP	M	F
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull. : Fr.) Quél.	BQ,BMM	M	F,C
<i>Gyroporus umbrinisquamosus</i> Murr.	BMM	M	F
<i>Gyrodon rompelii</i> (Pat. & Rick) Singer	BT	M	F,C
<i>Leccinum albellum</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>L. griseum</i> (Quél.) Sing.	BMM	M	F,C
<i>L. rubropunctum</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>L. rugosiceps</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>L. subglabripes</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>Phlebopus portentosus</i> (Berk. & Br.) Boedijn	BMM	M	F
<i>Phylloboletellus chloephorus</i> Singer	BT	M	F
<i>Phylloporus foliiporus</i> (Murr.) Sing.	BMM	M	F
<i>Porphyrellus cyaneotinctus</i> (Smith y Thiers) Singer	BMM	M	F
<i>Pulveroboletus auriporus</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>P. ravenelii</i> (Berk. y Curt.) Sing.	BMM	M	F,C
<i>P. retipes</i> (Berk. y Curt.) Sing.	BMM	M	F
<i>Strobilomyces confusus</i> Sing.	BMM	M	F,C
<i>S. floccopus</i> (Vahl in Fl. Dan. : Fr.) Karst	BMM, BPQ	M	F,C
<i>Suillus cothurnatus</i> ssp. <i>hiemalis</i> Sing.	BP, BPQ	M	F,C
<i>Suillus granulatus</i> (L. ex Fr.) O. Kuntze	BP, BPQ	M	F,C
<i>S. tomentosus</i> (Kauffm.) Sing.	BP, BPQ	M	F
<i>S. brevipes</i> (Peck) Kuntze	BP, BPQ	M	F,C
<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell) Snell	BMM	M	F
<i>Tylopilus subcellulosus</i> Singer y García	BMM	M	F
<i>Xanthoconium afinne</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>Xerocomus illudens</i> (Peck) Sing.	BMM	M	F,C
<i>Xerocomus truncates</i> Sing., Snell y Dick	BMM	M	F,C
RHIZOPOGONACEAE			
<i>Rhizopogon rubescens</i> Tul.	BPQ	M	F
GASTEROMYCETES			
LYCOPERDALES			
LYCOPERDACEAE			
<i>Arachnion album</i> Schw.	PI	S	D

<i>Calvatia cyathiformis</i> (Bosc.) Morgan	BT	S	C
<i>Lycoperdon mammaeforme</i> Pers.	BP	S	C
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	BMM	M	C
<i>L. pyriforme</i> Pers.	BMM	S	C
<i>L. umbrinum</i> Pers.	BMM	S	D
<i>Morganella subincarnata</i> (Pk.) Kreisel & Dring	BMM	S	D
	GEASTRACEAE		
<i>Geastrum saccatum</i> (Fr.) Fisch.	BMM	S	D
<i>Geastrum triplex</i> Jung.	BMM	M	F
<i>Geastrum pectinatum</i> Pers.	BMM	S	D
	SCLERODERMATALES		
	ASTRAEACEAE		
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	BMM	M	F
	SCLERODERMATACEAE		
<i>Scleroderma verrucosum</i> Pers.	BMM	M	F
<i>Pisolithus tinctorius</i> (Pers.) Coker y Couch	BMM	M	F
	PHALLALES		
	CLATHRACEAE		
<i>Aseroe rubra</i> Bill. : Fr	BMM	S	D
<i>Clathrus columnatus</i> Bosc.	BMM	S	D
<i>Clathrus crispus</i> Turpin	BT	S	D
	PHALLACEAE		
<i>Mutinus bambusinus</i> (Zoll.) Fisch.	BT,BMM	S	D
<i>Phallus ravenelii</i> Berk. y Curt.	BMM	S	D
<i>Dictyophora indusiata</i> (Vent. : Pers.) Desv.	BT	S	D
	HYSTERANGIACEAE		
<i>Hysterangium</i> sp.	BMM	M	D
	NIDULARIALES		
<i>Cyathus poeppigii</i> Tul.	BT	S	D
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schw.) De Toni	BMM	S	D
<i>C. striatus</i> (Huds.) Pers.	BMM	S	D
	HYMENOGASTERALES		
	HYMENOGASTERACEAE		
<i>Hymenogaster</i> sp.	BMM	M	F
	ELASMOMYCETACEAE		
<i>Zelleromyces</i> sp.	BMM	M	F

Sinonimia:

(1) BT(bosque tropical), BMM(bosque mesófilo de montaña), BQ (Bosque de Quercus),BPQ (bosque de Pinus y Quercus), PI (Pastizal inducido) . (2) M (Micorrizógeno) , P (parásito), S (saprobio) (3) F(importancia en el manejo forestal), E (entomopatógeno), C(comestible), D (desconocida), V (venenoso), Me (medicinal).





V
LI
Los Invertebrados

31. Los gasterópodos terrestres

Alfonso Correa Sandoval y Rubén Rodríguez Castro

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Blvd. Emilio Portes Gil 1301. 87010
Cd. Victoria, Tamaulipas, MEXICO

Abstract

Thirty one genera, 44 species and 4 subspecies of terrestrial gastropods belonging to 18 families are recorded from the "El Cielo" Biosphere Reserve, Tamaulipas, México. Thirty seven species are new records. The families with more species are Spiraxidae (9), Helicinidae (5) and Subulinidae (5). The species with greater distribution by locality is *Coelocentrum palmeri*. The vegetation type with more species (36) is the tropical semideciduous forest.

Introducción

La gran diversidad de los moluscos sólo es superada por los artrópodos. Los trópicos probablemente contienen la porción más representativa del número total de especies de gasterópodos terrestres, de los que se estima existen entre 30,000 y 35,000 especies. La diversidad mundial de estos organismos supera ampliamente a la de aves, mamíferos, reptiles y anfibios juntos, y constituye la fauna norteamericana más diversificada, considerando estos grupos (Solem 1984).

La mayoría de los gasterópodos tienen una concha calcárea externa enrollada. La siguiente, es una breve y completa descripción de las formas terrestres: en la clase Gastropoda, dos subclases están bien representadas en ambientes terrestres: Prosobranchia y Pulmonata.

Los prosobranquios presentan concha con opérculo y los sexos están separados, caracteres que los distinguen fácilmente de los pulmonados, poseen poca importancia agrícola y sanitaria.

Los pulmonados, el grupo con mayor radiación adaptativa y de mayor importancia agrícola y sanitaria, carecen de branquias y opérculo, son hermafroditas. Dentro de estos, los que han reducido o perdido la concha se les conoce vulgarmente como tlaconetes o babosas.

La subclase Pulmonata se divide en tres órdenes: Basommatophora, Stylommatophora y Systellommatophora. Los dos últimos son principalmente terrestres (Monge-Nájera 1997).

Los gasterópodos terrestres son herbívoros en principio, aunque existen otros con hábitos

carnívoros, necrófagos, micófagos e incluso omnívoros.

Se les encuentra enterrados en el suelo, entre la hojarasca, bajo piedras, en troncos y en los estratos herbáceo, arbustivo o arbóreo.

El conocimiento sobre la fauna malacológica terrestre del Noreste de México es incipiente. Existe muy poca información sobre su distribución y aspectos ecológicos, así como del grado de influencia neotropical o neártica (Correa-Sandoval 1993).

Para Tamaulipas, en tres estudios se cita distinto número de especies: 11 para varias localidades del estado (Martens 1890-1901), 23 especies para la región Sureste (Hinkley 1907) y 21 para la zona Oeste de Ciudad Victoria (Pilsbry 1903).

La región centro-sur del estado ha sido ampliamente recolectada por los autores, quienes recopilan las 91 especies citadas en 49 estudios publicados hasta 1994.

De la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) sólo cinco publicaciones mencionan alguna especie. *Coelocentrum palmeri* y *Streptostyla bartschii* se describieron de Tamaulipas sin señalar localidades precisas (Dall 1908), aunque diversos autores coinciden en que las descripciones se basaron en especímenes recolectados en la región de Gómez Farías. Para el Rancho El Cielo y otras localidades del Sur del estado se han registrado: *Aperostoma mexicanum palmeri*, *Mesomphix montereyensis victorianus* y *Coelocentrum palmeri* (Solem 1954).

En otros estudios (Solem 1956, 1957), se han registrado para la región de Gómez Farías a *Aperostoma mexicanum palmeri* y *Ceres nelsoni*. Se describieron como nuevas especies a *Coelocentrum penium* y *C. paucinoda*, señalando como localidad tipo la Sierra Cucharas (0.3 km al Oeste de la cabecera municipal) y 3 km al Este del poblado de Gómez Farías, respectivamente (Thompson y Correa-Sandoval 1994). En total, siete especies han sido citadas para la RBC.

El material en que se basa este estudio ha sido recolectado por los autores desde 1987 en diferentes localidades (**Cuadro 1**) y se encuentra

depositado en las Colecciones de Moluscos Terrestres del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y del Florida Museum of Natural History, University of Florida.

En el **Cuadro 2**, en la lista sistemática, las familias siguen el ordenamiento de Hubricht (1985, basado en el Handbuch der Paläozoologie (Sección Euthyneura) de Zilch 1959-1960), de Taylor y Sohl (1962) y del Florida Museum of Natural History.

Los géneros y especies se ordenaron alfabéticamente.

La fauna malacológica terrestre de la RBC consiste en 18 familias, 31 géneros, 44 especies y cuatro subespecies, lo cual representa 48% de las especies conocidas para el estado. Cinco especies (11%), no descritas, son nuevas para la ciencia. Treinta y siete especies (84%) y 26 géneros (84%) son nuevos registros para el área. *Helicina flavida* y *Xanthonix potosiana* son nuevos registros para Tamaulipas.

La localidad con el mayor número de especies (18) se ubica 0.2 km en la subida (vía larga, ladera derecha) a Alta Cimas, Gómez Farías. Le siguen la zona correspondiente a la falda de la Sierra Cucharas, 0.5 km atrás de la Presidencia Municipal, y el Rancho El Cielo, ambas con 16 especies (**Cuadro 1**).

La mayoría de las especies son de distribución restringida. La especie encontrada en el mayor número de localidades (10) es *Coelocentrum palmeri*, le siguen: *Helicina chrysocheila* (8), *Aperostoma mexicanum palmeri* y *Streptostyla gracilis* (ambas en 7 localidades). En una sola localidad se encontraron *Helicina flavida*, *Gastrocopta pellucida*, *Subulina octona* y *Xanthonix potosiana*, entre otras especies.

Entre las especies interesantes presentes en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" se encuentran *Euglandina oblonga tamaulipensis*

Cuadro 1. Localidades de recolecta y número de especies de gastrópodos terrestres. Los tipos de vegetación son: bosque tropical subcaducifolio (BTS), bosque mesófilo de montaña (BMM) y bosque de pino-encino (BPE).

Localidad	Número de especies	% del total de especies	Vegetación predominante
1.- Después del entronque a Gómez Farías, km 8.	11	(25)	BTS
2.- Subiendo a Gómez Farías, 3 km al este de la cabecera.	11	(25)	BTS
3.- Poblado de Gómez Farías, 3 km al este.	11	(25)	BTS
4.- Estación Los Cedros, Gómez Farías.	5	(11)	BTS
5.- Falda de la sierra Cucharas, 0.5 km atrás de la Presidencia Municipal.	16	36	BTS
6.- Subida a Alta Cimas, 0.2 km, ladera derecha.	18	41	BTS
7.- Camino a El Cielo, mina de Piedra Blanca (curva).	2	4.5	BTS-BMM
8.- Alta Cimas, Gómez Farías.	10	23	BTS-BMM
9.- El Cielo, Gómez Farías.	16	36	BMM
10.- El Malacate, Gómez Farías.	3	7	BMM
11.- Camino Zona de Alta Cima – San José.	7	16	BMM
12.- Casa de Piedra.	1	2.2	BMM-BPE
13.- Valle del Ovní.	5	11	BMM
14.- Camino Zona de San José – La Gloria.	5	11	BMM-BPE
15.- Ejido Lázaro Cárdenas (La Gloria), Gómez Farías.	1	2.2	BPE

Cuadro 2. Especies de gastrópodos terrestres en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". Los números indican las localidades de recolecta (ver **Cuadro 1**). * Nuevo registro para el área de estudio.

		LOCALIDADES														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
GASTROPODA																
PROSOBRANCHIA																
HELICINIDAE																
1	<i>Helicina chrysocheila</i> Binney 1851 *	X	X	X	X	X	X		X	X						
2	<i>H. Flavida</i> Menke 1828 *		X													
3	<i>H. Sowerbyana</i> Pfeiffer 1848 *								X							
4	<i>H. Zephyrina</i> Duclos 1833 *					X										
5	<i>Schasicheila hidalgoana</i> Dall 1897 *	X		X	X	X	X									
CERESIDAE																
6	<i>Ceres nelsoni</i> Dall 1898						X					X	X			
CYCLOPHORIDAE																
7	<i>Aperostoma mexicanum palmeri</i> (Bartsch y Morrison 1942)			X				X		X	X	X		X		X
DIPLOMMATINIDAE																
8	<i>Adelopoma stollii</i> Martens 1890 *									X	X				X	
PULMONATA																
SYSTEMOMMATOPHORA																
VERONICELLIDAE																
9	<i>Leidyula moreleti</i> (Crosse y Fischer 1872) *			X		X										
STYLOMMATOPHORA																
PUPILLIDAE																
10	<i>Gastrocopta pellucida</i> (Pfeiffer 1841) *	X														
11	<i>Pupisoma dioscoricola insigne</i> Pilsbry 1920 *	X														
CHAROPIIDAE																
12	<i>Chanomphalus pilsbryi</i> (Baker 1927) *											X			X	
ZONITIDAE																
13	<i>Hawailia minuscula</i> (Binney 1840) *						X				X				X	
14	<i>Mesomphix montereyensis</i> (Pilsbry 1899) *			X						X				X		
15	<i>M. montereyensis victorianus</i> (Pilsbry 1903)			X		X				X						
SYSTROPHIIDAE																
16	<i>Miradiscops</i> sp. nov. *														X	
HELICARIONIDAE																
17	<i>Guppya gundlachi</i> (Pfeiffer 1839) *	X														
FERUSSACIIDAE																
18	<i>Cecilioides consobrina veracruzensis</i> (Crosse y Fischer 1877) *	X					X									
SUBULINIDAE																
19	<i>Beckianum beckianum</i> (Pfeiffer 1846) *						X									
20	<i>Lamellaxis micra</i> (Orbigny 1835) *	X					X					X				
21	<i>Leptinaria mexicana</i> (Pfeiffer 1866) *						X			X						
22	<i>L. tamaulipensis</i> Pilsbry 1903 *			X	X		X	X		X						
23	<i>Subulina octona</i> (Bruguiere 1792) *					X										
SPIRAXIDAE																
24	<i>Euglandina corneola</i> (Binney 1857) *								X	X						
25	<i>E. dalli</i> (Pilsbry 1899) *									X						
26	<i>E. oblonga tamaulipensis</i> Pilsbry 1903 *			X		X	X	X	X							
27	<i>E. texasiana</i> (Pfeiffer 1857) *	X	X			X			X	X						
28	<i>Salasiella</i> sp. nov. *									X						
29	<i>Spiraxis</i> sp. nov. *									X						X
30	<i>Streptostyla bartschii</i> Dall 1908					X	X		X	X	X					
31	<i>S. gracilis</i> Pilsbry 1907 *			X	X		X	X	X	X			X			
32	<i>S. palmeri</i> Dall 1905 *															X
SAGDIDAE																
33	<i>Thysanophora fuscata</i> (Adams 1897) *	X														
34	<i>T. horni</i> (Gabb 1866) *	X														X
UROCOPTIDAE																
35	<i>Microceramus mexicanus</i> (Martens 1897) *					X	X									

36	<i>Coelocentrum palmeri</i> Dall y Bartsch 1908	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
37	<i>C. paucinoda</i> Thompson y Correa-Sandoval 1994	X									
38	<i>C. penion</i> Thompson y Correa-Sandoval 1994					X					
BULIMULIDAE											
39	<i>Drymaeus emeus</i> (Say 1829) *	X	X	X	X	X					
40	<i>D. multilineatus</i> (Say 1825) *	X	X		X						
POLYGRIDAE											
41	<i>Polygyra</i> sp. nov. *	X	X								
42	<i>Praticolella berlandieriana</i> (Moricand 1833) *	X				X					
XANTHONYCIDAE											
43	<i>Humboldtiana</i> sp. nov. *							X			
44	<i>Trichodiscina cordovana</i> (Pfeiffer 1858) *				X	X			X		
45	<i>Xanthonix potosiana</i> Dall 1905 *								X		

(Fig. 1) especie carnívora de distribución neotropical, *Streptostyla bartschii* (Fig. 2) especie endémica del noreste de México y *Drymaeus emeus* (Fig. 3) gastrópodo herbívoro y arbóreo.

Agradecimientos

Al Dr. Fred G. Thompson del Florida Museum of Natural History, University of Florida, la confirmación de varias especies y literatura proporcionada. A los biólogos Víctor Martínez, Deliana García, Sandra Ramos, Sergio Ramírez, Carmen Salazar, Myrna Cordova y Mayra Gutiérrez quienes participaron en el trabajo de campo y laboratorio.

Literatura Citada

- Correa Sandoval, A. 1993. Caracoles terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Santiago, Nuevo León, México. *Rev. Biol. Trop.* 41: 683-687.
- Dall, W.H. 1908. Descriptions and figures of the some land and fresh-water shells from México, believed to be new. *Proc. U. S. N. M.* 35: 177-182.
- Hinkley, A.A. 1907. Shells collected in northeastern México. *Nautilus* 21: 76-80.
- Hubricht, L. 1985. The distribution of the native and mollusks of the eastern United States. *Field Zool.* 24: 1-191.

Martens, E. von. 1890-1901. *Biologia Centrali-Americana*. Land and fresh water Mollusca. London. 706 pag.

Monge-Nájera, J. 1997. *Moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el Trópico: la experiencia costarricense*. Primera edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 166 pag.

Pilsbry, H.A. 1903. Mexican land and freshwater mollusks. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.* 35: 761-789.

Solem, A. 1954. Notes on Mexican mollusks. I: Durango, Coahuila and Tamaulipas, with description of two new *Humboldtiana*. *Nautilus* 68: 3-10.

_____. 1956. The helicoid cyclophorid mollusks of México. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.* 108: 41-59.

_____. 1957. Notes on some mexican land snails. *Notulae Naturae*. 298: 1-13.

_____. 1984. A world model of land snail diversity and abundance. In: Solem, A. y A. C. Bruggen (Eds.), *World wide snails. Biogeographical studies on non-marine mollusca*. Leiden. 265 pag.

Taylor, D.W. and N.F. Sohl. 1962. An outline of gastropod classification. *Malacologia* 1:7-32.

Thompson, F.G. y A. Correa-Sandoval. 1994. Land snails of the genus *Coelocentrum* from Northeastern Mexico. *Bull. Fla. Mus. Nat. Hist.* 36: 141-173.

Zilch, A. 1959-1960. Gastropoda, Euthyneura. In: *Schindewolf, Handbuch der Paläozoologie*, V. 6, Borntraeger. Berlin. 834 pag.



Figura 1. *Euglandina oblonga tamaulipensis*, especie carnívora de la Reserva de la Biofera "El Cielo".

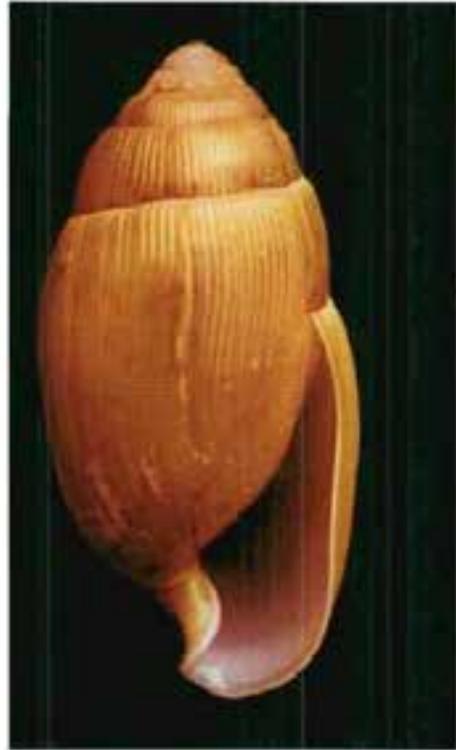


Figura 2. *Streptostyla bartschii*, especie endémica del noreste de México.



Figura 3. *Drymaeus emeus* especie herbívora y arbórea.

32. Las lombrices de tierra

Carlos Fragoso

Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MEXICO
fragosoc@ecologia.edu.mx

Abstract

The earthworm fauna of "El Cielo Biosphere Reserve" includes 19 species, 12 exotics and seven natives, belonging to the families Glossoscolecidae (*Pontoscolex corethrurus*), Lumbricidae (*Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapezoides*, *Bimastus parvus*, *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus*, *Octolasion tyrtaeum*), Megascolecidae (tribu Acanthodrilini: *Diploptrema albidus*, *Larsonidrilus microscolecinus*, *Protozapotecia australis*; tribu Dichogastrini: *Dichogaster affinis*, *Dichogaster bolau*, *Dichogaster saliens*, *Zapatadrilus ticus*, *Zapatadrilus* sp. nov. 26, *Zapatadrilus* sp. nov. 27; tribu Megascolecini: *Amyntas corticis*, *Amyntas gracilis*), and Ocnerodrilidae (*Phoenicodrilus taste*). These species are found in the vegetation types that occur in the altitudinal gradient of the Reserve: tropical semideciduous forests (seven species), mountain cloud forest (nine species), transition tropical forest-cloud forest (five species), pine-oak forest (eight species) and transition cloud forest-pine oak forest (four species). For each vegetation type the list of species of natural and managed ecosystems is presented. The paper also provides a short diagnosis and some natural history notes for each species, including an identification key. Finally, the invasion of natural ecosystems by exotic species is also discussed.

Introducción

Los primeros registros de lombrices de tierra de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) fueron publicados por Gates (1970, 1971, 1973) en una serie de trabajos realizados en cuevas de México; las cuatro especies registradas por Gates fueron dos exóticas y dos nativas, una de estas últimas nueva para la ciencia. Por la misma época, Righi (1972) describió otra especie nueva proveniente del bosque mesófilo en los alrededores del rancho El Cielo. Más tarde, Fragoso (1989) caracterizó la diversidad, composición, abundancia y biomasa de estos organismos a lo largo de un gradiente altitudinal de cerca de 2,000 m de la RBC, que incluyó casi todos los tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, bosque mesófilo, bosque

de pino-encino y los ecotonos correspondientes. Un aspecto interesante de este análisis, fue la diferente estructura funcional entre ecosistemas: dominancia de epigeos en el bosque mesófilo y predominio de endógeos en la selva y el bosque de pino-encino.

Este estudio presentó el listado de especies de lombrices terrestres de la RBC (18), listado que incluyó las registradas por Gates (1970, 1971, 1973) y Righi (1972). Estas 18 especies, 11 exóticas y siete nativas, se ubicaron en las familias Lumbricidae (seis exóticas), Glossoscolecidae (una exótica), Ocnerodrilidae (una exótica) y Megascolecidae, tribus Megascolecini (2 exóticas), Dichogastrini (una exótica y tres nativas) y Acanthodrilini (cuatro nativas). Las especies nativas dominaron en los ambientes naturales estudiados por Fragoso (1989), con excepción del bosque mesófilo en donde más de la mitad fueron especies exóticas que aportaron 60% de la biomasa total. En los ambientes perturbados, no muestreados sistemáticamente, el mismo autor señaló la presencia importante de especies exóticas, indicando que estas lombrices debieron haber llegado en el suelo de las plantas comestibles y de ornato, introducidas; por lo tanto estas especies se pueden considerar introducidas accidentalmente por el hombre en la RBC.

Estudios posteriores (Fragoso *et al.* 1997, 1999b) en las partes bajas y en el bosque mesófilo, indican que las comunidades de lombrices de tierra de ambientes perturbados presentan cambios significativos en su composición, en comparación con las de los ambientes naturales respectivos: en la parte baja, los cultivos de maíz y caña de azúcar pierden todas las especies nativas, mientras que a mayor altitud, el cultivo de maíz mantiene una de las tres especies nativas originales del bosque mesófilo. A continuación se presenta el listado actualizado con las 19 especies de lombrices de tierra de la RBC (**Cuadro 1**), en donde: i) se incluyen cambios en la adscripción del género de algunas especies, debido a arreglos taxonómicos recientes (James 1990, 1991, 1993), ii) se agregan tres especies a la tabla de Fragoso (1989), encontradas

ORIGEN	GENERO / ESPECIE	CAT. ECOL.	ALTITUD	VEGETACION Y MICROAMBIENTE
EXOTICAS	<i>Amyntas corticis</i>	epi-endogea	1100-1200 1450	Bosque mesófilo, pastos, solares (S) Bosque de pino-encino, cerca pastos (S)
	<i>Amyntas gracilis</i>	epi-endogea	240,330	Selva, maizales, huertas de plátano (S)
	<i>Aporrectodea rosea</i>	epigea	1600	Bosque de pino-encino (C)
	<i>A. trapezoides</i>	epigea	1200	Bosque mesófilo (S)
	<i>Bimastos parvus</i>	epigea	1400	Ecotono B. mesófilo- B. pino,encino (S)
	<i>Dendrobaena octaedra</i>	epigea	1200	Bosque mesófilo (S)
	<i>Dendrodriilus rubidus</i>	epigea	1100-1200 1400 1580-1800	Bosque mesófilo, huerta de plátano (S, B) Ecotono B. mesófilo-B. pino,encino (S) Bosque de pino-encino (S)
	<i>Dichogaster affinis</i>	endogea polihúmica	240-360 980	Selva mediana, milpa de maíz, cañaveral (S) Milpa de maíz y frijol (S)
	<i>Dichogaster bolau</i>	epi-endogea	340	Selva mediana, milpa de maíz (S)
	<i>Dichogaster saliens</i>	endogea polihúmica	980	Milpa de maíz y frijol (S)
	<i>Octolasion tyrtaeum</i>	endogea mesohúmica	1150-1200 1450-1650	Bosque mesófilo, cultivo de maíz-papa(S) Bosque de pino-encino, pastizales (S)
	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	endogea mesohúmica	360 1160-1200	Milpa de maíz, cañaveral (S)Milpa de maíz-cacahuete, pastos (S)
NATIVAS	<i>Diploptrema albidus</i>	endogea polihúmica	2133	Bosque de pino-encino (C)
	<i>Larsonidrilus microscolecinus</i>	endogea polihúmica	340	Selva mediana (S)
	<i>Phoenicodrilus taste</i>	endogea polihúmica	1200	Bosque mesófilo (S)
	<i>Protozapotecia australis</i>	endogea polihúmica	240-340 760-980	Selva mediana, huerta de plátanos (S) Ecotono selva-B. mesófilo, milpa maíz (S)
	<i>Zapatadrilus sp.nov. 27</i>	endogea mesohúmica	1100-1200 1500-1800 240-340	Bosque mesófilo, maizal- cacahuete, platanar (S) Bosque de pino-encino (S) Selva mediana (S)
	<i>Zapatadrilus sp.nov. 28</i>	endogea mesohúmica	1100 1400 1450-1650 1750-1820	Bosque mesófilo (S) Ecotono B. mesófilo-B. pino, encino (S) Bosque de pino-encino, pastizal (S) Bosque de pino-encino-oyamel (S)
	<i>Zapatadrilus ticus</i>	epigea	760 1150-1250 1400, 1500	Ecotono selva-Bosque mesófilo (S) Bosque mesófilo (S) Ecotono B. mesófilo-B. pino; B. pino-encino (S)

Cuadro 1. Listado de las especies de lombrices de tierra de la RBC, indicando su origen, categoría ecológica (CAT. ECOL.), altitud (m snm), tipo de vegetación y microambiente (S= suelo, B=bromelias, C= cuevas).

al revisar material adicional de la RBC, y iii) se elimina *Eukerria saltensis* (mencionada en Fragoso 1989), por no estar la localidad dentro de los límites de la RBC. Además, en el **Apéndice 1** se proporciona una clave para la identificación de las 19 especies de la RBC. Ver Fragoso (2001) para la distribución de cada especie a nivel del país.

Fragoso *et al.* (1995) presentan mapas de distribución para los géneros de lombrices nativas.

Familia Megascolecidae
Subfamilia Acanthodrilinae
Tribu Acanthodrilini
Diploptrema albidus (Gates 1973)

Diagnosis: l: 39-65 mm; d: 2-3.5 mm; sin pigmentación, con ocho quetas por segmento; dos pares de poros espermatecales, uno en el intersegmento 7/8 y otro en 8/9; dos pares de poros prostáticos, uno en el segmento 17 y otro en 19; holonefridios sin vesículas; sin glándulas calcíferas; sin molleja, sin tifosole; últimos corazones en el segmento 12; holándrica; próstatas tubulares; con vesículas seminales pareadas en los segmentos 11 y 12; espermateca con dos divertículos; sin quetas peneales.

Historia natural: especie endógena polihúmica encontrada en una cueva (La Perra) en la parte alta de la RBC; sólo se tiene el registro de la

descripción original (Gates 1970). Fragoso (1989) la identificó como *Notiodrilus albus*.

Origen: nativa, endémica de la RBC.

Larsonidrilus microscolecinus (James 1993)

Diagnosis: l: 26-36 mm; d: 1-1.5 mm; sin pigmentación; ocho quetas por segmento; con marcas genitales musculares que se proyectan en la cavidad corporal; un par de poros espermatecales en el intersegmento 8/9; un par de poros prostáticos en el segmento 17; últimos corazones en el segmento 12; holándrica; holonefridios sin vesículas; una molleja en 5; vesículas seminales en los segmentos 9 y 12; próstatas tubulares en 17, con túbulos delgados asociados; espermatecas sin divertículos; quetas peneales presentes.

Historia natural: especie endógena polihúmica encontrada en la selva mediana de los alrededores de Gómez Farías. Es más o menos común en pastizales, solares, relictos de selva mediana y sabanas naturales de la planicie costera del Golfo. Fragoso (1989) la identificó como *Notiodrilus* sp 2.

Origen: nativa de la planicie costera del Golfo de México.

Protozapotecia australis (James 1993)

Diagnosis: l: 30-60 mm; d: 1.7-2 mm; sin pigmentación; ocho quetas por segmento; dos pares de poros espermatecales, uno en el intersegmento 7/8 y otro en 8/9; holándrica; holonefridios; sin glándulas calcíferas; dos mollejas esofágicas en los segmentos 5 y 6, separadas por un septo muscularizado; últimos corazones en el segmento 12; vesículas seminales en los segmentos 11 y 12; con quetas genitales y peneales; próstatas tubulares en 17 y 19; divertículo espermatecal bilobulado.

Historia natural: se trata de una especie endógena polihúmica, frecuente en ecosistemas naturales y perturbados de la planicie costera del Golfo y del Eje Neovolcánico Transverso, ocurriendo tanto en climas templados como tropicales. En la RBC se le encontró en la selva mediana, el bosque mesófilo, el bosque de pino-encino y los ecotonos correspondientes. Fragoso (1989) la identificó como *Diplocardia* sp.

Origen: nativa.

Tribu Dichogastrini

Dichogaster affinis (Michaelsen 1890)

Diagnosis: l: 27-60 mm; d: 1-2 mm; sin pigmento; ocho quetas por segmento; primer poro dorsal en 5/6; marcas genitales en la línea media ventral de los intersegmentos 7/8-11/12; mollejas en 6 y 7; con glándulas calcíferas en los segmentos 15, 16

y 17; con tiflosole; meronefridios; holándrica; vesículas seminales vestigiales en 11 y 12; próstatas en 17 y 19; con quetas peneales; espermatecas pareadas en los segmentos 8 y 9.

Historia natural: se trata de una especie endógena polihúmica, muy común en ecosistemas perturbados de los trópicos y subtropicales de todo el mundo (más información sobre su distribución mundial en Gates 1972 y Fragoso *et al.* 1999a). En la RBC se le encontró en la selva mediana y agroecosistemas aledaños, así como en milpas establecidas en el ecotono bosque mesófilo-selva mediana.

Origen: exótica (probablemente de África).

Dichogaster bolau (Michaelsen 1891)

Diagnosis: l: 27-40 mm; d: 1-3 mm; pigmento rojizo en la parte anterior; ocho quetas por segmento; primer poro dorsal en 5/6; un sólo poro femenino en el ecuador y sobre la línea media ventral del segmento 14; mollejas en 6 y 7; con tiflosole; con glándulas calcíferas en los segmentos 15, 16 y 17; meronefridios; holándrica; vesículas seminales vestigiales en 11 y 12; próstatas en 17 y 19; con quetas peneales; espermatecas pareadas en los segmentos 8 y 9.

Historia natural: especie endógena polihúmica, muy común en ecosistemas perturbados de los trópicos y subtropicales de todo el mundo (más información en Gates 1972, Righi 1979 y Fragoso *et al.* 1999a). En la RBC se le encontró en la selva mediana y agrosistemas derivados.

Origen: exótica (probablemente de África).

Dichogaster saliens (Beddard, 1893).

Diagnosis: l: 17-70 mm; d: 1.5-2.5 mm; sin pigmento; ocho quetas por segmento; primer poro dorsal en la región 3/4-6/7; mollejas en 6 y 7; con tiflosole; con glándulas calcíferas en los segmentos 15, 16 y 17; meronefridios; holándrica; vesículas seminales vestigiales en 11 y 12 o solamente 12; próstatas en 17; con quetas peneales; espermatecas pareadas en los segmentos 8 y 9.

Historia natural: especie endógena polihúmica, común en ecosistemas perturbados de los trópicos y subtropicales de todo el mundo (más información sobre su distribución mundial en Gates 1972, Righi 1979 y Fragoso *et al.* 1999a). En la RBC se le encontró en agrosistemas establecidos en el ecotono bosque mesófilo-selva mediana.

Origen: exótica (probablemente de África).

Zapatadrilus sp.nov. 26

Especie de gran tamaño, con ocho quetas por segmento; meronefridios; sin glándulas calcíferas; dos mollejas; metándrica, con glándulas prostáticas en 18 y 20; descripción en preparación (Fragoso obs. pers.).

Historia natural: especie endógea, mesohúmica de gran grosor, limitada a los litosoles someros de la selva mediana. Fragoso (1989) la identificó como *Trigaster* sp.1.

Origen: nativa, endémica de la RBC.

Zapatadrilus sp.nov. 27

Especie de mediano tamaño con ocho quetas por segmento; meronefridios; sin glándulas calcíferas; dos mollejas; metándrica, con glándulas prostáticas en 18 y 20; descripción en preparación (Fragoso obs. pers.).

Historia natural: especie endógea, mesopolihúmica frecuente en el bosque mesófilo, en los bosques de encino pino-oyamel y en los ecotonos correspondientes. Fragoso (1989) la identificó como *Trigaster* sp.2.

Origen: nativa endémica de la RBC

Zapatadrilus ticus (Righi 1972). (Figura 1)

Diagnosis: l: 60-67 mm; d: 2.5 mm; pigmento abundante de color pardo rojizo; ocho quetas por segmento; dos pares de poros espermatecales, un par en 7/8 y el otro en 8/9; dos pares de poros prostáticos, un par en 18 y el otro en 20; meronefridios; sin glándulas calcíferas; dos mollejas en los segmentos 5 y 7; con tiflosole; últimos corazones en 13; holándrica; vesículas seminales en 9 y 12; próstatas tubulares 18 y 20; espermatecas con un divertículo sésil y con numerosas cámaras seminales.



Figura 1. *Zapatadrilus ticus*. Material colectado en el bosque mesófilo y fijado y conservado en formol al 4%. Escala 2 cm.

Historia natural: especie epigea, común de la hojarasca del bosque mesófilo de la RBC. Fragoso (1989) la identificó como *Trigaster tica*.

Origen: nativa, endémica de la RBC.

Tribu Megascolecini

Amyntas corticis (Kinberg 1867)

Diagnosis: l: 45-170 mm; d: 3-6 mm; pigmento de color muy variable, generalmente gris verdoso obscuro o rojo parduzco; numerosas quetas rodeando todo el segmento (arreglo periquetino); poros espermatecales ventrales en 5/6, 6/7, 7/8 y 8/9; pequeñas papilas ovoidales pareadas a los lados de los poros espermatecales; otras papilas a los lados de los poros masculinos; una molleja esofágica en 8; poros masculinos y prostáticos combinados en 18, superficiales.

Historia natural: se trata de una especie epigea, común en ecosistemas perturbados de climas tropicales y templados de todo el mundo (más información sobre su distribución mundial en Gates 1972, Easton 1982 y Fragoso *et al.* 1999a). En la RBC se presenta siempre por arriba de los 1000 m de altitud, en los bosques mesófilo y de pino encino, y en los pastizales aledaños.

Origen: exótica (Sudeste asiático).

Amyntas gracilis (Kinberg 1867)

Diagnosis: l: 56-156 mm; d: 3-6 mm; pigmento de color generalmente gris o rojo parduzco; numerosas quetas rodeando todo el segmento (arreglo periquetino); poros espermatecales ventrales en 5/6, 6/7 y 7/8; pequeñas papilas ovoidales a los lados de los poros espermatecales y en algunos segmentos posteriores; numerosas papilas a los lados de los poros masculinos; una molleja esofágica en 8; poros masculinos y prostáticos combinados en 18, superficiales.

Historia natural: se trata de una especie epigea, común en ecosistemas perturbados tropicales y subtropicales de todo el mundo (más información sobre su distribución mundial en Gates 1972, Easton 1982 y Fragoso *et al.* 1999a). En la RBC se le encontró en milpas y platanares derivados de la selva mediana. Fragoso (1989) la identificó como *Amyntas hawayana*.

Origen: exótica (Sudeste asiático).

Familia Ocnerodrilidae

Phoenicodrilus taste (Eisen 1895).

Diagnosis: l: 20-43 mm; d: 1-1.5 mm; sin pigmentación; ocho quetas por segmento; un par de poros espermatecales en el intersegmento 8/9;

con o sin próstatas en el segmento 17; holonefridios; glándulas calcíferas en el segmento 9, con numerosos canales ovoidales internos; sin molleja; comienzo del intestino en el segmento 12; últimos corazones en el segmento 11; holándrica; vesículas seminales en los segmentos 9 y 12; con o sin espermatecas en el segmento 9.

Historia natural: especie endógea, polihúmica y partenogenética de gran plasticidad ecológica, registrada en ambientes tropicales naturales y perturbados (para más información sobre su distribución mundial ver Gates 1977 y Fragoso *et al.* 1999a) y encontrada en la RBC en el bosque mesófilo.

Origen: nativa.

Familia Glossoscolecidae

Pontoscolex corethrurus (Müller 1856)

Diagnosis: l: 60-120 mm; d: 4-6 mm; pigmento ausente; 8 quetas por segmento, anteriormente en arreglo regular pero posteriormente dispuestas al tresbolillo; poros masculinos en la región del clitelo; clitelo en forma de silla de montar en 15, 16-22,23; tubérculos pubertarios en 19-22; poros espermatecales pareados en 6/7-8/9; una molleja en 6; tres pares de glándulas calcíferas de estructura tubular-dicotómica en 7-9; holonefridios; metándria; espermatecas simples.

Historia natural: lombriz endógea mesohúmica, con reproducción partenogenética y elevada plasticidad ecológica. Hasta el momento, es la especie tropical con mayor número de registros en suelos tropicales perturbados de todo el mundo (Fragoso *et al.* 1999a). Es también la especie más frecuente en los suelos tropicales de México (72 registros, Fragoso 2001). En la RBC se le encontró en diversos cultivos y pastizales de mediana y baja altitud, situados por debajo de los 1200 m de altitud.

Origen: exótica (América del Sur).

Familia Lumbricidae

Aporrectodea rosea (Savigny 1826)

Diagnosis: l: 25-85 mm; d: 3-5 mm; sin pigmento, pero de color rosado cuando viva; 8 quetas por segmento; prostomio epilóbico; poros espermatecales en 9/10 y 10/11; poros masculinos en 15; clitelo en 25, 26-32; tubérculos pubertarios en 29-31.

Historia natural: se trata de una especie peregrina de amplia distribución, que se le ha ubicado tanto en *Aporrectodea* como en *Eisenia*. Se distribuye en ambientes templados de todos los continentes, su

reproducción es seguramente partenogenética (Sims y Gerard 1985). Para más información sobre su distribución veáse Gates (1972, como *Eisenia rosea*). En la RBC ha sido registrada únicamente por Gates (1971) dentro del sótano de Joya de Salas, en el bosque de pino-encino. Fragoso (1989) la cita como *Eisenia rosea*.

Origen: exótica (Paleártica).

Aporrectodea trapezoides (Duges 1828)

Diagnosis: l: 80-140 mm; d: 3.5-7 mm; pigmento presente o ausente (polimorfismo), nunca de color rojo; 8 quetas por segmento; prostomio epilóbico; poros espermatecales en 9/10 y 10/11; poros masculinos en 15; clitelo en forma de silla de montar generalmente en 27, 28-33, 34; tubérculos pubertarios en 31-33; las glándulas calcíferas se abren verticalmente en el ecuador del esófago del segmento 10; vesículas nefridiales en forma de U. **Historia natural:** especie de amplia distribución en climas fríos y templados, principalmente en cultivos (Sims y Gerard 1985) de todo el mundo, que presenta morfos endógeos y anécicos (más información sobre su distribución mundial en Gates 1972). Se distribuye naturalmente en gran parte de la región Holártica (Sims y Gerard 1985). En la RBC se le encontró en el bosque mesófilo de los alrededores del Rancho El Cielo.

Origen: exótica (Paleártica).

Bimastos parvus (Eisen 1874)

Diagnosis: l: 17-65 mm; d: 1.5-3 mm; pigmentación dorsal de color rojizo; 8 quetas por segmento; prostomio epilóbico; clitelo en 23,24-31,32; poros masculinos en 15; glándulas calcíferas pareadas en 10; vesículas nefridiales en forma de "U"; espermatecas y tubérculos pubertarios ausentes. **Historia natural:** especie epigea, partenogenética, originaria de los bosques templados del Este de Estados Unidos. Su hábitat natural son sitios ricos en materia orgánica, tales como la hojarasca o debajo de la corteza de árboles en descomposición (James 1995). En la RBC se le encontró en el ecotono bosque mesófilo bosque de pino encino, cerca de un aserradero. **Origen:** exótica (Neártica).

Dendrobaena octaedra (Savigny 1826)

Diagnosis: l: 17-60 mm; d: 3-5 mm; prostomio epilóbico; pigmentación de color rojo; 8 quetas por segmento, ampliamente pareadas; poros espermatecales en 9/10, 10/11, 11/12 en D; clitelo en 27,28,29-33, 34; tubérculos pubertarios

usualmente en 31-33; poros masculinos en 15; las glándulas calcíferas se abren directamente en el segmento 11; vesículas nefridiales en forma de ocarina.

Historia natural: especie epigea de amplia distribución en climas fríos y templados de todo el mundo (más información sobre su distribución en Gates 1972 y Reynolds 1977), en hábitats ricos en materia orgánica y en suelos con pH ácido-neutro (Gates 1972). Se distribuye naturalmente en gran parte de la región occidental Holártica (Sims y Gerard 1985). En la RBC se le encontró en el bosque mesófilo de los alrededores del Rancho El Cielo.

Origen: exótica (Paleártica).

Dendrodrilus rubidus (Savigny 1826)

Diagnosis: l: 20-90 mm; d: 2-5 mm; prostomio epilóbico; pigmentación de color rojo; 8 quetas por segmento ampliamente pareadas; poros espermatecales en 9/10 y 10/11 en C; clitelo en 26,27-31,32; tubérculos pubertarios, si se presentan, en 28,29-30; poros masculinos en 15; las glándulas calcíferas se abren ventral y posteriormente al esófago, justo frente 10/11; vesículas nefridiales en forma de "U" ondulada.

Historia natural: especie epigea de amplia distribución mundial, en climas fríos y templados (más información sobre su distribución en Gates 1972). Se le encuentra en diversos hábitats como hojarasca, debajo de la corteza de troncos podridos, pilas de composta, bajo piedras húmedas y boñigas (Sims y Gerard 1985). Se distribuye naturalmente en gran parte de la región Holártica (Sims y Gerard 1985). En la RBC se encontró en el bosque mesófilo, una huerta de plátanos aledaña a este bosque, los bosques de pino-encino y el ecotono bosque mesófilo-bosque de pino-encino.

Origen: exótica (Paleártica).

Octolasion tyrtaeum (Savigny 1826)

Diagnosis: l: 25-130 mm; d: 3-8 mm; 8 quetas por segmento, ampliamente pareadas después del clitelo; pigmento ausente; prostomio epilóbico; poros espermatecales en C y D en 9/10 y 10/11; clitelo en forma de silla de montar en 30-35; tubérculos pubertarios en 31-34; glándulas calcíferas en el ecuador del esófago del segmento 10; vesículas nefridiales cortas, en forma de ocarina. **Historia natural:** especie endógea, ampliamente distribuida en climas templados y fríos de todo el mundo. Se le ha registrado en diversos ambientes, tanto naturales como perturbados (para más información sobre su distribución mundial y hábitats

ver Gates 1972, Sims y Gerard, 1985). En la RBC se encontró en el bosque mesófilo y en el ecotono bosque mesófilo-bosque de pino-encino, así como en los jardines del Rancho El Cielo.

Origen: exótica (Paleártica).

Análisis ecológico

En la RBC, es claro el predominio de especies exóticas sobre las nativas, puesto que de un total de 19 especies, 12 son exóticas y siete nativas (cociente especies nativas/especies exóticas= 0.58). Este patrón, sin embargo, varía en función de la altitud, del tipo de vegetación y del grado de perturbación de los ecosistemas. En consecuencia, a continuación, se analiza la oligoquetofauna de esta región por rangos altitudinales y sus tipos de vegetación asociados.

Selva mediana subcaducifolia (240-360 m snm)

En las partes bajas de la RBC existen selvas medianas bien conservadas. En estos ambientes, las lombrices de tierra no son muy abundantes, pero es claro el dominio de las nativas tanto en número de especies (*Protozapotecia australis*, *Larsonidrilus microscolecinus* y *Zapatadrilus* sp. nov. 27) como en la abundancia relativa; las dos únicas exóticas son poco abundantes: *Dichogaster bolau* y *Amyntas gracilis*.

La situación cambia radicalmente en los ambientes perturbados, en particular los cultivos donde las nativas desaparecen totalmente. Por ejemplo, en las milpas de maíz, donde hay muy pocas lombrices, la adición del rastrojo facilita la invasión y supervivencia de lombrices exóticas: *Dichogaster bolau*, *D. affinis* y *Pontoscolex corethrurus* (Patrón 1993). En los cañaverales implantados hace más de 30 años, la fauna de lombrices está compuesta exclusivamente por las exóticas: *P. corethrurus* y *D. affinis*.

Ecotono selva mediana-bosque mesófilo (760-980 m snm)

En el estudio cuantitativo realizado por Fragoso (1989), sólo se encontraron dos especies nativas en este tipo de vegetación: *Zapatadrilus ticus* y *Protozapotecia australis*. En los cultivos de maíz asociados, por otro lado, hubo tres exóticas (*P. corethrurus*, *Dichogaster saliens* y *D. affinis*) y una nativa, *P. australis*, que fue la especie más abundante (96% de la abundancia total).

Bosque mesófilo de montaña (1,100-1,250 m snm)

Debido a la introducción de frutales y plantas ornamentales en los terrenos del Rancho El Cielo, el bosque mesófilo de los alrededores presentó cinco especies exóticas (*Amyntas corticis*, *Aporrectodea trapezoides*, *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodilus rubidus* y *Octolasion tyrtaeum*) y cuatro nativas (*Phoenicodrilus taste*, *P. australis*, *Z. ticus* y *Zapatadrilus* sp. nov. 28), con un cociente de especies nativas/especies exóticas= 0.8. En términos de densidad, sin embargo, las especies nativas fueron más abundantes (Fragoso 1989).

En los ambientes perturbados se observaron situaciones contrastantes, pues mientras en los pastizales las especies exóticas (*P. corethrurus*, *A. corticis* y *O. tyrtaeum*) fueron las únicas presentes, en las milpas de maíz-frijol con rotación, y en las huertas de plátanos la especie nativa y endogea *P. australis* fue siempre más abundante que las exóticas: *P. corethrurus*, *D. affinis*, *D. saliens*, *O. tyrtaeum* y *D. rubidus* (con un cociente de especies nativas/especies exóticas= 0.2).

Ecotono bosque mesófilo-bosque de pino-encino (1,400 m snm)

En este sitio solamente se estudiaron los bosques, encontrándose igual número de especies nativas (*Zapatadrilus ticus*, *Zapatadrilus* sp. nov.28) y exóticas (*D. rubidus*, *Bimastos parvus*), aunque las nativas fueron más abundantes (Fragoso 1989).

Bosque de pino-encino (1,450-2,133 m snm)

En estos bosques se encontró igual cantidad de especies nativas (*Zapatadrilus* sp. nov.28, *Z. ticus*, *P. australis* y *Diplostrema albidus*) y de exóticas (*A. corticis*, *Eisenia rosea*, *D. rubidus*, *O. tyrtaeum*), pero las nativas dominaron en abundancia y biomasa. En pastizales inducidos o pastizales colindantes con el bosque, sin embargo, predominaron las exóticas.

Conclusiones

En la RBC, 63% de las especies de lombrices de tierra son exóticas de origen paleártico, asiático y africano, lo que pone de manifiesto una importante influencia antropogénica. En las partes bajas, este grupo de especies se limita a los ambientes perturbados, mientras que en las partes altas se observa una invasión de exóticas en los bosques naturales (por lo general en las cercanías de las rancherías), siendo el bosque mesófilo el más afectado.

Debido a la cantidad de especies exóticas encontradas y a la incipiente colonización de los ambientes naturales por parte de este grupo, se recomienda evaluar los distintos tipos de vegetación de la RBC mediante un gradiente de muestreo que incluya: los sistemas perturbados, los bosques y los ecotonos correspondientes. Algunos parámetros que podrían potencialmente evaluarse en estos sitios son: i) la cantidad de especies nativas, ii) la cantidad de especies exóticas y iii) el porcentaje de abundancia de las especies exóticas. Sugerimos considerar a las lombrices exóticas *Pontoscolex corethrurus* y *Octolasion tyrtaeum*, como indicadores importantes de perturbación en las selvas y los bosque templados-frios de la RBC, respectivamente.

Literatura citada

- Easton, E.G. 1982.** Australian pheretimid earthworms (Megascolecidae: Oligochaeta): A synopsis with the description of a new genus and five species. *Aust. J. Zool.* 30: 711-735
- Fragoso, C. 1989.** Las lombrices de tierra de la Reserva "El Cielo": aspectos ecológicos y sistemáticos. *Biotam* 1(1): 38-44.
- Fragoso, C. 2001.** Las lombrices de Tierra de México (Annelida, Oligochaeta): Diversidad, Ecología y Manejo. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* Número especial 1: 131-171.
- Fragoso, C., S. James, y S. Borges. 1995.** Native earthworms of the North Neotropical Region: Current status and Controversies. Pp. 67-115 In: **Hendrix, P.F.** (ed.) *Earthworm ecology and biogeography in North America.* Lewis Publishers.
- Fragoso, C., G. Brown, J.C. Patrón, E. Blanchart, P. Lavelle, B. Pashanasi, B. Senapati y T. Kumar. 1997.** Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology.* 6: 17-35.
- Fragoso, C., J. Kanyonyo, A. Moreno, B. Senapati, E. Blanchart y C. Rodríguez. 1999a.** A Survey of Tropical Earthworms: Taxonomy, Biogeography and Environmental Plasticity. Pages. 1-26. In: **P. Lavelle, L. Brussaard, y P. Hendrix** (Eds.): *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems.* CAB International. 300 pp.
- Fragoso, C., P. Lavelle, E. Blanchart, B. Senapati, J.J. Jiménez, M.A. Martínez, T. Decaens y J. Tondoh. 1999b.** Earthworm Communities of Tropical Agroecosystems: Origin, Structure and Influence of Management Practices. Pages. 27-55. In: **P. Lavelle, L. Brussaard, y P. Hendrix** (Eds.) *Earthworm Management in Tropical Agroecosystems.* CAB International. 300 pp.
- Gates, G.E. 1970.** On a new species of earthworm from another Mexican cave. *The Southwestern Naturalist.* 15: 261-273
- Gates, G.E. 1971.** On some earthworms from Mexican caves. *Bull. Assoc. Mexican Cave Stud.* 4: 3-8
- Gates, G.E. 1972.** Burmese earthworms. An introduction to the systematics and biology of megadrile oligochaetes with special reference to southeast Asia. *Trans. Amer. Phil. Soc.* NS 62 (7): 1-326.
- Gates, G.E. 1973.** On more earthworms from Mexican caves. *Bull. Assoc. Mexican Cave Stud.* 5: 21-24.
- Gates, G.E. 1977.** La faune terrestre de l'île de Saint-Helene. 1. Oligochaeta. *Mus. R. Afr. Cen. Ann. Belgique. Ser. In 8E. Sc. Zool.* 220: 469-491.
- James, S.W. 1990.** *Diploctrema murchiei* and *D. papillata* new earthworms (Oligochaeta: Megascolecidae) from Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 38:18-27
- James, S.W. 1991.** New species of earthworms from Puerto Rico, with a redefinition of the earthworm Genus *Trigaster* (Oligochaeta: Megascolecidae). *Trans. Am. Microsc. Soc.* 110(4): 337-353.
- James, S. 1993.** New acanthodriline earthworms from Mexico (Oligochaeta: Megascolecidae). *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 60: 1-21.
- James, S.W. 1995.** Systematics, biogeography and ecology of nearctic earthworms from eastern, central, southern and southwestern United States. Pages. 29-51 In: **P.F. Hendrix** (ed.) *Earthworm ecology and biogeography in North America.* Lewis Publishers. Florida USA. 244 pages.
- Patron, J.C. 1993.** *Estudio de una población introducida de lombrices Pontoscolex corethrurus (Oligochaeta) bajo diferentes tratamientos asociados al maíz (Zea mays).* Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 53 pp.
- Reynolds, J.W. 1977.** The Earthworms (*Lumbricidae* and *Sparganophilidae*) of Ontario. *Life Sci. Misc. Pub., R. Ont. Mus.* pp: 1-141.
- Righi, G. 1972.** On some earthworms from Central America (Oligochaeta). *Studies of Neotropical Fauna* 7: 207-228.
- Righi, G. 1979.** Introducción al estudio de las lombrices del suelo (Oligoquetos Megadrilos) de la Provincia de Santa Fe (Argentina). *Rev. Asoc. Cienc. nat. Litoral.* 10: 89-155.
- Sims, R.W. y B.M. Gerard. 1985.** *Earthworms. Synopsis of the British Fauna.* Ed. **D. Kermack y R.S.K. Barnes.** No.31. Published by The Linnean Society of London y The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association. London. 171 pages.

Apéndice 1. Clave de las especies de lombrices de tierra de la Reserva El Cielo.

1a. Con pigmento en toda o parte de la región dorsal	2
1b. Sin pigmento	9
2a. Con pigmento a todo lo largo de la región dorsal	3
2b. Pigmento limitado a los primeros segmentos de la región antero-dorsal de color rojizo, con poros prostáticos en 17 y 19 y un sólo poro femenino en 14	<i>Dichogaster bolau</i>
3a. Pigmento de color grisáceo verdoso con más de 8 quetas por segmento	4
3b. Pigmento de color rojizo o pardo oscuro	5
4a. Tres pares de espermatecas en 5/6, 6/7 y 7/8	<i>Amyntas gracilis</i>
4b. Cuatro pares de espermatecas en 5/6, 6/7, 7/8 y 8/9	<i>Amyntas corticis</i>
5a. Prostomio tanilóbico, poros prostáticos en 18 y 20	<i>Zapatadrilus ticus</i>
5b. Prostomio epilóbico	6
6a. Quetas cercanamente pareadas a lo largo de todo el cuerpo	7
6b. Quetas ampliamente pareadas	8
7a. Clitelo en 27-34, tubérculos pubertarios en 31-33	<i>Aporrectodea</i>
<i>trapezoides</i>	
7b. Clitelo en 23-32, tubérculos pubertarios ausentes	<i>Bimastos parvus</i>
8a. Clitelo en 29-33, tubérculos pubertarios en 31-33	<i>Dendrobaena octaedra</i>
8b. Clitelo en 26-31, tubérculos pubertarios en 29-33	<i>Dendrodrilus rubidus</i>
9a. Quetas dispuestas longitudinalmente en 8 hileras a lo largo de todo el cuerpo	10
9b. Queta postclitelares dispuestas al tresbolillo	<i>Pontoscolex corethrurus</i>
10a. Poros prostáticos ausentes	11
10b. Poros prostáticos presentes	12
11a. Clitelo en 30-35, tubérculos pubertarios en 31-34	<i>Octolasion tyrtaeum</i>
11b. Clitelo en 25-32, tubérculos pubertarios en 29-31	<i>Aporrectodea rosea</i>
12a. Un par de poros prostáticos en el segmento 17	13
12b. Dos pares de poros prostáticos	15
13a. Sin glándulas calcíferas	<i>Larsonidrilus</i>
	<i>microscolecinus</i>
13b. Con glándulas calcíferas	14
14a. Glándulas calcíferas en 15, 16 y 17; dos mollejas; dos pares de poros espermatecales en los segmentos 8 y 9	<i>Dichogaster saliens</i>
14b. Glándulas calcíferas en 9; sin molleja	<i>Phoenicodrilus taste</i>
15a. Poros prostáticos en 18 y 20	16
15b. Poros prostáticos en 17 y 19	17
16a. Adultos clitelados mayores de 14 cm; diámetro mayor de 5mm	<i>Zapatadrilus sp. nov. 27</i>
16b. Adultos clitelados menores de 14 cm; diámetro menor de 5mm	<i>Zapatadrilus sp. nov. 28</i>
17a. Mollejas ausentes	<i>Diplostrema albidus</i>
17b. Mollejas presentes	18
18a. Una molleja	<i>Protozapotecia australis</i>
18b. Dos mollejas en 5 y 6	<i>Dichogaster affinis</i>

33. Collembola

José G. Palacios-Vargas

Departamento de Zoología, Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México
A.P. 70-153 MEXICO D.F.
jgpv@hp.fciencias.unam.mx

Abstract

Information concerning the springtails of Tamaulipas is compiled. This includes an annotated list of species with emphasis on the Rancho del Cielo Biosphere Reserve and a complete bibliography. The taxonomic list is presented in phylogenetic order (Appendix 1) and information concerning the environments inhabited (Appendix 2) is included with discussions of endemism. The 72 species and 33 known genera probably represent only a fraction of the total fauna present there. Community ecology of the region is briefly discussed.

Introducción

Los colémbolos son pequeños artrópodos sin alas, emparentados con los insectos, que miden entre 250 micrones y 10 mm de longitud. Las características más distintivas son: la presencia de un órgano saltador o fúrcula y un tubo ventral o colóforo (su nombre científico se refiere a dicho órgano, de acuerdo con las raíces griegas *colla*= pegamento y *embolon*= tubo). Es común verlos al levantar macetas en nuestra propia casa o al caminar en un jardín, y se notan como pequeñitos puntos o comas de color gris, blanco o azul, que brincan o se mueven rápidamente. Estos diminutos organismos, se han considerado entre los más numerosos de los artrópodos terrestres (Hopkin 1997) y se pueden encontrar por miles, en una pequeña muestra de hojarasca. En el dosel de las selvas, en una hectárea se pueden hallar varios millones. También son abundantes en las cuevas, y en la superficie de los lagos, estanques o charcos temporales, donde se logran coleccionar cientos en unos cuantos segundos, en una pequeña trampa con alcohol (Palacios-Vargas 1990).

La mayoría de los colémbolos se alimenta de hifas o de material vegetal en descomposición (Palacios-Vargas y Gómez-Anaya 1994), existen además especies carnívoras que se alimentan de nemátodos, rotíferos y otros colémbolos (Palacios-Vargas y Vidal-Acosta 1994). Por su tipo de alimentación, juegan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica, además de controlar las poblaciones de bacterias y hongos.

Estudios sobre especies euedáficas sugieren que los colémbolos del suelo son relevantes para estimular o suprimir la simbiosis microbiana en las raíces de las plantas. Pocas especies son depredadoras (*i.e.* *Proisotoma grandiceps*, *Friesea* spp) y algunas son plagas de cultivos (alfalfa, hongos, tomate y caña de azúcar), situación generalmente propiciada por su introducción accidental debida a actividades humanas.

Los colémbolos son cosmopolitas, se les puede encontrar desde el nivel del mar hasta grandes altitudes. Muchas especies habitan en el suelo, siendo capaces de penetrar hasta 1.5m de profundidad, no pocas viven en el dosel de las selvas tropicales (Palacios-Vargas *et al.* 1998) y algunas actúan como dispersoras de esporas dentro de los troncos en descomposición (Palacios-Vargas y Castillo 1992). Es frecuente encontrarlos en la hojarasca y corteza de árboles, en los hongos, y nidos de insectos sociales, aves y mamíferos, así como en epífitas y cuevas (Palacios-Vargas 1981, 1994).

El uso de trampas "pitfall" permite capturar organismos activos sobre la superficie del suelo. Otra técnica es la nebulización del dosel de los árboles, que permite obtener información interesante sobre fenología y ecología de las especies que viven en este medio (Palacios-Vargas *et al.* 1998).

Importancia ecológica

Los colémbolos son muy abundantes en el suelo y la hojarasca, siendo uno de los grupos de hexápodos terrestres mejor representados del mundo. A pesar de su abundancia, la aportación de los Collembola a la biomasa animal total del suelo es baja debido a su pequeño tamaño: en ecosistemas templados es de 1-5%, en zonas árticas de cerca de 10% y más de 33% en ecosistemas en estados tempranos de sucesión. No obstante, los colémbolos son importantes por su influencia sobre la estructura de algunos suelos. La mayoría de los suelos contienen millones de heces fecales de colémbolos, que los pueden

beneficiar al retardar la liberación de nutrientes esenciales de las plantas, así como servir de sustrato para una gran cantidad de microorganismos. Por otra parte, los colémbolos son presas de muchos insectos, en particular de hormigas y escarabajos, así como de numerosos ácaros depredadores, por lo que son un elemento fundamental en las cadenas tróficas.

Entre las razones de su éxito, están su pequeño tamaño, mismo que les permite ocupar pequeños huecos entre las partículas de suelo, vegetación muerta y otros espacios reducidos, así como su adaptabilidad fisiológica y etológica. Tradicionalmente se consideraba que los colémbolos no podían vivir en ambientes secos, punto de vista que ha cambiado, pues hay colémbolos en los desiertos, en las regiones más frías y las más secas de la tierra; en la superficie de cuerpos de agua y en las partes más altas de los árboles. Los únicos ambientes poco colonizados son las aguas profundas y el mar abierto.

Historia del grupo en México

El trabajo que describe la primera especie mexicana de Collembola, *Seira mexicana*, apareció hace más de un siglo (Folsom 1898). Treinta años después, Handschin (1928) dio a conocer varias formas del centro de México. En la década de 1928 a 1937, sólo se describieron seis especies. Posteriormente, durante la década de los cuarenta, el conocimiento de la fauna de Collembola de México se vio enriquecido por los trabajos del Dr. Federico Bonet, principalmente la sistemática de las familias Hypogastruridae, Oncopoduridae, Sminthuridae y Neelidae. Durante esa época se describieron 22 taxones. Posteriormente, de 1948 hasta 1977, se incrementó esta cantidad con tan sólo 14 especies. Trabajos taxonómicos sobre la fauna de México han permitido la descripción de varias especies y géneros nuevos, principalmente de las familias Neanuridae (Fig. 1 y 3), Odontellidae (Fig. 2), Entomobryidae (Fig. 4), Isotomidae (Fig. 5) y Dicyrtomidae (Fig. 6), así como la elaboración de claves de identificación.

Los esfuerzos de varios investigadores lograron describir 76 especies en la década de 1978 a 1987. Contreras-Ramos (1986), publicó el primer registro para la familia Poduridae en México, procedente del estado de Nuevo León, grupo que vive exclusivamente en ambientes dulceacuícolas.

La primera recopilación de la información de la fauna de colémbolos de México fue realizada por Palacios-Vargas (1983a), quien después de 20

años de recolectar y estudiar material de distintos estados, publicó el Catálogo de Colémbolos Mexicanos (Palacios-Vargas 1997). De 1989 a 1999 inclusive, se han descrito 52 taxones, gracias a los trabajos coordinados por J. G. Palacios-Vargas. A la fecha, se han descrito un total de 171 colémbolos mexicanos.

También se han realizado algunos estudios que abarcan aspectos ecológicos de los colémbolos en México (Villalobos 1989, 1990; Mendoza Arviso 1995, Palacios-Vargas *et al.* 1998). Los trabajos más recientes abarcan aspectos de taxonomía y ecología de los habitantes del dosel de un bosque tropical subcaducifolio (Palacios-Vargas, Castaño Meneses y Gómez Anaya 1998).

La fauna de colémbolos cavernícolas en el país ha sido estudiada por diversos autores, quienes han citado o descrito varios taxones nuevos y discutido su distribución biogeográfica (Christiansen y Reddell 1986, Palacios-Vargas 1983b, Palacios-Vargas *et al.* 1985, Hoffmann *et al.* 1986, Palacios-Vargas y Zeppelini 1995).

Finalmente, con relación a ejemplares fósiles, el importante material de México analizado por Christiansen (1971) proporcionó un listado de los colémbolos encontrados en ámbar de Simojovel, Chiapas.

De Tamaulipas se conocen 11 trabajos que citan su fauna de colémbolos, a pesar de haberse publicado cerca de 130 artículos sobre este grupo de México, número relativamente bajo. Aquellas publicaciones que citan o describen en particular algunos colémbolos de ese Estado son señalados en la bibliografía con un asterisco (Christiansen y Reddell, 1986, Mari Mutt 1977, 1981). Del Rancho del Cielo en particular, hemos descrito y registrado varias especies (Palacios-Vargas y Najt 1986, Palacios-Vargas y Díaz 1995), que posteriormente han servido como base para estudios ecológicos (Villalobos 1989, 1990; Mendoza 1995). El artículo más reciente describe un género y especie nuevos endémicos de esta localidad (Palacios-Vargas, Mendoza y Villalobos 2000). La bibliografía anterior a 1962 fue referida por Salmon (1964), que recopiló 2,603 citas bibliográficas. A partir de entonces se han producido más de 5,000 publicaciones sobre colémbolos. La producción más importante a partir de 1990 fue incluida en las referencias de Hopkin (1997) y contiene cerca de 2,500 citas sobre diversos temas. La obra mundial más importante sobre los colémbolos que existe, sin duda alguna sigue siendo la publicada por Stach (1947, 1949a, 1949b, 1951, 1954, 1956, 1957, 1960, 1963), quien en nueve tomos hizo la revisión de este grupo



Figura 1. Foto Neanuridae



Figura 2. Foto de *Xenyllodes unguidentatus*

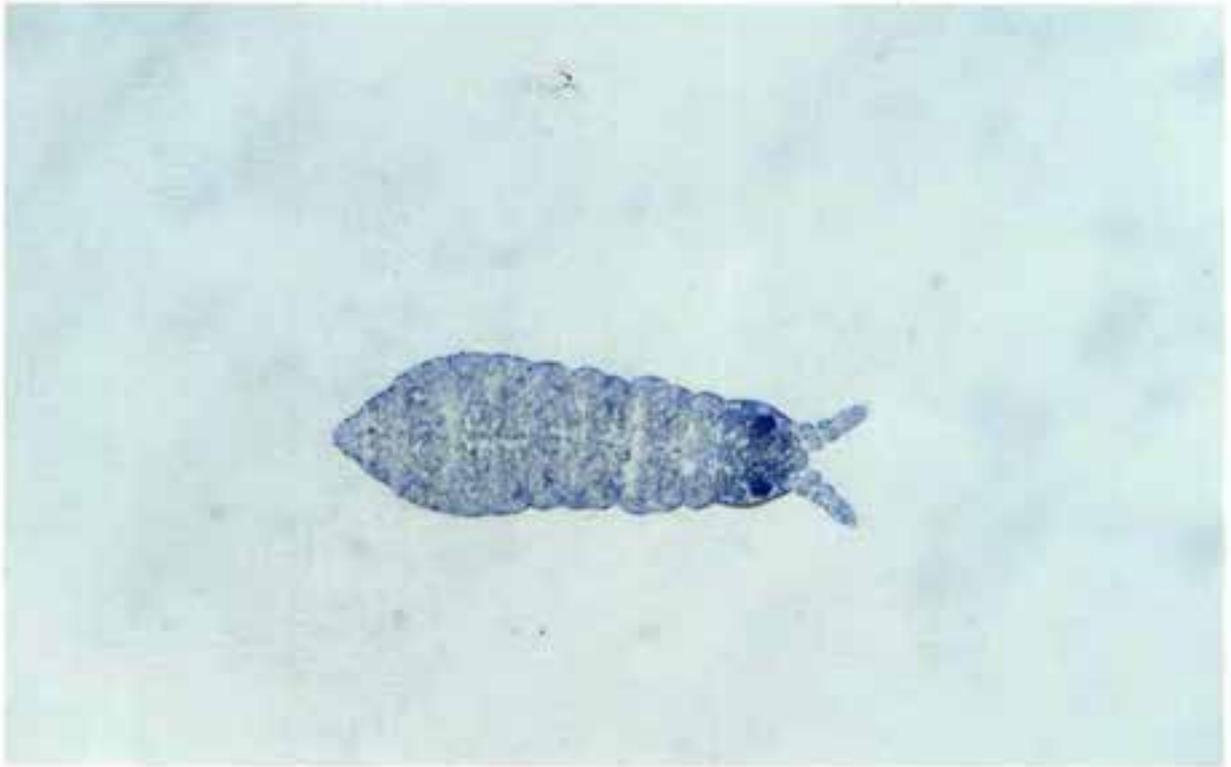


Figura 3. Foto de *Pseudachorutes boernerii*



Figura 4. Foto de *Lepidocyrtus finus*



Figura 5. Foto de *Isotoma*



Figura 6. Foto de *Dicyrtoma*

faunístico de Polonia comparándola con la fauna del mundo. Para Norteamérica, Christiansen y Bellinger (1980-81) realizaron un análisis taxonómico, que incluye descripciones, redescrípciones, dibujos y claves ilustradas, que editaron en cuatro tomos. Debido a su proximidad con México, es de gran utilidad, ya que incluye algunas especies que se comparten. Dicha obra fue corregida y recién ampliada por Christiansen y Bellinger (1998).

Mari Mutt y Bellinger (1990 y 1996) han compilado toda la información existente en la Región Neotropical y la puesta al día se hace en forma electrónica en la página web <http://www.geocities.com/~fransjanssens/publicat/neotrcat.htm>. La obra reciente más importante, que organiza toda la información actual sobre la biología de los colémbolos, es la de Hopkin (1997), quien proporciona la bibliografía más relevante, después de lo recopilado por Salmon (1964) en su índice para los colémbolos. Este mismo autor ha puesto una página web para recopilar la literatura que se produce cada año <http://www.ams.rdg.ac.uk/zooology/collembola/>.

La forma más moderna y actualizada para consultar la sistemática de los colémbolos del mundo, que incluye claves para la identificación de varios grupos taxonómicos, se encuentra en la página electrónica de Janssens, cuya dirección es <http://www.geocities.com/~fransjanssens/>

Riqueza específica

Hoy se conocen más de 7,000 especies en el mundo, su distribución geográfica es muy amplia, así como su capacidad de ocupar diversos hábitats; en algunos géneros se observa un notable endemismo (Janssens 1999). Hopkin (1997) calcula que el número mundial de especies de colémbolos debe ser cercano a 50,000.

Hasta ahora, en México hemos registrado cerca de 600 especies (8% del total de los colémbolos del mundo), pero este número podría ascender hasta 1,000. Sin embargo, si se considera que hasta el momento se conoce sólo 13% de la fauna de insectos existentes, al extrapolar el número de taxones citado para México, se puede pensar que la diversidad de colémbolos podría alcanzar las 5,000 especies.

La riqueza que se conoce en la Región Neártica es de 1,752 especies agrupadas en 127 géneros, mientras que de la Región Neotropical se han registrado 1,255 especies de 156 géneros

(varias de ellas se distribuyen ampliamente en ambas regiones).

Esto da algunos indicios de la gran diversidad que se encuentra en México, ya que en él confluyen las faunas de ambas regiones biogeográficas, además de la presencia de endemismos. Si se compara la distribución y la riqueza específica de los colémbolos de cada estado de la República Mexicana se obtiene que los estados mejor estudiados (número de especies entre paréntesis) son Veracruz (129), Quintana Roo (107), México (107), Guerrero (95), Morelos y Distrito Federal (ambos con 86) y Tamaulipas (72). Sin embargo, de otros se conocen muy pocas especies, en particular de Sinaloa y Zacatecas se carece de registros. Si comparamos por localidades de México, donde se han llevado a cabo proyectos con duración considerable (un año o más), que han permitido conocer su fauna y su fenología, se observa que de Chamela, Jalisco, se han citado 62 especies, del Popocatepetl 34 y de Rancho del Cielo 63, siendo esta última localidad de donde más especies han sido citadas.

Distribución en México

Aún no se tiene un panorama claro de la distribución de los colémbolos en México. Sin embargo, Palacios (1988) hizo algunos planteamientos sobre los del Popocatepetl. Palacios-Vargas *et al.* (1985) discuten la distribución del género *Trogolaphysa* en la región Neotropical y Palacios-Vargas (1989) discierne sobre la distribución de la fauna cavernícola. De *Americanura* y *Palmanura* (Neanuridae) y *Folsomides* (Isotomidae) se tiene un buen conocimiento sobre su distribución geográfica y ecológica, además de interpretaciones acerca de su evolución.

Distribución ecológica en la Reserva de la Biosfera El Cielo

En el **Apéndice 2**, se anota que la distribución ecológica registrada para la mayoría de las especies es en el suelo, biotopo estudiado de manera sistemática por Villalobos (1990) y Mendoza Arviso (1995). Sin embargo, algunas han sido citadas en otros ambientes, como es el caso de *Ceratophysella denticulata*, que puede habitar en detritos, guano, hojarasca, hongos, madera y encontrarse con frecuencia en charcos de agua temporales. Otras especies, si bien se pueden localizar en el suelo, tienen preferencia por los

hongos, como son los casos de *Microgastrura minutissima*, *Odontella shasta* y *Brachystomella parvula*.

Por el contrario, otras son más afines a la arena, como *Willemia* spp. y *Pseudostachia xicoana*, sin embargo pueden frecuentar otros biotopos. Varias especies son muscícolas como *Folsomides parvulus*, pero sólo *Friesea tzontli* parece ser exclusiva de musgos, donde se alimenta de rotíferos, tardígrados y otros elementos de la microfauna. Dentro de los Entomobryidae se describieron cuatro especies de la subfamilia Orchesellinae de cuevas de Tamaulipas, sin embargo, ninguna es troglomorfa. Los miembros de *Pseudosinella* tienen afinidad por ocupar los ambientes cavernícolas, presentando diversas adaptaciones morfológicas. Sin embargo, *P. violenta* tiene una amplia distribución ecológica en numerosos ambientes. En cuanto al endemismo, cabe señalar que existen dos géneros y sus especies tipo descritos de la Reserva: *Nahuanura ce* (Fig. 7) (Neanuridae) y *Celegastrura aldebaranis* (Hypogastruridae), así como las especies *Friesea tzontli*, *Americanura castillorum* y *A. unguimitti* (Fig. 8). Dentro de los Oncopoduridae, *Harlomillsia oculata* vive en suelo y hojarasca de cuatro estados del país, por el contrario *Oncopodura* tiene una distribución exclusivamente en cuevas, y de las tres especies que se conocen de Tamaulipas, *O. dura* y *O. susanae* son troglobias endémicas. Con relación a la ecología de las comunidades de colémbolos y su comportamiento en un gradiente sucesional del bosque mesófilo, Mendoza *et al.* (1995), al analizar la fauna de nueve zonas que representan distintas etapas de sucesión, entre 1 y 40 años de abandono de la práctica agrícola y con altitudes entre los 760 y los 1,250 m snm, obtuvieron los siguientes resultados:

La densidad promedio y el intervalo de confianza al 95%, del número total de colémbolos fue de 9,400 \pm 4,500 ind/m². A excepción del sitio con ocho años de abandono, los coeficientes de variación de los valores de la densidad total de colémbolos muestran que los sitios presentaron una distribución agregada. Considerando el gradiente sucesional, los sitios con mayor densidad promedio para el total de colémbolos fueron, el de ocho (17,060 ind/m²) y 40 años de abandono (19,500 ind/m²). En este último se presentó una densidad de colémbolos significativamente ($P < 0.05$) superior al resto de las parcelas. Los subórdenes mejor representados fueron Entomobryomorpha (42-71%) y Poduromorpha

(27-54%). Los subórdenes Eusymphypleona y Neelipleona representan menos de 1%.

En los sitios de menos de 1, 9, 15 y mayores de 40 años de abandono, el porcentaje de Entomobryomorpha (42-71%) y Poduromorpha (27-54%) son considerables. En sitios con < 9, 15 y > 40 años de abandono, el porcentaje de abandono está próximo a 60%. Este patrón sugiere las preferencias de los entomóbridos por etapas serales avanzadas y a sitios recién perturbados donde se ha acumulado materia orgánica. Dicha proporción puede ser utilizada como indicadora del grado de recuperación del suelo. El número de especies que hay en las parcelas varía entre 13 y 24. Las especies con mayor frecuencia relativa fueron *Onychiurus* sp. y *Pseudosinella* cf. *hisurta* con 25% y 17%, respectivamente. Las especies raras (menores de 2%) representaron en total 25.3 % de la densidad total. El número de especies dominantes varía en los sitios. Los que tienen mayor edad de abandono presentan una tendencia a mantener el mismo número de especies dominantes (N₂=5). Sitios como < 1, 9 y 10 años de abandono con una elevada equitabilidad presentaron un número de Hill similar de especies abundantes (N₁) y muy abundantes (N₂). La elevada equitabilidad de la parcela < 1 año de abandono es el resultado de la presencia de pocas especies y abundancias similares, que se ven afectadas con la preparación del cultivo.

La diversidad (índice de Shannon-Wiener) global de colémbolos en los sitios muestreados fue de $H' = 2.81$ unidades de información. La menor diversidad ($H' = 1.419$) se presentó en el sitio de ocho años de abandono, mientras que el sitio < 1 año presentó un valor de diversidad ($H' = 2.373$) mayor que el sitio de 40 años de abandono ($H' = 2.136$). La diversidad más alta se registró en el sitio de nueve años de abandono. En dicho trabajo estos autores concluyen que la densidad de los colémbolos se encuentra en el rango citado para bosques templados con temperatura media anual de 14°C. Esta densidad de colémbolos no presentó una relación lineal con la edad de abandono. Los colémbolos predominantes en el bosque mesófilo y sus acahuals son Entomobryomorpha y Poduromorpha. Los Eusymphypleona y Neelipleona ocupan menos de 2% de la frecuencia relativa por lo que se consideran raros.

Los colémbolos Poduromorpha son predominantes en los primeros años de abandono y la abundancia de Entomobryomorpha aumenta en sitios recién perturbados y de forma gradual en etapas serales avanzadas.

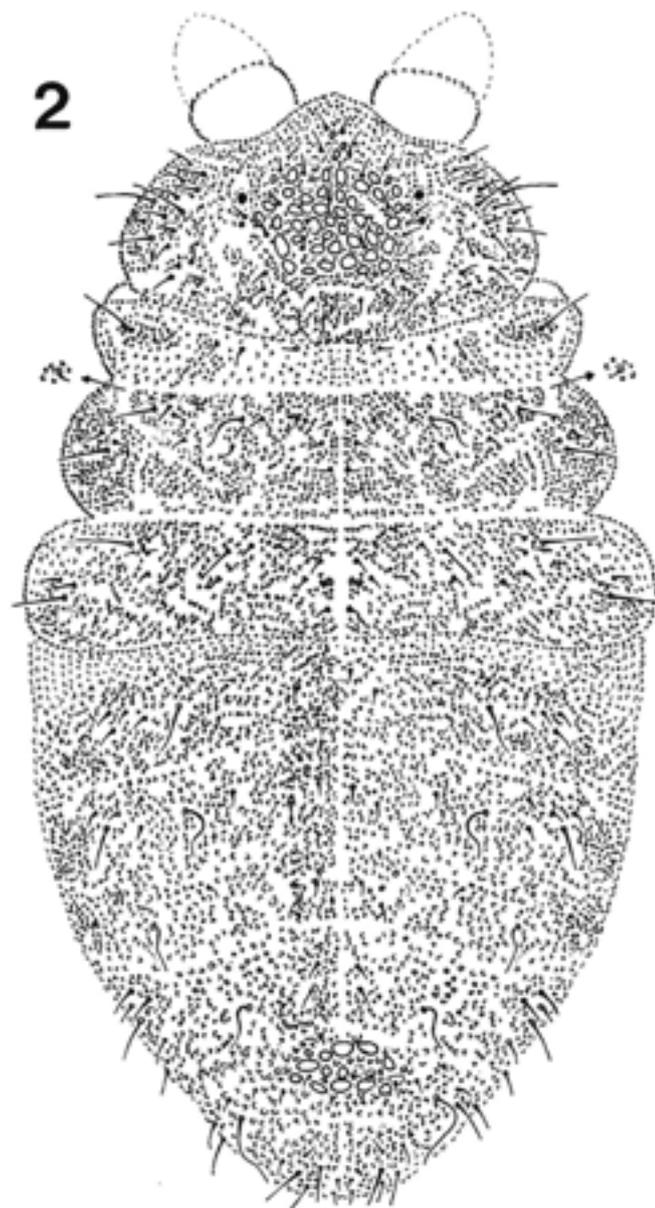


Figura 7. Habitus de *Nahuanura* de Palacios y Najt, 1986

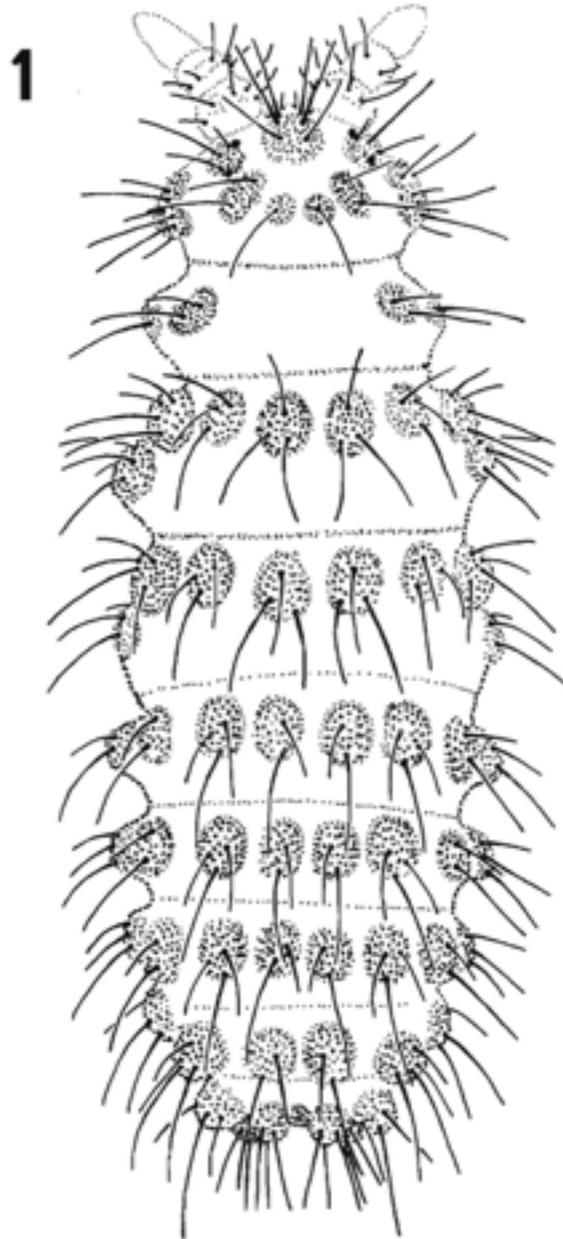


Figura 8. Habitus de *Americanura unguimiti* Palacios y Najt, 1986

Se encontraron un total de 63 especies de colémbolos en los sitios estudiados.

Agradecimientos

Las figuras fueron elaboradas por la Biól. Carmen Maldonado Vargas. El manuscrito final fue revisado por el Biól. Ricardo Iglesias Mendoza, ambos del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Depto. de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.

Literatura citada

- Christiansen, K.A. 1971. Notes on miocene amber Collembola from Chiapas. *Univ. Calif. Publ. Entomol.*, 63:45-48.
- Christiansen, K.A. y P. Bellinger. 1980-81. *The Collembola of North America north of the Rio Grande, a taxonomic analysis*. Grinnell College, Iowa, 1322 pag.
- Christiansen, K.A. y P. Bellinger. 1998. *The Collembola of North America north of the Rio Grande, a taxonomic analysis*. Revised Edition. Grinnell College, Iowa, 1-1518 pag.
- *Christiansen, K. y J. R. Reddell. 1986. The cave Collembola of Mexico. *Texas Mem. Mus. Speleol. Monogr.*, 1:127-164.
- Contreras Ramos, A. 1986. Primer registro de la familia Poduridae en México y una nueva localidad para *Tomocerus flavescens* (Tullberg) (Entomobryidae: Tomocerinae), en el Estado de Nuevo León (Hexapoda: Collembola) *Fol. Entomol. Mex.*, 67:61
- Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales-Malacara. 1986. *Manual de Biospeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, Méx.)* Dir. Gral. UNAM. 274 pag.
- Folsom, J.W. 1898. Description of species of *Machilis* and *Seira* from Mexico. *Psyche*, 8 (263):183-184.
- Handschin, E. 1929. Collembola from Mexico. *J. Linn. Soc. London*, 30(297):533-552.
- Hopkin, S.P. 1997. *Biology of the springtails. (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press. 330 pp.
- Janssens, F. 1999. Web page: <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/1300>.
- *Mari Mutt, J.A. 1977. *Dicranorchesella*, a new genus of springtails from Mexico (Collembola: Entomobryidae) *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 79(3):377-382.
- *Mari Mutt, J.A. 1981. A new genus of springtails from Mexico (Collembola: Entomobryidae). *Bull. Agr. Exp. Stn. Univ. P. R.*, 65(1): 8-13.
- *Mari Mutt, J.A. 1981. Dos especies nuevas de Orchesellinae de Tamaulipas, México (Collembola: Entomobryidae). *Fol. Entomol. Mex.*, 47:17-24.
- Mari Mutt, J.A. y P.F. Bellinger. 1990. *The Catalog of the Neotropical Collembola*. Flora y Fauna Handbook No. 5, Sand Hill Crane Press, Gainesville, Florida, 237 pp.
- Mari Mutt, J.A. y P.F. Bellinger. 1996. Supplement to the Catalog of the Neotropical Collembola. *Carib. J. Sci.*, 32(2), p.166-175.
- *Mendoza Arviso, M.S. 1995. *Los insectos colémbolos y la sucesión secundaria del bosque mesófilo de la Reserva de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. ENEPI, UNAM. 99 pp.
- *Mendoza, M.S., F.J. Villalobos y J.G. Palacios-Vargas. 1995. *La comunidad de Collembola (Apterygota) del suelo en un gradiente sucesional del bosque mesófilo de la Reserva de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas*. Resúmenes del Simposio Universitario de Edafología. Fac. Ciencias UNAM. P. 102.
- Palacios-Vargas, J.G. 1981. Collembola asociados a *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el derrame lávico del Chichinautzin, Morelos, México. *Southwestern Entomol.*, 6(2):87-98
- Palacios-Vargas, J.G. 1983a. Catálogo de los colémbolos mexicanos. *Ann. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.*, 65:3-35
- Palacios-Vargas, J.G. 1983b. Collemboles cavernicoles du Mexique. *Pedobiologia*, 25(5):349-355
- Palacios-Vargas, J.G. 1988. Consideraciones biogeográficas de los microartrópodos del Popocatepetl, México. *Fol. Entomol. Mex.*, 75:147-155.
- Palacios-Vargas, J.G. 1989. *New records of cave Collembola from the Neotropical Region and notes on their origin and distribution*. Proceedings of the 10 International Congress of Speleology, 3:734-739.
- Palacios-Vargas, J.G. 1990. El uso de trampas epineústicas para la colecta de microartrópodos. *Folia Entomol. Mex.*, 78:275-277
- Palacios-Vargas, J.G. 1994. Mexique. in C. Juberthie y V. Decu. *Encyclopaedia Biospeologica*. Tome I, Cap. IV. Historique de la Biospeologie. 1.3. Mexique. CNRS - Fabbro, Saint-Girons, France. pp. 391-401
- Palacios-Vargas, J.G. 1997. *Catálogo de los Collembola de México*. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 102 pp +10 pls.
- Palacios-Vargas, J.G. y M.L. Castillo. 1992. Sucesión ecológica de microartrópodos dentro de troncos en descomposición. *Bol. Soc. Mex. Entomol.* 11:23-30
- Palacios-Vargas, J.G. y J.A. Gómez-Anaya. 1994. Lista actualizada de colémbolos micetófilos de México (Hexapoda: Entognatha). *Folia Entomol. Mex.*, 92:21-30
- Palacios-Vargas, J.G., M. Ojeda y K. Christiansen. 1985. Taxonomía y biogeografía de *Troglopedetes* (Collembola: Paronellidae) en América, con énfasis en las especies cavernícolas. *Fol. Entomol. Mex.* 65:3-35.
- Palacios-Vargas, J.G. y M. Vidal Acosta. 1994. Nuevas especies de *Friesea* (Collembola: Neanuridae) de Reservas biológicas de México. *Southwestern Entomol.*, 19(3):291-299
- Palacios-Vargas, J.G. y D. Zeppelini. 1995. Seven new *Arrhopalites* (Hexapoda: Collembola) from Brazilian and Mexican caves. *Folia Entomol. Mex.*, 93:21-37
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses y J.A. Gómez-Anaya. 1998. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. *Pan-Pacific Entomologist*, 74:46-53
- *Palacios-Vargas, J.G. y M. Díaz. 1995 (1996). Seven new species of Onychiuridae from the Neotropical Region. *Folia Entomol. Mex.*, 95:1-21.
- *Palacios-Vargas, J.G., S.M. Mendoza Arviso y F.J. Villalobos. 2000. A new genus and species of Hypogastruridae (Collembola) from a Mexican biosphere reserve, with ecological remarks. *Southwestern Entomol.*, 25:139-144.

- *Palacios-Vargas, J.G. y J. Najt. 1986. Collembola de las Reservas de la Biosfera Mexicanas. I. Neanurinae. *Folia Entomológica Mexicana*, 68: 5-27.
- Salmon, J.T. 1964. An index to the Collembola. *Bull. Roy. Soc. N. Z.* 7(1-3):1-651.
- Stach, J. 1947. The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. Family Isotomidae. *Acta Kraków*: 1-488.
- ___ 1949a. Anuridae and Pseudachorutidae. *Acta Kraków*: 1-122.
- ___ 1949b. Neogastruridae and Brachystomellidae. *Acta Kraków*: 1-341.
- ___ 1951. Bilobidae. *Acta Kraków*: 1-97.
- ___ 1954. Onychiuridae. *Acta Kraków*: 1-219.
- ___ 1956. Sminthuridae. *Acta Kraków*: 1-287.
- ___ 1957. Neelidae and Dicyrtomidae. *Acta Kraków*: 1-113.
- ___ 1960. Orchesellini. *Acta Kraków*: 1-148.
- ___ 1963. Entomobryini. *Acta Kraków*: 1-126.
- *Villalobos Hernández, F.J. 1989. Los colémbolos Poduromorpha (Apterygota: Insecta) y la sucesión secundaria del bosque mesófilo de Montaña. *Biotam*, VAT. Tamaulipas, México. 1:45-52.
- *Villalobos, F.J. 1990. Estudio preliminar sobre la abundancia y diversidad de los Collembola (Apterygota) de un bosque tropical del Noreste de México. *Fol. Entomol. Mex.*, 80: 5-29.
- *Literatura que contiene información sobre colémbolos de Tamaulipas.

Apéndice 1. Lista de familias y especies de Collembola de Tamaulipas

ARTHROPLEONA

Hypogastruridae

- Ceratophysella* aff. *denticulata*
C. aff. pratorum
C. aff. sedecimocellata
C. boletivora Packard, 1873
C. ca. denticulata
C. denticulata (Bagnall, 1941)
C. engadinensis (Gisin, 1949)
C. gibbosa (Bagnall, 1940)
C. pratorum Packard, 1873
C. sedecimocellata (Yosii, 1962)
C. succinea (Gisin, 1949)
C. tolteca Yosii, 1962
Celegastrura aldebaranis Palacios-Vargas et al, 2000
Acherontiella sabina Bonet, 1945
Willemia persimilis Bonet, 1945
W. similis Mills, 1934
Microgastrura minutissima (Mills, 1934)

Odontellidae

- Odontella* (*Superodontella*) aff. *biloba*
O. ca. rossi
O. shasta Christiansen y Bellinger, 1980
Xenyllodes aff. *armatus*
X. aff. unguidentatus
X. armatus Axelson, 1903
Pseudostachia xicoana Palacios-Vargas y Najt, 1985

Brachystomellidae

- Brachystomella* aff. *stachi*
B. parvula (Schaeffer, 1896)
B. septemoculata Denis, 1931

Neanuridae

- Friesea tzontli* Palacios-Vargas y Vidal Acosta, 1994
Nahuanura ce Palacios-Vargas y Najt, 1986
Americanura castillorum Palacios-Vargas y Najt, 1986
A. nova Christiansen y Reddell, 1986
A. unguimiti Palacios-Vargas y Najt, 1986
Pseudachorutes complexus (MacGillivray, 1893)

Onychiuridae

- Onychiurus* ca. *voegtlini*
O. gr. fimetarius
Protaphorura armata (Tullberg, 1869)
P. ca. hera
P. hera Christiansen y Bellinger, 1980
P. parvicornis Mills, 1934
Tullbergia javieri Palacios-Vargas y Díaz, 1996
Mesaphorura aff. *granulata*
M. aff. yosiii
M. mexicana (Handschin, 1928)
M. yosiii Rusek, 1967

Isotomidae

- Folsomides parvulus* Stach, 1922
- Folsomia candida* Willem, 1902
- F. hoffi* (Scott, 1961)
- F. nivalis* Packard, 1873
- Isotoma* aff. *ekmany*
- I. notabilis* Schäffer, 1896
- I. uniens* (Christiansen y Bellinger, 1980)
- Isotomiella minor* (Schäffer, 1896)

Entomobryidae

- Neorchesella boneti* Mari Mutt, 1981
- N. mexicana* Mari Mutt, 1981
- Dicranorchesella boneti* Mari Mutt, 1977
- D. fina* Mari Mutt, 1981
- Seira mexicana* Folsom, 1898
- Lepidocyrtus finus* Christiansen y Bellinger, 1980
- Pseudosinella hirsuta* Delamare, 1949
- P. petrustrinatii* Christiansen, 1973
- P. reddelli* Christiansen, 1973
- P. vera* Christiansen, 1982
- P. violenta* (Folsom, 1924)

Oncopoduridae

- Oncopodura dura* Christiansen y Reddell, 1986
- O. prietoi* Bonet, 1943
- O. susanae* Christiansen y Reddell, 1986
- Harlomillsia oculata* (Mills, 1937)

Tomoceridae

- Tomocerus* cf. *Flavencens*

SYMPHYPLEONA

Arrhopalitidae

- Arrhopalites* ca. *caecus*

Dicyrtomidae

- Dicyrtoma aurata* (Mills, 1936)

NEELIPLEONA

Neelidae

- Neelides* aff. *minutus*
- Megalothorax minimus* Willem, 1900

Apéndice 2. Collembola de Tamaulipas, distribución ecológica.

Especie	A	Br	Co	Cu	De	Do	Es	Ep	G	Hj	Ho	Ma	Mu	N	S	Sa	T
<i>Ceratophysella</i> aff. <i>denticulata</i>																	+
<i>C.</i> aff. <i>pratorum</i>																	+
<i>C.</i> aff. <i>sedecimocellata</i>																	+
<i>C. boletivora</i>																	+
<i>C. ca denticulada</i>										+							+
<i>C. denticulata</i>				+	+				+	+	+	+					+
<i>C. engadinensis</i>																	+
<i>C. gibbosa</i>				+				+		+	+		+				+
<i>C. pratorum</i>										+							+
<i>C. sedecimocellata</i>										+							+
<i>C. succinea</i>				+					+	+	+						+
<i>C. tolteca</i>										+							
<i>Celegastrura aldebaranis</i>																	+
<i>Acherontiella sabina</i>				+					+					+			+
<i>Willemia persimilis</i>	+			+						+			+	+			+
<i>W. similis</i>	+																+
<i>Microgastrura minutissima</i>											+						+
<i>Odontella (Superodontella)</i> aff. <i>biloba</i>																	+
<i>O. ca rossi</i>										+							+
<i>O. shasta</i>										+	+						+
<i>Xenyllodes</i> aff. <i>armatus</i>																	+
<i>X.</i> aff. <i>unguidentatus</i>																	+
<i>X. armatus</i>					+	+				+			+				+
<i>Pseudostachia xicoana</i>	+									+							+
<i>Brachystomella</i> aff. <i>stachi</i>										+							+
<i>B. parvula</i>			+	+						+	+	+					+
<i>B. septemoculata</i>																	+
<i>Friesea tzontli</i>													+				

34. Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados con *Ficus* spp. (Moraceae) en el área de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas

Luis Cervantes Peredo

Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MEXICO
cervantl@ecologia.edu.mx

Abstract

The species of Lygaeidae associated with *Ficus* spp. in the Biosphere Reserve El Cielo, Tamaulipas are reported. A diagnosis and illustration of 22 species are included, together with a list of the species of *Ficus* used as hosts. In addition, the exact localities and some biological data for each species of lygaeid are also mentioned.

Introducción

La familia Lygaeidae es una de las más numerosas y diversas del Orden Hemiptera (Slater y Baranowski 1978), está representada por alrededor de 500 géneros y 4,000 especies en el planeta (Schuh y Slater 1995). La mayoría de estas chinches son comedoras de semillas, moviéndose activamente en el suelo, otras succionan los jugos vegetales viviendo sobre árboles, arbustos, o hierbas, algunas de ellas son depredadoras de insectos y otras más hematófagas. Las ninfas viven en el mismo hábitat que los adultos y generalmente se alimentan de la misma manera (Slater y Brailovsky 2000). Dentro del grupo que son comedoras de semillas, Slater (1972) estudió algunas especies africanas y caribeñas que se alimentan de *Ficus* spp., dividiéndolas en cuatro grupos:

1) Arborícolas obligadas. Chinches que viven en los árboles, nutriéndose de las semillas que están todavía en el fruto, se caracterizan por presentarse en grandes cantidades, son insectos muy activos y en ocasiones se encuentran debajo de la corteza.

2) Terrestres obligadas. Insectos que viven en el suelo por debajo de la hojarasca, se alimentan exclusivamente de las semillas que se encuentran en este hábitat, siendo más abundantes cerca del tronco y disminuyendo considerablemente conforme se alejan de éste. Algunos ejemplares han sido encontrados sobre los troncos de *Ficus*, pero como siempre están en el suelo, no se les considera propiamente como arborícolas. Los miembros de este grupo son generalmente muy activos y de formas macrópteras.

Sin embargo, se encuentran especies más pequeñas que viven en capas inferiores de la hojarasca, no vuelan cuando son molestadas, y se encuentran generalmente presentes cuando las formas activas están ausentes.

3) Terrestres facultativas. Estos lygaeidos están por debajo de los árboles de *Ficus*, pero también se alimentan de otras semillas; son muy móviles, capaces de ocupar hábitats temporales y se presentan por lo general en números reducidos.

4) Terrestres accidentales. Aunque algunas de estas formas podrían caer dentro del grupo anterior, sus miembros se encuentran raramente debajo de *Ficus*, no se han registrado ninfas, por lo que se cree que no se reproducen en estos sitios, no obstante son muy abundantes en otros hábitat.

Observaciones recientes en México, en "Los Tuxtlas" y "La Mancha" en Veracruz, han demostrado que aunque se trata de especies diferentes, las especies encontradas siguen los mismos patrones propuestos por Slater (Rueda 2002, Sánchez 2002). El género *Ficus* tiene mundialmente alrededor de 700 especies, la mayor parte de las cuales están distribuidas en el Sureste de Asia. En el Neotrópico existen alrededor de 130 especies con representantes en dos subgéneros *Pharmacosycea* (20-25 spp.) y *Urostigma* (100 spp.) (Berg 1989). El género *Ficus* es considerado de gran importancia por varias razones. Williams-Linera y Lawton (1995) los consideran muy importantes en la reforestación de pastizales deforestados en el Neotrópico. Varios autores (Terborgh 1986, Corlett 1987, Mckey 1989, Power y Mills 1995, Basset *et al.* 1997), mencionan la importancia que éstos tienen como especies clave, ya que la reproducción asincrónica de una población provee recursos alimenticios para numerosos vertebrados, así como algunos invertebrados. Para México, de acuerdo a los Herbarios del Instituto de Biología de la U.N.A.M (MEXU) y al Herbario del Instituto de Ecología, A.C (XAL), hay alrededor de 40 especies (Cervantes 2002), siendo el Estado de Veracruz el mejor representado con alrededor de 30 especies.

En Tamaulipas existen alrededor de 10 especies. Se les conoce comúnmente como amate, higos, higueras, hules, ficus y matapalos. No existen trabajos para México en los que se incluyan todas las especies para el género, sólo los estudios hechos por Ibarra (1990) sobre el subgénero *Pharmacosycea* en el Estado de Veracruz, el reciente estudio de Quintana y Carvajal (2000) para el Estado de Jalisco, donde reporta las especies nativas de este género en el Estado y algunos reportes en listados florísticos para diferentes regiones del país. El género *Ficus* es uno de los géneros de plantas tropicales con mayor diversidad biológica, tanto en número de especies, como en formas de vida (árboles, arbustos, estranguladoras, hemiepífitas, epífitas, trepadoras, etc.). Están asociados a bosques tropicales bajos más o menos húmedos, por lo general por abajo de los 2000 m snm. Existen alrededor de 10-15 especies reconocidas como montanas y hay algunas especies asociadas a hábitats secos (Berg 1989). Aunque el presente trabajo representa una pequeña parte de un proyecto sobre el estudio de los Lygaeidos asociados a *Ficus* spp. en la Región del Golfo de México, la gran importancia que tiene la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), como límite norte en la distribución de las especies Neotropicales y su confluencia con especies Neárticas, hacen que esta zona sea de singular interés. Además de que no existen reportes previos tanto biológicos como taxonómicos sobre esta interesante relación.

Material y métodos

El área de estudio aunque está comprendida en su mayoría dentro de la zona de la RBC, también incluye algunas zonas aledañas situadas algunos kilómetros al sur de ésta (Sierra de Tamalave).

Dentro del área de estudio se realizaron cuatro muestreos, dos en 2001 (Marzo y Septiembre) y dos en 2002 (Marzo y Octubre), se realizaron colectas altitudinales desde 200 hasta 1,600 m snm, que corresponden al límite altitudinal de las especies de *Ficus* en el área. Las áreas visitadas estuvieron comprendidas en dos tipos de vegetación principalmente, el Bosque Tropical Subcaducifolio que se encuentra entre los 200 y los 800 m de altitud, representado por dos estratos arbóreos, uno superior de 18 a 22 m y uno inferior de 8 a 15 m; y el Bosque Mesófilo de Montaña, que se localiza entre los 800 y los 1,400 m snm, el cual es un bosque mixto con cuatro substratos arbóreos, abundante en lianas, epífitas (Sosa 1987).

Se muestrearon los individuos de *Ficus* que se encontraban en fructificación. Los insectos se colectaron por medio de un aspirador manual, revisando la hojarasca debajo de la copa de los árboles, horquetas, ramas superiores, así como excrementos de mamíferos conteniendo semillas de *Ficus*. Los organismos colectados fueron depositados en frascos con alcohol al 70%, posteriormente los individuos adultos fueron montados en alfileres entomológicos y las ninfas se mantuvieron en frascos con alcohol. Todos los individuos fueron identificados a nivel de especie y se encuentran depositados en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C. (IEXA). Asimismo, se colectaron ejemplares de las plantas hospederas. En el área de estudio se registraron siete especies de *Ficus*. *F. cotinifolia* (Kunth), que es la especie más abundante en la zona, se encuentra exclusivamente en Bosque tropical Subcaducifolio, a altitudes que van de los 200 a los 300 m. *F. insipida* (Wild.) que se encuentra en los márgenes de ríos y arroyos, en la zona, en los alrededores del Río Sabinas y de algunos de los canales de riego en las zonas bajas. *F. pertusa* L. f., que es una especie bastante abundante, se encuentra generalmente creciendo en las paredes rocosas a una altitud que varía de 250 a 750 m snm. *F. tecolutensis* (Liebm.) Miq., *F. padifolia* H.B.K. y *F. retusa* L. son especies más escasas y se les puede encontrar aisladamente entre los 200 y 600 m snm.

La única especie propia del Bosque Mesófilo de Montaña es, *F. calyculata* Miller, especie bastante abundante, que en la zona crece desde 450 a 1,400 m de altitud.

Resultados

En el presente estudio se obtuvieron 22 especies dentro de cuatro tribus de la Subfamilia Rhyparochrominae. Actualmente varias de las subfamilias incluidas dentro de Lygaeidae, han sido elevadas a la categoría de Familia (Henry 1997), no obstante para las finalidades del presente trabajo se sigue la clasificación tradicional propuesta por Slater (1964 y 1994). Se incluye a continuación una breve diagnosis de cada una de ellas, se ilustran y se dan datos acerca de localidades (incluyendo altitud), especies de *Ficus* utilizadas, así como del estatus que ocupan dentro de la clasificación propuesta por Slater (1972) para los lygaeidos asociados con *Ficus*. Se incluye además una descripción de la Subfamilia y de cada una de las Tribus.

Subfamilia Rhyarochrominae

Es una de las más grandes y diversas subfamilias de ligaeidos en México y en todo el mundo. La mayoría son de color castaño oscuro, ocre oscuro y son algunas veces negros y raramente tienen coloraciones brillantes. Varias especies poseen formas similares a hormigas. El polimorfismo de las alas es común, presentando formas braquiópteras, micrópteras y macrópteras. Esta presenta una sutura fusionada entre el cuarto y quinto esternito, generalmente curvado anterolateralmente desde la mitad del esternum, el cual no rebasa el margen dorsal del abdomen. La presencia de tricobotrios en la cabeza, es también un carácter de la subfamilia. Todas las especies son depredadoras de semillas. La característica distintiva de las tribus, comúnmente involucra la posición de los espiráculos abdominales, glándulas senescentes y la presencia y posición de los tricobotrios (Schuh y Slater 1995).

Tribu Antillocorini

Las especies de esta tribu son muy pequeñas. El grupo se caracteriza por la profundidad cóncava del ápice del margen corial. Las ninfas presentan cicatrices de las glándulas senescentes bien desarrolladas en el dorso del abdomen, entre el tergito III-IV, IV-V y V-VI. Todos los espiráculos son ventrales. Los tricobotrios varían, frecuentemente lineales como la tribu Lethaeini, pero otros se encuentran en pares en el esternito III-IV y IV-V generalmente uno arriba del otro. Algunas viven en el suelo y otras están adaptadas a cuevas, donde ellas se alimentan de las semillas de frutos llevados por murciélagos o pájaros, algunas más se encuentran en plantas herbáceas. La fauna mundial está integrada actualmente por 24 géneros y 91 especies, pero se conoce poco en comparación a otros taxa de ligaeidos. En México se han reportado 4 géneros y 5 especies (Schuh y Slater 1995). Los miembros de esta tribu asociados con *Ficus* pueden catalogarse como terrestres obligados y viven generalmente cerca del suelo por debajo de la hojarasca.

Botocudo sp. (Fig. 1)

Pequeños, de aproximadamente 2 mm de largo, cuerpo oval y cubierto por sedas plateadas. Cabeza, pronoto y escutelo pardo oscuro casi negro contrastando considerablemente con las alas que son casi en su totalidad blanco amarillento.

Artejo antenal I amarillo pálido, los otros artejos pardos. Rostro y patas amarillo, fémures anteriores ligeramente pardos. Escutelo con sus márgenes laterales y ápice blanco amarillento. Hemiélitros con numerosas puntuaciones pardo oscuro y con dos manchas pardo oscuro sobre su margen lateral, una en la parte mesial y otra en su ápice. Ojos tocando el margen anterior del pronoto; ocelos completamente pegados al margen del ojo. Artejo antenal I es el más pequeño, el II a IV iguales. Rostro llegando a las mesocoxas. Lóbulos del pronoto separados por una línea transversal de puntuaciones. Márgenes laterales del pronoto ligeramente sinuados y el margen posterior convexo. Fémures anteriores ensanchados y con 2 a 3 espinas pequeñas pardo oscuro.

Las especies de este género aunque se confunden de manera general y ocupan el mismo habitat que *Cligenes distinctus*, pueden diferenciarse de esta, dado a que carece de un surco sobre el que descansa el pico.

En la RBC esta especie es relativamente abundante encontrándose en grandes concentraciones, principalmente en la época seca. Ninfas y adultos son considerados terrestres obligados, viven sobre el suelo, por debajo de la hojarasca. Los ejemplares fueron colectados en: a) Gómez Farias, Km 3 a Alta Cima, a 403 m snm, asociado a *F. pertusa*, y b) Gómez Farias, Km 8.5 a Alta Cima, 937 m snm, asociado a *F. calyculata*.

Cligenes distinctus Distant 1893 (Fig. 2)

Pequeño de 2.5 a 3.0 mm de largo. Robusto y de coloración generalmente oscura. Cabeza negra; lóbulo anterior del pronoto, escutelo y superficie ventral pardo oscuro, contrastando con los hemielitros y patas que son amarillo pálido. Corion con dos manchas pardo-oscuras a lo largo de su margen lateral, una en su ápice y una mesial. Superficie del pronoto densamente punteada, con una línea de puntuaciones situada anteriormente y que dando la impresión de un collar pronotal. Presentan un surco por abajo del rostro, en la región cefálica y prosterno. Rostro llegando a las mesocoxas.

Especie bastante más escasa que *Botocudo* sp., siendo también terrestres obligados y registrándose solo individuos adultos en: Gómez Farias, Km 2 a Ejido Azteca, 276 m snm, asociado a *F. cotinifolia*.

Tribu Lethaeini

Los miembros de esta tribu son frecuentemente de tamaños grandes dentro de los Rhyarochrominae, generalmente la superficie del cuerpo es brillante. Se caracterizan por la presencia de áreas iridiscentes sobre la base de la cabeza. Los tricobotrios están arreglados en forma lineal sobre el IV y V segmento abdominal, en el abdomen tienen espiráculos ventrales. Las ninfas no presentan la sutura "Y". Todas las especies mexicanas y las del mundo se hallan en el suelo alimentándose y nunca están sobre las plantas. Está representada por 35 géneros y 135 especies. Se encuentran en todas las áreas faunísticas, pero sobre todo en el trópico y subtropical y sólo algunos ejemplares están en la región Holártica. En México hay 7 géneros y 14 especies (Schuh y Slater 1995). Las tres especies de esta Tribu encontradas en la RBC son consideradas terrestres facultativas.

Cryphula trimaculata Distant 1882 (Fig. 3)

Pequeños, de 3 a 4 mm de largo, de color castaño-pardo brillante. Lóbulo anterior del pronoto sin puntuaciones, el posterior fuertemente punteado; ángulos humerales del pronoto, tres manchas en el escutelo y algunas de las venas del hemélitro de color amarillo pálido. Artejos antenales III y IV pardo. En esta especie existen formas macrópteras, aunque abundan las braquípteras. Se ha encontrado cerca de pastos perennes que forman macollos, aunque también se encuentran bajo la copa de *Ficus cotinifolia* alimentándose de sus semillas, viven sobre el suelo por abajo de la hojarasca, se le considera terrestre facultativa. Se colectaron en: Gómez Farías, a 400 m snm y en Gómez Farías, El Nacimiento a 250 m snm.

Neopetissius slaterorum O'Donnell 2001 (Fig. 4)

Dorso moteado, semibrillante y glabro. Cabeza pardo oscuro; lóbulo anterior del pronoto, la mayor parte del escutelo y las manchas oscuras del corium, son de color pardo-oscuro; las manchas irregulares del lóbulo posterior del pronoto y el ápice del escutelo son rojo-ladrillo; dos áreas elevadas del escutelo y las zonas claras del lóbulo posterior del pronoto son amarillo-pálido. Son de color crema, con una mancha a cada lado de la línea media sobre el collar pronotal, los márgenes laterales del pronoto, los ángulos humerales y la unión entre el clavus y el corium. Tercio distal del

artejo antenal III de color blanco, resto de la antena pardo-claro.

Fémures ámbar con su extremo distal más claro; tibia y tarsos amarillo-pálido. Especie terrestre facultativa y escasa en el área, pueden ser atraída a la luz. Gómez Farías, Camino al Ejido El Azteca, 350 m snm, asociada a *F. cotinifolia*.

Paragonatas divergens Distant 1882 (Fig. 5)

De 4.5 a 5 mm de largo, cabeza negro-brillante, antenas pardo-claro, con el artejo IV ligeramente más oscuro, y el II ligeramente más largo que el III y IV; pronoto negro-opaco con los márgenes laterales ocre, y en algunos ejemplares la región posterior de los márgenes laterales es ocre-oscuro; base del pronoto ligeramente concava; escutelo negro-opaco; corium ocre con densas y oscuras puntuaciones, y con una línea ocre paralela al margen del escutelo; corium negro, con las venas, la base y la unión con el clavus ocre; el margen costal y una mancha irregular subapical de color grisáceo; membrana hemelital de color humo, con su base y las venas ligeramente más claras. Ventralmente son negro-brillante las coxas, fémures pardo-oscuro; rostro, tibias y tarsos ocre-claro, tibias con numerosas sedas; el rostro alcanzando las mesocoxas. Especie terrestre facultativa, que también es atraída a la luz en grandes números. Gómez Farías, Camino al Ejido El Azteca, 276 m snm, Colecta Nocturna; Ocampo, Ejido El Tigre, 550 m snm, asociado a *F. cotinifolia*.

Tribu Myodochini

Esta tribu es probablemente la más abundante y diversa en México, caracterizándose por poseer espiráculos dorsales en los segmentos II a IV; lóbulo anterior del pronoto redondeado y con la sutura transersal del pronoto muy bien definida; las ninfas presentan la sutura en forma de "Y" y tres pares de glándulas senescentes abdominales. La forma y tamaño del cuerpo son muy variables, pudiendo ser pequeños y robustos, hasta alargados y delgados, algunas especies son mirmecofilas.

Todas las especies viven en el suelo y son consideradas terrestres facultativas, aunque hay algunas que se pueden encontrar sobre la vegetación herbácea o sobre los troncos de su hospedera, generalmente asociadas al excremento de mamíferos que contienen semillas de *Ficus*, a éstas se les considera como arbóreas obligadas (Schuh y Slater 1995).

Cholula maculatus Distant 1882 (Fig. 6)

Cuerpo alargado de lados sinuados. Cabeza y lóbulos anteriores del pronoto negro. Ojos de color pardo-oscuro-rojizo. Cabeza ligeramente inclinada y ojos salientes. Lóbulo anterior del pronoto con márgenes convexos y los del lóbulo posterior más o menos rectos aunque se redondean cerca de los ángulos humerales. Lóbulo posterior del pronoto casi en su totalidad negro y cubierto de puntuaciones negras, presenta dos manchas pardo-amarillentas, una a cada lado de la línea media, presenta además una mancha blanca-amarillenta por abajo de la unión entre los dos lóbulos sobre el margen lateral; sobre el margen posterior presenta una línea blanca-amarillenta que se ensancha de la línea media hacia los ángulos humerales. Fémures anteriores muy ensanchados y con dos hileras de espinas bien definidas. Artejos antenales I a III amarillos, IV negros. Artejo rostral I pardo-amarillento, II a IV amarillos. Escutelo negro con los márgenes laterales y ápice ligeramente más claros. Fémures anteriores pardo-oscuro, aunque se tornan ligeramente rojizos hacia un extremo distal. Fémures medios y posteriores con su mitad proximal blanca, seguida de un anillo pardo-oscuro y con su ápice blanco. Tibias de todas las patas pardo-amarillento, tarsos amarillos, pleuras torácicas negras a excepción de una pequeña mancha triangular blanca en el extremo posterior de la metapleura. Clavus grisáceo con puntuaciones negras y un par de manchas negras en su base sobre la unión con el escutelo y otra muy cerca en su ápice. Hemiélitro con su tercio basal mezclado de blanco y amarillo y con puntuaciones negras, los dos tercios distales son de color negro a excepción de una mancha circular blanca a la altura del ápice del clavus y otra mancha triangular a la misma altura sobre el margen lateral. Membrana translúcida, aunque la unión con el hemielitro con tonalidades pardas, vientre abdominal negro cubierto con numerosas cedas plateadas. Rostro llegando a las mesocoxas. Esta especie está asociada casi exclusivamente a excrementos de mamíferos conteniendo semillas de *Ficus*, y es considerada como arbórea obligada, ya que las ninfas sólo se encuentran sobre los troncos u horquetas de su hospedera. Colectada en: Gómez Farías, Km 7 Gómez Farías-Ciudad Mante, 320 m snm, asociada a *F. cotinifolia*, arriba entre frutos; Gómez Farías, camino al Ejido El Azteca, 350 m snm, sobre *F. cotinifolia*, en horqueta; Gómez Farías, Km 22 Joya de Manantiales-Ocampo,

526 m snm, asociada a *F. cotinifolia*, comiendo en semilla y sobre una hoja de herbácea.

Froeschneria piligerus Stål 1862 (Fig. 7)

De aproximadamente 7 mm de largo. Cuerpo alargado, cubierto de numerosas sedas erecta, con los márgenes laterales de los dos lóbulos del pronoto redondeados. Pronoto marcadamente bilobulado, con una incisión transversa muy bien definida, con un collar pronotal presente y definido por una línea similar a un surco. Fémures anteriores pardo-oscuros, con la base y ápice amarillo-pálido, fémures medios y posteriores amarillo-pálido con un anillo subapical pardo-oscuro. Se puede diferenciar de *Lygirocoris*, ya que presenta el cuarto artejo antenal con un anillo de coloración clara, además de presentar las espinas de los fémures anteriores en dos hileras, en lugar de una. Ambos géneros presentan un estridulitrum en forma de semiluna en los esternitos abdominales II a IV. Ninfas y adultos fueron colectados en la hojarasca de *F. cotinifolia*, y debido a que se le ha encontrado alimentándose de otras especies vegetales, se le considera terrestre facultativa. Gómez Farías, camino a Vicente Guerrero, 200 m snm; Gómez Farías, El Nacimiento, 250 m snm; Ocampo, Ejido El Tigre, 550 m snm.

Heraeus triguttatus (Guerin) 1857 (Fig. 8)

De 7.8 mm de largo, de color pardo-rojizo brillante, con el ápice del corium y la mayor parte de la membrana del hemelitra negros. El área apical del corium con una mancha grande irregular de color blanco. Ápice de la membrana con una mancha blanca subcuadrada. Es una de las especies más vistosas en la zona, los adultos son atraídos abundantemente a la luz; es considerada como terrestre facultativa. Gómez Farías, camino Ejido El Azteca, 276 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 8 a Alta Cima, 993 m snm, asociado a *F. pertusa*.

Ligyrocoris litigiosus Stål 1862 (Fig. 9)

De tamaño pequeño entre 5 y 6 mm de largo. Cabeza y el lóbulo anterior del pronoto negros; lóbulo posterior del pronoto y hemelitra pardo-amarillento. Lóbulo posterior del pronoto, escutelo, clavus y corium con puntuaciones pardas. Patas de color amarillo-pálido, con puntuaciones pardo-claro. Es también una especie terrestre facultativa y ninfas y adultos viven en la hojarasca de *Ficus* y

de otras especies vegetales. Gómez Farías, El Huasteco, 300 m snm, *F. insipida*; Gómez Farías, Camino Viejo a Alta Cima, 600 m snm, sobre *F. tecolutensis*; Gómez Farías, Km 5.5 a Alta Cima, 737 m snm, en *F. pertusa*.

Myodocha longicollis Stål (Fig. 10)

Cuerpo angosto y alargado; región posterior a la cabeza alargada, formando un cuello y por lo tanto la cabeza resulta más larga que el pronoto. Cabeza, pronoto, escutelo, pleuras torácicas y vientre abdominal negro. Cabeza y pronoto cubiertos por sedas largas, siendo muy abundantes en la región del cuello. Artejo antenal I pardo oscuro, II y III pardo-amarillento, IV con su base y parte media distal pardo-oscuro, el resto es amarillo-pálido. Artejo rostral I y parte apical del IV pardo-oscuro, resto pardo-amarillento. Rostro llegando a las procoxas. Coxas pardo-oscuro, fémures con la mitad distal pardo-oscuro y la mitad basal pardo-amarillento, tibias y tarsos pardo-amarillento. Fémures anteriores con una hilera de espinas arregladas desde su extremo distal en una hilera que tiene primero cuatro espinas pequeñas, luego una espina muy grande y proximalmente dos de tamaño intermedio. Corion pardo con una serie de manchas amarillo-parduscas sobre su margen lateral, una mancha blanco-amarillenta cerca de su ápice. Membrana grisácea, con venas bien definidas y una mancha amarillenta en el ápice de la membrana. Las especies de este género son muy parecidas a hormigas. Esta especie se puede separar fácilmente de *M. unispinosa* ya que presenta innumerables sedas en su cuello. Es una especie considerada terrestre facultativa. Colectada en Gómez Farías, Emiliano Zapata, 200 m snm, sobre *F. padifolia*, y en Gómez Farías, Bocatoma 200 m snm, en colecta nocturna.

Myodocha unispinosa Stål (Fig. 11)

Cuerpo alargado y angostado; región posterior de la cabeza formando un cuello. Cabeza, pronoto, escutelo, pleuras torácicas y vientre abdominal negro. Artejo antenal I pardo-oscuro, artejo II y III pardo-ocre, IV con su base y mitad distal pardo-oscuro, resto del IV artejo blanco-amarillento. Artejo rostral I y parte apical del IV pardo-oscuro, resto del rostro pardo-amarillento, Coxas pardo-oscuro, fémures con las tres cuartas partes distales pardo-oscuro y su base blanco-amarillento; tibias y tarsos amarillo-ocre. Clavus y corion pardo-oscuro, solo con sus márgenes y venas pardo-

amarillentas, el corion además con una mancha blanca subapical. Membrana pardo-oscuro, con una mancha amarillenta en su ápice. Cabeza y pronoto glabros, lóbulo posterior del pronoto, clavus y corion con numerosas puntuaciones, escutelo solo, con puntuaciones sobre sus márgenes laterales. Rostro llegando a las mesocoxas. Fémures anteriores con tres espinas cerca de su extremo distal, primero dos espinas pequeñas y luego una muy grande. Superficie ventral de todo el cuerpo con sedas plateadas muy cortas, siendo muy abundantes especialmente en el vientre abdominal. Esta especie terrestre facultativa ha sido colectada abundantemente en algunas regiones de Veracruz, asociada a varias especies de *Ficus*. En la RBC es escasa, y sólo se le ha colectado en trampa de luz. Gómez Farías, Ejido Azteca, 276 m snm.

Neopamera bilobata Say (Fig. 12)

Cuerpo alargado, mirmeforme. Cabeza pardo-claro, con numerosas sedas plateadas. Artejos antenales I a III pardo-amarillento, IV artejo pardo. Rostro pardo-amarillento. Pronoto varia entre pardo y pardo-amarillento, generalmente con los márgenes laterales del lóbulo posterior pardo-oscuro, superficie cubierta de sedas largas. Propleura pardo-claro, meso y metapleura pardo-oscuro; con los acetábulos de todas las patas blanco-amarillento. Fémures con la mitad proximal pardo-amarillento y la distal pardo-oscuro; tibias y tarsos pardo-amarillento, el ápice de las tibias algunas veces pardo-oscuro. Escutelo pardo-oscuro, solo los márgenes laterales son pardo-claro, su superficie esta cubierta por numerosas sedas plateadas. Corion en general blanco-amarillento con numerosas puntuaciones pardas, además presenta una banda parda perpendicular al cuerpo en su parte media y una mancha parda pequeña en su ápice. Membrana translúcida con algunas áreas pardas entre las venas. Cabeza ligeramente inclinada, ojos grandes y salientes. Rostro apenas llegando a las mesocoxas. Fémures anteriores con hileras dobles de espinas. Especie bastante abundante en la RBC, con un alto rango altitudinal.

Las ninfas y adultos son muy similares a hormigas y son consideradas terrestres facultativas, asociadas a semillas de varias especies vegetales. En la zona se le ha encontrado en muy diversos hábitats. Gómez Farías, Río Sabinas, 200 m snm, en *F. insipida*; Gómez Farías, Camino Ejido Azteca, 350 m snm, sobre *F. cotinifolia* en colecta nocturna; Gómez Farías, Km 5 La

Libertad-Julilo, 500 m snm, en excremento de mapache con semillas de *Ficus* sp.; Gómez Farías, Camino a Alta Cima, 800 m snm, en excremento de mapache con semillas de *Ficus* sp.; Gómez Farías, Km 8.5 a Alta Cima, 937 m snm, sobre *F. calyculata*, y en Gómez Farías, Casa de Piedra, 1,600 m snm en colecta nocturna.

Neopamera neotropicalis Kirkaldy (Fig. 13)

Cuerpo alargado, de entre 8 y 10 mm de largo. Cabeza, pronoto y escutelo pardo-oscuro; cabeza cubierta de sedas plateadas cortas y algunas largas, pronoto solo con sedas largas. Cabeza alargada, con el tylus llegando a la mitad del primer artejo antenal; ojos grandes y salientes. Rostro sobrepasando ligeramente las procoxas. Collar del pronoto bien diferenciado y marcado con una hilera sencilla de puntuaciones. Artejos antenales I a III pardo-rojizo, IV artejo con la base pardo-oscuro, seguida de un anillo blanco-amarillento y la mitad distal pardo-oscuro. Rostro y patas pardo-rojizo a excepción de la mitad basal de los fémures medios y posteriores que son amarillo-pardusco. Alas anteriores casi totalmente pardo-oscuro, hemielitro cubierto por numerosas puntuaciones, región basal algunas veces con áreas pardo-amarillento; una sola mancha blanca-amarillento en cada ala, casi en el ápice del hemielitro. Membrana casi totalmente pardo-oscuro, a excepción de una pequeña mancha amarillenta en su ápice; lóbulo anterior del pronoto liso y el posterior cubierto de puntuaciones. Muy similar a *N. bilobata*, aunque de una coloración más oscura y con dos manchas blanco-amarillentas sobre las alas. Se recolectaron ninfas y adultos en varias especies de *Ficus*. Gómez Farías, Bocatoma, 200 m snm, colecta nocturna; Adolfo López, Mateos, El Chamalito, Camino al Paraíso, 400 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 22 Joya de Manatiales-Ocampo, 526 m snm, asociada a *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 20 Joya de Manatiales-Ocampo, 600 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 8.5 a Alta Cima, 937 m snm, sobre *F. calyculata*. Es también una especie terrestre facultativa.

Pseudopachybrachius basalis Dallas 1852 (Fig. 14)

Pequeño de entre 3.5 a 4.5 mm de largo, de apariencia robusta y fornida. Cabeza, pronoto y escutelo pardo-negrusco. Corion amarillo-grisáceo con puntuaciones pardas, con los márgenes laterales completamente de color pardo-

claro, sin ninguna mancha media transversa; con una mancha parda cerca del ángulo interno del corion. Especie terrestre facultativa escasa en la zona. Gómez Farías, Camino al Ejido El Azteca, 350 m snm, asociado a *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 8.5 a Alta Cima, 937 m snm, asociado a *F. calyculata*.

Pseudopamera sp. (Fig. 15)

Especie pequeña, de 5 mm de largo. Cuerpo alargado y generalmente con tonalidades brillosas, de lados paralelos, con la cabeza ligeramente alargada; lóbulos del pronoto bastante redondeados. Presentan un collar pronotal marcado por un surco. Lóbulo anterior del pronoto pardo-brillante, lóbulo posterior con puntuaciones pardo-oscuro y cuatro bandas pardas sobre un fondo amarillo-pálido. Hemelitos amarillo-pálido, con numerosas puntuaciones pardo-oscuro, una banda pardo a la altura de la sutura claval y una mancha parda en el ápice de cada hemelito. Al igual que varias especies de *Myodochini* presenta un estridulitrum en los esternitos II a IV. Esta especie terrestre facultativa ha sido colectada escasamente, asociada solo a *F. cotinifolia*. Gómez Farías, Camino a Vicente Guerrero, 200 m snm.

Tribu Ozophorini

Las especies de esta tribu son de tamaño mediano, generalmente de color pardo, amarillo o negro, frecuentemente con un anillo blanco en el artejo antenal IV; cabeza surcada; collar pronotal bien desarrollado; patas y antenas largas, fémures anteriores delgados y con solo algunas espinas; todos los espiráculos son ventrales; las ninfas tienen aberturas de las glándulas senescentes en los segmentos III-IV, IV-V y V-VI y presentan la sutura en "Y" bien desarrollada.

La mayoría de las especies viven sobre el suelo, sin embargo varias de las especies del género *Ozophora* son consideradas arbóreas, alimentándose muchas de ellas de las semillas de *Ficus* spp. Algunas especies son atraídas a la luz y pueden ser muy abundantes. Los miembros de esta Tribu asociados a *Ficus* spp., son los más abundantes en la zona de estudio y se les puede considerar dentro de varias categorías (Schuh y Slater 1995).

Balboa variabilis Distant 1893 (Fig. 16)

En general de color ocre, con puntuaciones pardas. Son de color negro, la cabeza; ápice del tercer artejo y mitad distal del cuarto artejo antenal; lóbulo anterior del pronoto; una mancha a cada lado del clavus cerca de su ápice; dos manchas en el margen interno del corion y dos manchas en su margen lateral, una en el centro y otra en su ápice. Márgenes laterales del corion sin puntuaciones. Patas color ocre, con los ápices de los fémures anillados con castaño. Membrana hemeltral con manchas pardo-grisáceas y amarillentas. Es una especie terrestre facultativa y aunque es muy abundante principalmente en la zona de Bosque Mesófilo, solo se le ha colectado en pocas ocasiones asociada a la hojarasca de *Ficus*, es atraída abundantemente a la luz. Gómez Farías, camino al Ejido El Azteca, 276 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 5 a Alta Cima, 600 m snm, *F. pertusa*; Gómez Farías, Km 5.5 a Alta Cima, 700 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Alta Cima, 900 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Casa de Piedra, 1,400 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Julillo, 1,450 m snm, colecta nocturna.

Ozophora atropictoides (Slater y Baranowski 1995) (Fig. 17)

Cabeza y lóbulo anterior del pronoto pardo-rojizo-oscuro. Márgenes anterior y laterales del pronoto y todo el lóbulo posterior amarillo-pálido. Escutelo pardo, con dos manchas amarillas en el tercio distal, sin llegar a la base del escutelo. Hemiélitros principalmente amarillo-pálido, con una gran mancha oscura situada lateralmente a la vena radial y a su margen anterior a nivel del extremo distal de la comisura claval, segunda mancha en el ápice del corion, membrana de color humo. Patas, artejos antenales I y II amarillo-pálido, Artejo III también amarillo, pero con su extremo distal oscuro, artejo IV con un conspicuo anillo blanco subbasal. Puntuaciones pardo-oscuro, pequeñas y bien separadas entre sí. Cuerpo casi glabro en la parte dorsal. Cabeza ligeramente declivente. Ojos muy grandes, sésiles, ocupando la mayor parte de la superficie lateral de la cabeza. Márgenes laterales del pronoto carinados, callos granulados.

Márgenes laterales del corion cóncavos. Glándula metatorácica corta, doblándose ligeramente hacia atrás, área evaporativa ocupando los dos tercios internos de la metapleura.

Fémures anteriores armados con tres espinas grandes y por 4-5 espinas más delgadas. Labium extendiéndose hasta las metacoxas. De las especies del género *Ozophora*, ésta es la talla mediana y de coloración más oscura que las otras; sus ninfas y adultos son considerados terrestres obligados, ya que sólo se tienen registros de esta especie en la RBC y en varias localidades de Veracruz, de individuos asociados a *Ficus* spp. Gómez Farías, Km 2 Gómez Farías-Ciudad Mante, 246 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, camino al Ejido El Azteca, 276 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 4 Gómez Farías-Ciudad Mante, 276 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 10 Gómez Farías-Ciudad Mante, 282 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 22 Joya de Manantiales-Ocampo, 526 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 5 a Alta Cima, 600 m snm, *F. pertusa*; Gómez Farías, Casa de Piedra, 1,600 m snm, colecta nocturna.

Ozophora baranowskii (Slater y O'Donnell 1979) (Fig. 18)

Cuerpo relativamente alargado. Cabeza de color pardo. Artejos antenales I a III amarillo-pálido, artejo IV con el cuarto basal amarillento y el resto pardo-rojizo. Tylus extendiéndose hacia adelante. Rostro alcanzando las metacoxas. Lóbulos del pronoto no muy bien diferenciados; ambos lóbulos con una línea media de color pardo-oscuro, sin una depresión media. Márgenes laterales del lóbulo anterior del pronoto ligeramente expandidos. Escutelo pardo-oscuro, excepto por su ápice y márgenes distales que son blancos. Angulo interno del margen del corion translúcido. Membrana con algunas manchas pardo-claro entre las venas.

Es la especie más abundante en la RBC, las ninfas se encuentran entre la hojarasca, pero los adultos además se pueden encontrar en las ramas superiores. Debido a que las ninfas solo se encuentran en el suelo, se le considera una especie terrestre obligada. Gómez Farías, Emiliano Zapata, 200 m snm, *Ficus* 39; Gómez Farías, Km 2 Gómez Farías-Ciudad Mante, 246 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 2 al Ejido El Azteca, 276 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 4 Gómez Farías-Ciudad Mante, 276 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 10 Gómez Farías-Ciudad Mante, 282 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 7 Gómez Farías-Ciudad Mante, 320 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 1 a Alta Cima, 350 m snm, *F. retusa*; Gómez Farías, Ejido El Azteca, 350 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, a 400 m snm, *F.*

cotinifolia; Adolfo López Mateos, El Chamalito, Camino al Paraíso, 400 m snm, *F. cotinifolia*; Ocampo, Sierra de Tamalave, 500 m snm, *F. pertusa*; Gómez Farías Km 22 Joya de Manantiales-Ocampo 526 m snm sobre *F. cotinifolia*; Ocampo, Km 12 Ocampo-Joya de Manantiales, 532 m snm, *F. calyculata*; Gómez Farías, Camino Viejo a Alta Cima, 600 m snm, *F. tecolutensis*; Gómez Farías, Km 20 Joya de Manantiales-Ocampo, 672 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 5.5 a Alta Cima, 737 m snm, asociado a *F. pertusa*.

Ozophora concava Distant 1893 (Fig. 19)

Especie grande, de 6 a 7 mm; cuerpo alargado, fácil de distinguir de otras especies, por los numerosas sedas erectas sobre su superficie dorsal. Cabeza, pronoto, escutelo y pleuras torácicas pardo-oscuro. Artejos antenales I a III, rostro y patas pardo-amarillento; artejo antenal IV con su base pardo-oscuro, mitad distal pardo-oscuro y mitad proximal amarillento. Hemiélitros pardo, cubiertos con puntuaciones pardo-oscuro y con algunas áreas amarillentas generalmente cerca de los márgenes laterales. Venas y suturas del clavus pardo-amarillento. Membrana de color humo con venas más claras. Vientre abdominal pardo-rojizo. Rostro llegando a la metacoxa. Márgenes laterales del pronoto redondeado. Esta especie es muy similar a *O. consanguinea*, sin embargo puede fácilmente diferenciarse ya que tanto las ninfas como los adultos presentan numerosas sedas en la superficie del cuerpo. Ninfas y adultos de esta especie terrestre obligada viven en la hojarasca, muy cerca de la base del tronco. Gómez Farías, Río Sabinas, 200 m snm, *F. insipida*; Gómez Farías, Km 2 Gómez Farías-Ciudad Mante, 246 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 2 al Ejido El Azteca, 276 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Ejido El Azteca, 350 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 22 Joya de Manantiales-Ocampo, 526 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 5 a Alta Cima, 600 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 5.5 a Alta Cima, 737 m snm, asociado a *F. pertusa*.

Ozophora consanguinea Distant 1893 (Fig. 20)

Cuerpo alargado, siendo una de las especies de mayor tamaño (6-7 mm), con los márgenes laterales del lóbulo posterior del pronoto en forma de hoja de cuchillo. Cabeza y lóbulo anterior del pronoto y pleuras torácicas pardo-oscuro. Artejos antenales I a II, rostro y patas pardo-amarillento;

artejos antenales IV con la base y mitad distal pardo-oscuro, mitad proximal como un anillo blanco.

Lóbulo posterior del pronoto con bandas de color pardo-oscuro y pardo con numerosas puntuaciones pardo-oscuro; generalmente el margen posterior presenta una coloración blanca-cremosa. Escutelo generalmente pardo-oscuro, aunque algunas veces con manchas más claras especialmente hacia su ápice. Clavus pardo-oscuro. Hemiélitros blanco-cremoso con puntuaciones pardo-oscuro, además una banda transversal pardo-oscuro siempre presente en la parte media; también un par de manchas pardo-oscuro en su ápice y algunas veces con una mancha también pardo-oscuro cerca de su base. Membrana de color humo, con venas ligeramente más claras. Vientre abdominal pardo-rojizo. Rostro sobrepasando ligeramente las mesocoxas, superficie del cuerpo sin sedas largas.

Es la única especie en la que tanto las ninfas y adultos pueden encontrarse entre la hojarasca cerca de la base del tronco, o en la hojarasca acumulada en las horquetas de los árboles. Debido a esto pueden considerarse dentro de arbóreas o terrestres obligadas. Es muy abundante en la zona y es atraída a la luz. Gómez Farías, Bocatoma, 200 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 2 al Ejido El Azteca, 276 m snm, *F. cotinifolia* en colecta nocturna; Gómez Farías, Km 4 Gómez Farías-Ciudad Mante, 276 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 10 Gómez Farías-Ciudad Mante, 282 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 7 Gómez Farías-Ciudad Mante, 320 m snm, asociado a *F. cotinifolia*; Adolfo López Mateos, El Chamalito, camino al Paraíso, 400 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 3.5 a Alta Cima, 413 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Camino Viejo a Alta Cima, 450 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Farías, Km 5 La Libertad-Julilo, 485 m snm, *F. calyculata*; Ocampo, Sierra de Tamalave, 500 m snm, *F. pertusa*; Ocampo, Km 12 Ocampo-Joya de Manantiales, 532 m snm, *F. calyculata*; Gómez Farías, Km 20 Joya de Manantiales-Ocampo, 672 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 5 a Alta Cima, 700 m snm, colecta nocturna; Gómez Farías, Km 5.5 a Alta Cima, 737 m snm, asociado a *F. pertusa*.

Ozophora maculata Slater y O'Donnell 1979 (Fig. 21)

Cabeza y callos del pronoto pardo-rojizo. Cabeza no inclinada. Pronoto con los callos bien diferenciados, con el lóbulo posterior y márgenes expandidos pardo-amarillento, mezclado con pardo

en la parte basal del lóbulo posterior. Patas y antenas casi totalmente amarillo-pálido; IV artejo antenal con la mitad distal ligeramente más oscura. Superficie dorsal de la cabeza con pelos plateados cortos. Lóbulo posterior del pronoto con una línea media amarillo-pálido, pero que no alcanza el margen posterior. Escutelo casi totalmente negro o pardo-oscuro, ápice blanco. Hemiélitro pardo-amarillento; *clavus* con una área pardo-oscuro a cada lado de la comisura claval; corion con una pequeña mancha parda a nivel del tercio distal del escutelo; ángulo interno del corion con una mancha grande que se angosta a lo largo del margen lateral; ápice externo del corion con una mancha pardo-oscuro; membrana translúcida. Vientre abdominal pardo-rojizo. Acetábulo y lóbulo posterior de la metapleura blanca, aunque invadida por pardo-oscuro posteriormente. Aurícula de la glándula senescente metatorácica anaranjado-rojizo. Rostro sobrepasando ligeramente las metacoxas. Dorso abdominal casi glabro y vientre abdominal cubierto con pelos plateados. Esta especie se puede confundir fácilmente con *O. baranowskii*, sin embargo presenta una mancha negra transversa continua a la altura de la sutura claval, además, presenta la aurícula de la glándula senescente mesotorácica alargada y dirigida hacia atrás. Es una de las especies terrestres obligadas más abundantes en la zona, se han encontrado tanto ninfas como adultos asociados a la hojarasca de varias especies de *Ficus* en varias localidades:

Gómez Fariás, Río Sabinas, 200 m snm, *F. insipida*; Gómez Fariás, El Nacimiento, 250 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Fariás, Km 10 Gómez Fariás-Ciudad Mante, 282 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Fariás, El Huasteco, 300 m snm, *F. insipida*; Gómez Fariás, 350 m snm, *F. cotinifolia*; Gómez Fariás, 400 m snm, *F. cotinifolia*; Adolfo López Mateos, El Chamalito, Camino al Paraíso, 400 m snm, *F. cotinifolia*; Ocampo, Sierra de Tamalave, 500 m snm, *F. pertusa*.

Ozophora vazquezae Slater 1986 (Fig. 22)

Son de color pardo-rojizo la cabeza, el lóbulo anterior del pronoto, seis bandas en el lóbulo posterior y el escutelo. El collar del pronoto pardo-rojizo muy claro. El escutelo presenta dos bandas elevadas amarillo-pálido y ápice blanco: hemiélitro con manchas pardo-amarillentas sobre un fondo blanquecino. El corion está marcado con manchas pardo-oscuro cerca de su margen interno, en su ápice y a lo largo del margen del corion a la altura de la sutura claval.

Membrana del hemiélitro color humo con las venas de color más claro. Patas amarillo-pálido, fémures con una banda parda cerca de su extremo distal. Artejos antenales I a III amarillo-pálido, el III con el extremo distal pardo-rojizo, IV pardo-oscuro con un anillo subbasal blanco. Esta especie se distingue fácilmente de las otras del género por tener los márgenes laterales del pronoto sinuados y con los ángulos humerales con un pequeño diente. Es una especie muy rara en la RBC, sólo se le encontró en: Gómez Fariás, Río Sabinas a 200 m snm, asociada a la hojarasca de *F. insipida*.

Discusión

De las 22 especies de lygaeidos encontrados en la zona de estudio y que están asociados a las diversas especies de *Ficus*, se tiene que ocho de ellas son consideradas como terrestres obligadas, en esta categoría se incluyen a todas las especies de la Tribu Antillocorini, y a casi todas de Ozophorini, a excepción de *B. variabilis* y *O. vazquezae*. Las únicas especies arborícolas obligadas son *C. maculatus* y *O. consanguinea*. El resto de las especies al alimentarse también de las semillas de otras especies vegetales se les considera terrestres facultativas. Como Slater (1972) menciona, los lygaeidos asociados a *Ficus* spp. no van a presentar una especificidad hospedatoria y aunque en el presente estudio hubo algunas especies que se colectaron solo en una especie, esto no indica que son específicas. Es probable que ampliando tanto el área, como la época de colecta, un número mayor de registros sean obtenidos. En el presente trabajo se tiene que *F. cotinifolia* es la especie más utilizada, en ella se registraron 15 de las 22 especies; esto se puede explicar simplemente por la gran abundancia de esta especie de *Ficus* en la zona. En *F. pertusa* se registraron 9 especies, ésta es también una especie abundante y su importancia radica en que se le puede encontrar en los dos principales tipos de vegetación que se muestrearon. En seguida están *F. calyculata* y *F. insipida* con seis y cinco especies, respectivamente, solo comparten a *N. bilobata*, que es la especie terrestre facultativa con mayor rango altitudinal. Las tres restantes especies de *Ficus* sólo tienen uno o dos registros, dado posiblemente, a la baja abundancia de estas especies. Los ciclos de vida de las especies obligadas y algunos de las especies facultativas fueron estudiadas por Rueda (2002) y Sánchez (2002), para La Mancha, Actopan y Los Tuxtlas, San Andrés Tuxtla, en el estado de Veracruz, sin embargo estos estudios serán publicados en varios trabajos actualmente en

preparación. Es probable que además de estas 22 especies registradas, existan varias más asociadas con *Ficus* en el área de la RBC. Dos de las especies reportadas aquí son probablemente nuevas, y se tienen ya registros de varias más que pudieran también serlo. Dado a la gran diversidad de ambientes que presenta esta zona, existe una mayor riqueza de especies que en sitios como La Mancha y Los Tuxtlas, donde solo se han registraron 13 especies. Los cambios altitudinales tan marcados favorecen a una mayor diversidad, además de que algunas de las especies reportadas aquí son de zonas templadas. Existiendo por lo tanto en la Reserva de la Biosfera El Cielo, una confluencia en especies de *Ficus* y Lygaeidos de ambientes tropicales y templados.

Agradecimientos

El material colectado durante el presente estudio fue colectado por los Biólogos Iliana Pacheco, Norma Peñaloza, Aarón Sánchez y Leonardo Delgado. Se agradece infinitamente a Iliana Pacheco por la ayuda en la identificación de los estados inmaduros y en la elaboración de algunas de las ilustraciones. El financiamiento a este estudio estuvo a cargo de CONACyT (34238-V) por medio del Proyecto Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados a *Ficus* spp. (Moraceae) y su efecto en la depredación de semillas en la Región del Golfo de México.

Literatura citada

- Basset, Y., Novotny, V. and Weiblen.** 1997. *Ficus*: A resource for arthropods in the tropics, with particular reference to New Guinea. In: *Forests and Insects*. Watt, A.D., Stork, N.E. y Hunter, M.D. (eds) Chapman y Hall, London, pag: 341-361.
- Berg, C. C.** 1989. Classification and distribution of *Ficus*. *Experientia* 45: 605-611.
- Cervantes, P. L.** 2002. *Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) associated with Ficus spp (Moraceae) in Veracruz, Mexico*. Second Quadrennial Meeting of the International Heteropterists' Society. St. Petersburg, Rusia: 12.
- Corlett, R.** 1987. The phenology of *Ficus fistulosa* in Singapore. *Biotropica*. 19(2): 122-124.
- Henry, T.J.** 1997. Phylogenetic Analysis of family groups within the infraorder Pentatomorpha (Hemiptera: Heteroptera), with emphasis on the Lygaeidae. *Annals of the Entomological Society of America* 90(3): 275-301.
- Ibarra, M. G.** 1990. *Taxonomía del Género Ficus, subgénero Pharmacosycea (Moraceae) en Veracruz, México*. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 96 pp.
- McKey, D.** 1989. Population biology of figs: applications for conservation. *Experientia* 45: 661-673.
- Pacheco, R.I.** 2002. *Biología de la Familia Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados a Ficus spp. (Moraceae) en la Estación CICOLMA, Veracruz*. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. FES Iztacala. México. 93 pp.
- Power, M.E. & Mills, L.S.** 1995. The keystone cops meet in Hilo. *Trends in Ecology and Evolution*. 10:182-184.
- Quintana, C. y S. Carvajal.** 2000. Las especies jaliscienses del género *Ficus* (Moraceae). *Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara*. 18 (1-2): 1-64.
- Sánchez, P.A.** 2002. *Biología de Lygaeidae (Hemiptera-Heteroptera) asociados a Ficus spp. (Moraceae) en "Los Tuxtlas", Veracruz*. Tesis Profesional. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 97 pp.
- Schuh, R.T. & J.A. Slater.** 1995. *True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera)*. Cornell University Press. U.S.A. 337 pp.
- Slater, J.A.** 1964. *A Catalogue of the Lygaeidae of the World*. 2 vols University of Connecticut. Storrs, USA. 1688 pp.
- Slater, J.A.** 1972. Lygaeid Bugs (Hemiptera: Lygaeidae) as Seed Predators of Figs. *Biotropica* 4: 145-151.
- Slater, J.A.** 1994. *A Catalogue of the Lygaeidae of the World (1960-1994)*. New York Entomological Society. New York. 410 pp.
- Slater, J.A y M.R. Baranowski.** 1978. *How know the true bugs*. Ed. The Pictured Key Nature Serie. USA. 256pp.
- Slater, J.A y M.R. Baranowski.** 1990. *Arthropods of Florida. Lygaeidae of Florida (Hemiptera: Heteroptera)*. Vol. 14. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Gainesville, Florida. 211 pp.
- Slater, J.A. y H. Brailovsky.** 2000. Lygaeidae (Hemiptera) in Llorente, B.J.E. González, E.S. y Papavero. (eds). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Facultad de Ciencias, UNAM. pp. 319-333.
- Sosa, V.J.** 1987. Generalidades de la región de Gómez Farias. En: *El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas*. Puig, H. y Bracho, R. (eds.). Instituto de Ecología, A.C. México. 15-28.
- Terborgh, J.** 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*. Soulé, M.E. (ed.) Sinauer, Sunderland, Mass. 330-344.
- Williams-Linera, G & Lawton, R.O.** 1995. The ecology of hemiepiphytes in forest canopies. In: *Forest Canopies*. Lowman, M.D. and Nadkarni, N.M. (eds) Academic Press, San Diego. 255-283.

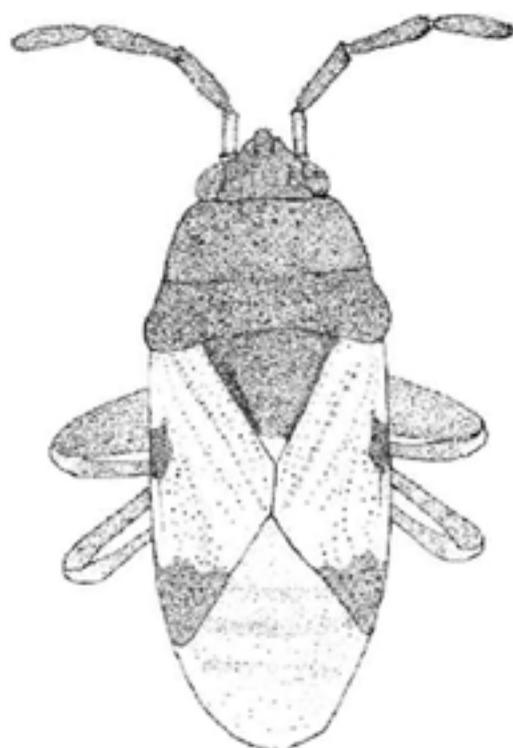


Figura 1. Adulto de *Botocudo* sp. (tomado de Rueda 2002).



Figura 2. Adulto de *Cligenes distinctus* Distant (tomado de Baranowski 1990).

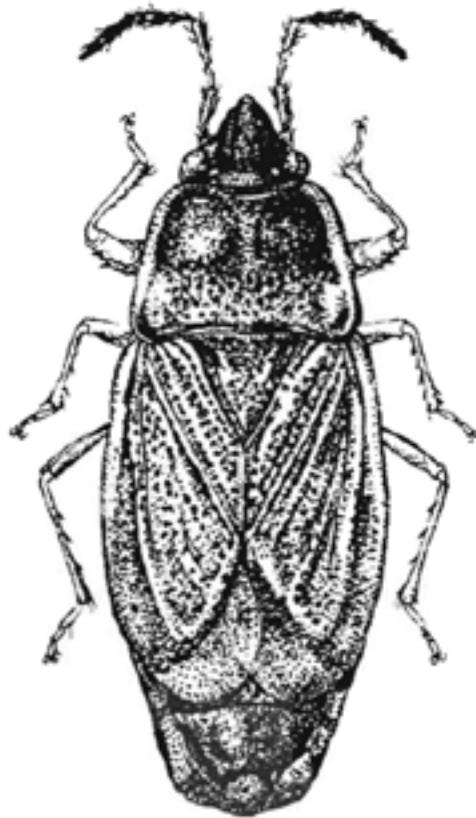


Figura 3. Adulto de *Cryphula trimaculata* (Distant) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).



Figura 4. Adulto de *Neopetissius slaterorum* O'Donnell (tomado de O'Donnell, 2001).

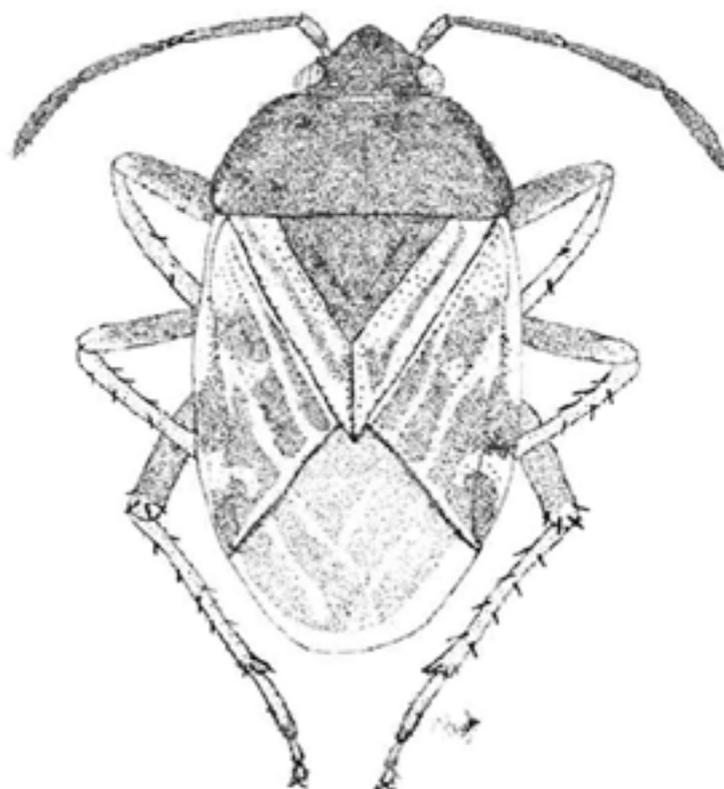


Figura 5. Adulto de *Paragonatas divergens* Distant.

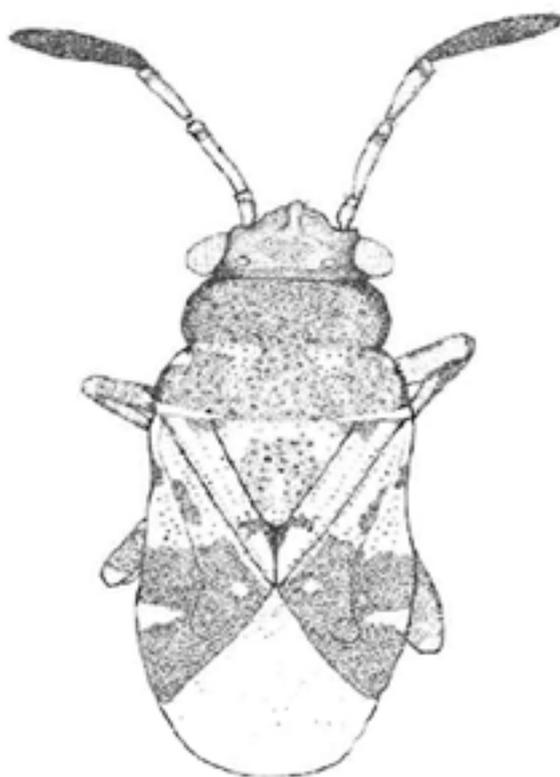


Figura 6. Adulto de *Cholula maculatus* Distant (tomado de Rueda 2002).

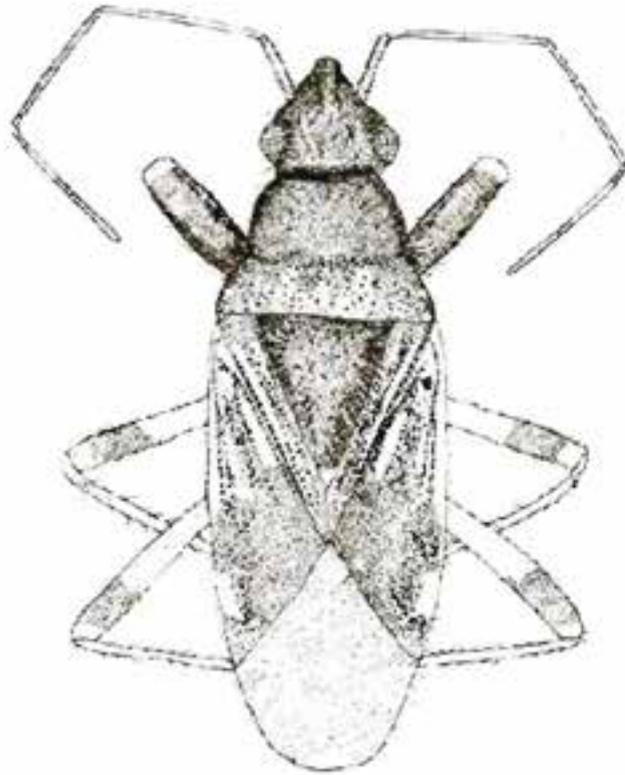


Figura 7. Adulto de *Froeschneria piligerus* Stål.



Figura 8. Adulto de *Heraeus triguttatus* (Guerin) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).

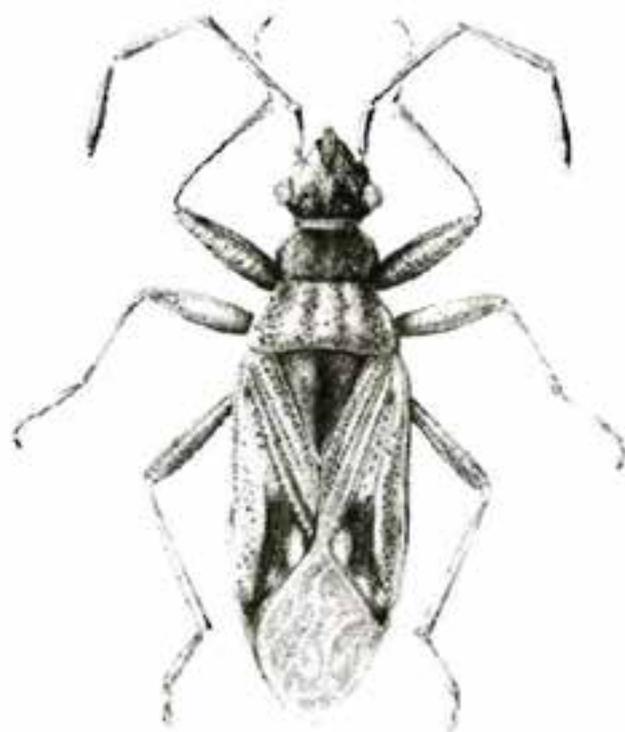


Figura 9. Adulto de *Lygirocoris litigiosus* (Stål) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).

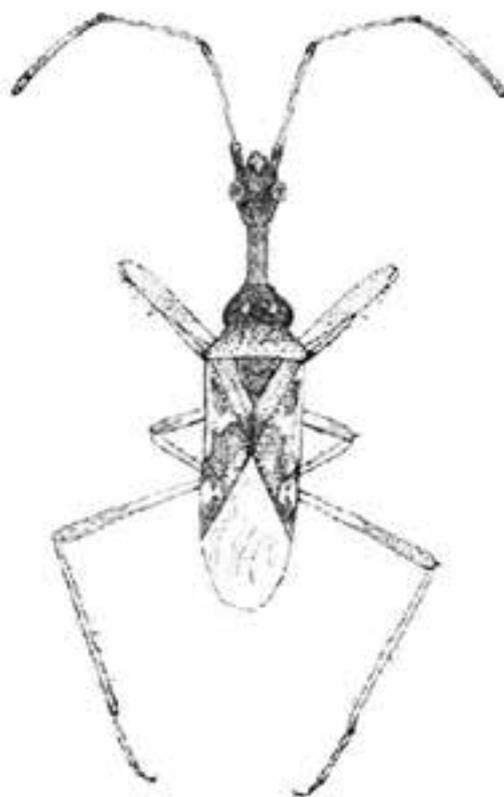


Figura 10. Adulto de *Myodocha longicollis* Stål (tomado de Rueda, 2002).

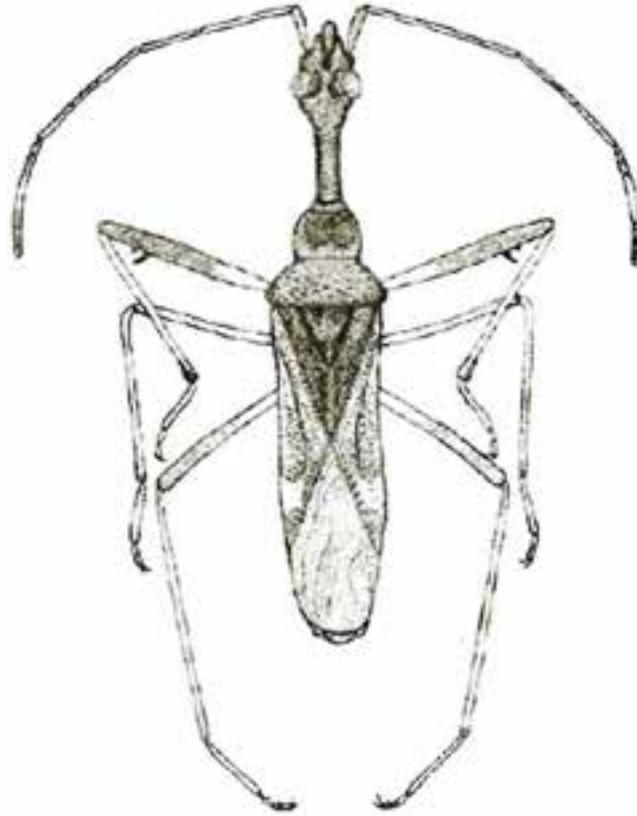


Figura 11. Adulto de *Myodocha unispinosa* Stål (tomado de Sánchez, 2002).

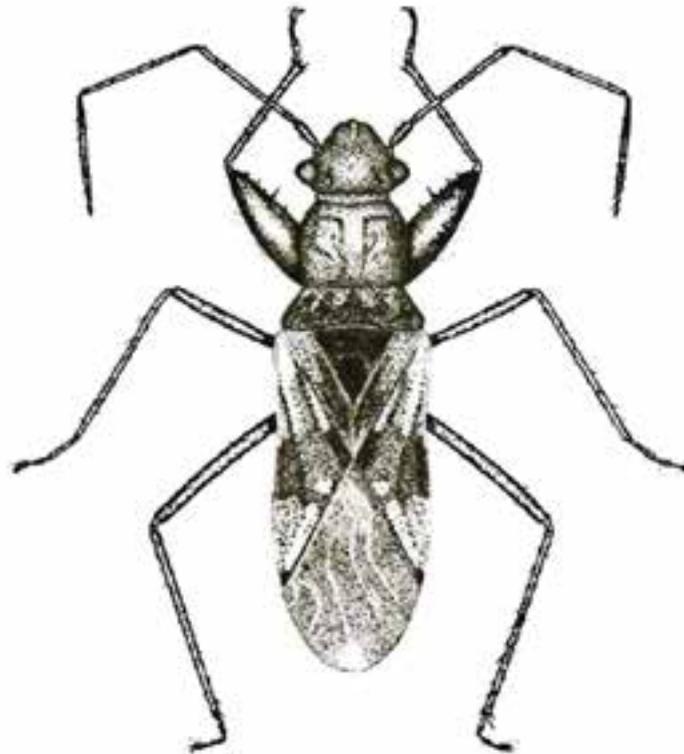


Figura 12. Adulto de *Neopamera bilobata* (Say) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).

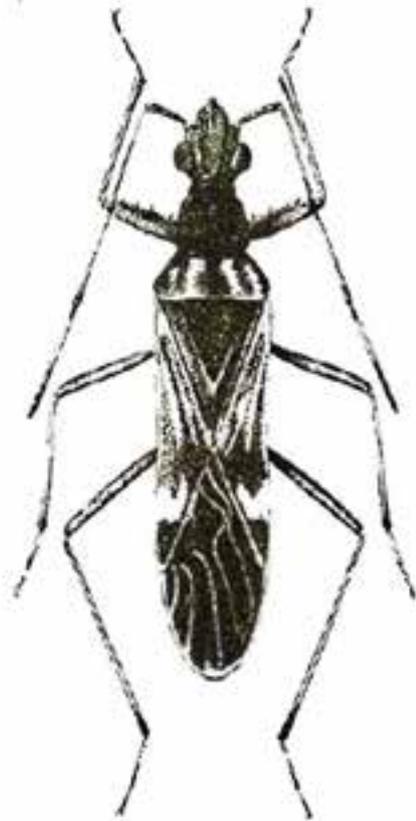


Figura 13. Adulto de *Neopamera neotropicalis* (Kirkaldy) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).

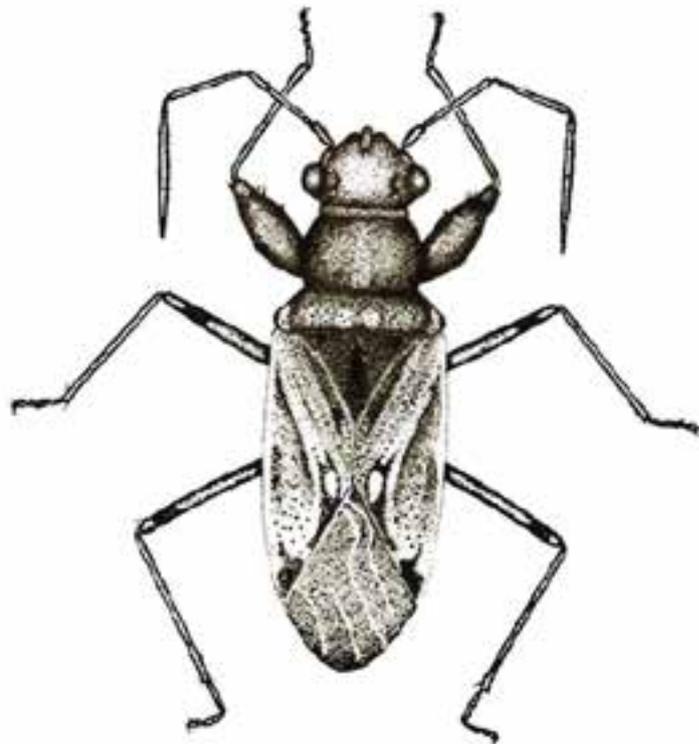


Figura 14. Adulto de *Pseudopachybrachyus basalis* (Dallas) (tomado de Slater & Baranowski, 1990).

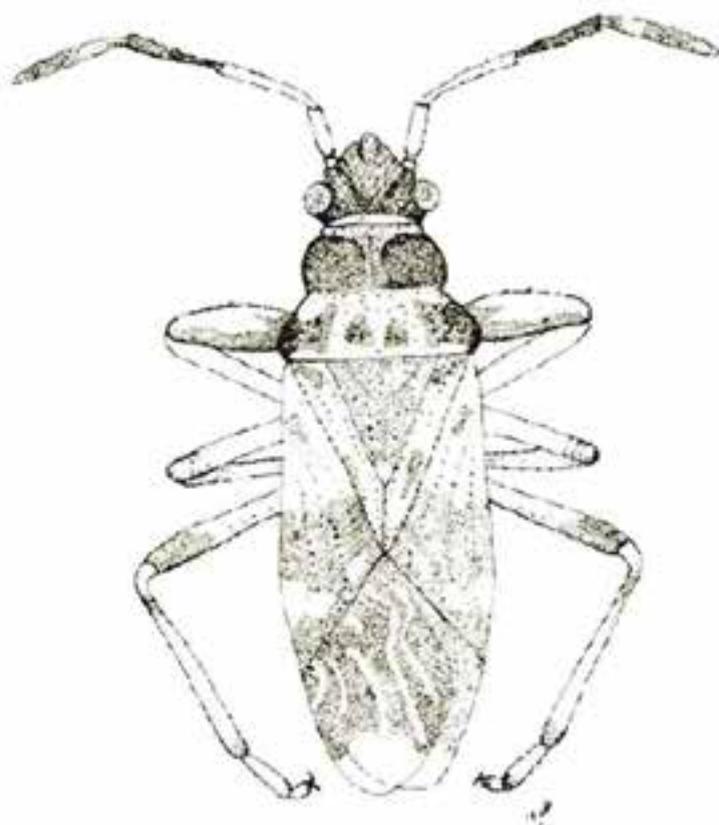


Figura 15. Adulto de *Pseudopamera* sp.

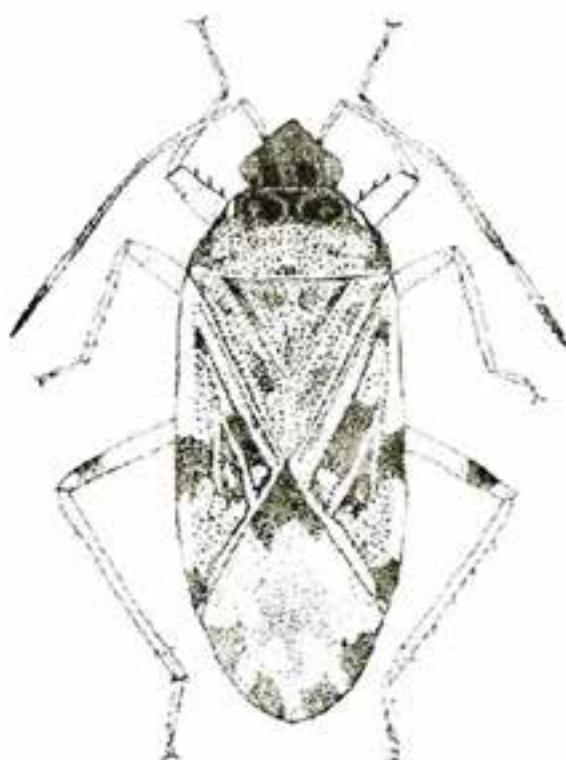


Figura 16. Adulto de *Balboa variabilis* Distant.

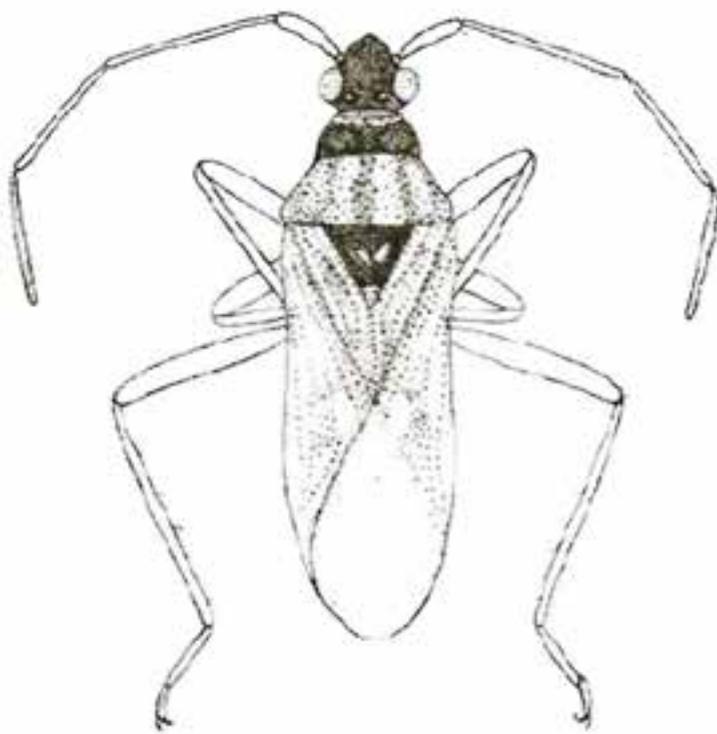


Figura 17. Adulto de *Ozophora atropictoides* Slater & Baranowski (tomado de Sánchez, 2002).

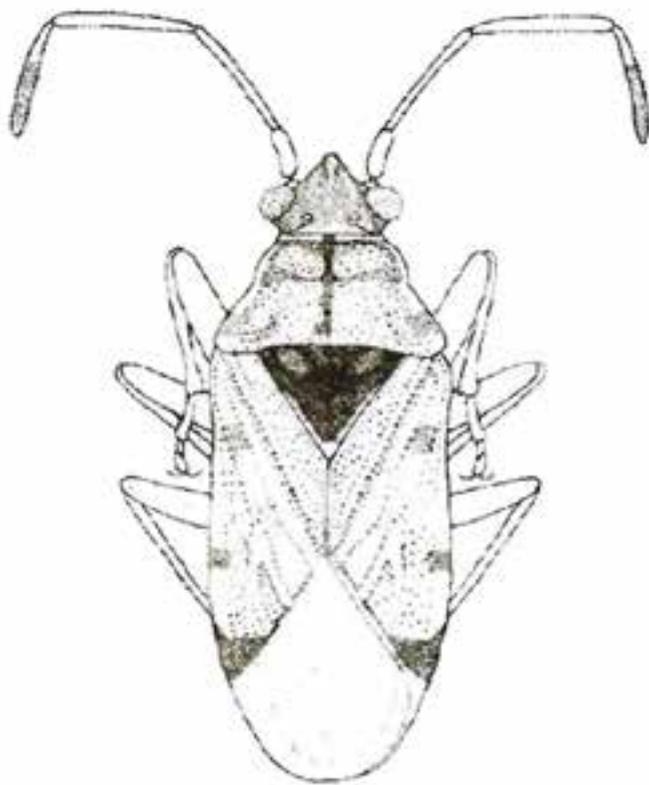


Figura 18. Adulto de *Ozophora baranowskii* Slater & O'Donnell (tomado de Rueda 2002).

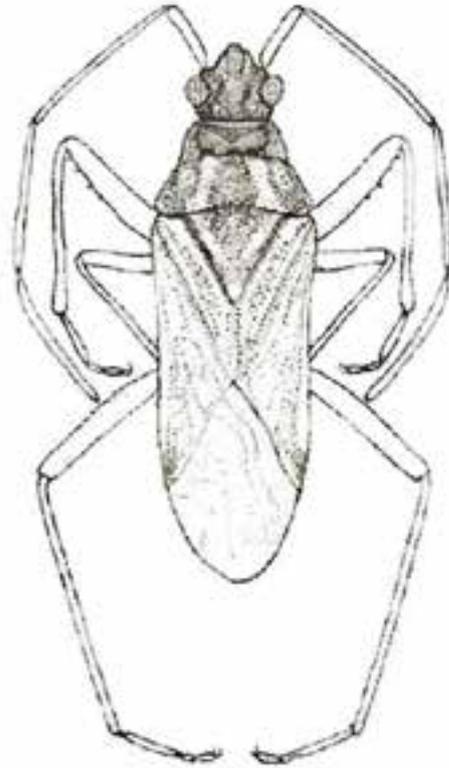


Figura 19. Adulto de *Ozophora concava* Distant (tomado de Rueda 2002).

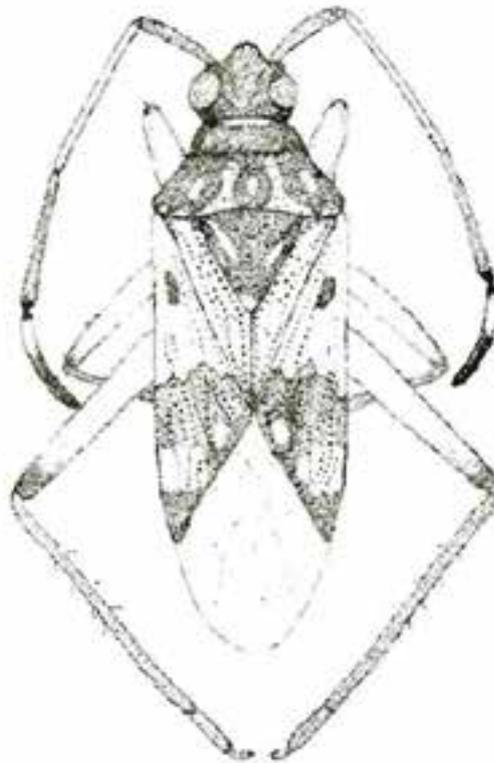


Figura 20. Adulto de *Ozophora consanguinea* Distant (tomado de Rueda 2002).

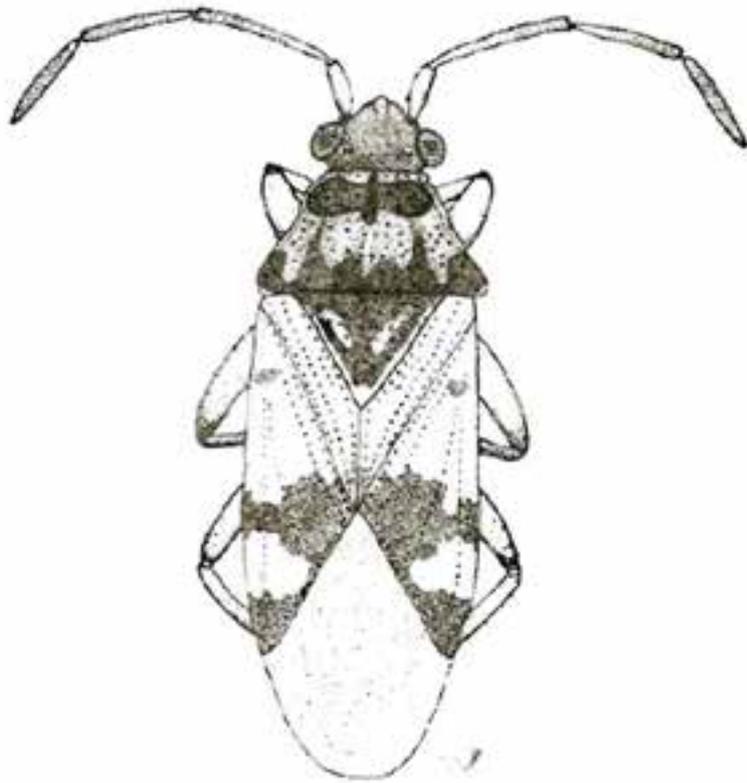


Figura 21. Adulto de *Ozophora maculata* Slater & O'Donnell (tomado de Rueda 2002).



Figura 22. Adulto de *Ozophora vazquezae* Slater (tomado de Slater, 1986).

35. Coleoptera: Passalidae

Pedro Reyes-Castillo, María Luisa Castillo¹ y Manuel Lara-Villalón²

¹Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MEXICO
preyesp@ecologia.edu.mx

²Instituto de Ecología y Alimentos
Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928
Cd. Victoria, Tamaulipas, MEXICO 87040

Abstract

The Passalidae from Tamaulipas are included in one subfamily, two tribes, five genera, two subgenera and nine species. These species are distributed from the xerophilous bush to the pine-oak forest, ranging from the sea level to near 2,000 m of elevation. The tropical deciduous forest and the cloud forest from the Sierra Madre Oriental are the more species-rich, with six species each, although collectively, in both forests, there are nine species. *Passalus* is the most diversified genus, with five species and the only with one endemic new species, from the Ocampo's cloud forest.

Introducción

La familia Passalidae reúne a un pequeño grupo de coleópteros Scarabaeoidea muy homogéneo morfológicamente y sin dimorfismo sexual externo, de hábitos silvícolas e hígrófilos, y de distribución pantropical. Son escarabajos subsociales, encontrándose huevos, larvas, pupas y adultos juntos. En su gran mayoría se alimentan de madera en descomposición (saproxilófagos) y pocos ejemplos, de los residuos en los hormigueros de *Affa*.

El huevo de forma ovoide y de color verde-oliva está provisto de un micropilo en cada polo y el corión está ornamentado hexagonalmente, es translúcido antes del avivamiento de la larva.

La larva es alargada, subcilíndrica y poco curvada en su parte posterior, el cuerpo de color blanco-lechoso, la cabeza prognata y el reducido par de patas metatorácicas al frotarlas contra un área estriada de la mesocoxa producen sonidos. La larva de primer estadio presenta dos quillas longitudinales esclerosadas (ovirruptores) sobre el metanoto.

La pupa exarata y adectita, es de color blanco-lechoso, con la cabeza apenas visible ventralmente, los estigmas abdominales de forma elíptica, los márgenes de los tergitos abdominales sinuosos y sin órganos dioneiformes (Costa *et al.* 1988).

El adulto es de color negro-brillante, con la cabeza prognata, el cuerpo aplanado y alargado; el protórax de contorno cuadrangular y separado del resto del cuerpo por el pedúnculo mesotorácico y los élitros cubren por completo el abdomen; es capaz de estridular, frotando el sexto tergito abdominal contra espinas situadas en las alas metatorácicas. El único fósil conocido es *Passalus (Passalus) idormitus* Cockerell, del Oligoceno superior de Oregon, Estados Unidos de América (Reyes-Castillo 1977).

La familia agrupa 680 especies descritas en el mundo, de las que 343 son propias del Continente Americano y 82 se distribuyen por México (Reyes-Castillo 2002), esta última cifra sobrepasa en 15 por ciento a las 70 especies mexicanas catalogadas por Hincks y Dibb (1935, 1958). De acuerdo con la clasificación de Reyes-Castillo (1970), las especies mexicanas pertenecen a la subfamilia Passalinae: 10 a la tribu Passalini agrupadas en tres géneros y 72 a la tribu Proculini contenidas en 18 géneros. Las 49 especies endémicas, el 60 por ciento de un total de 82, caracterizan al país: cuatro son Passalini y 45 Proculini, cuya distribución abarca, principalmente, el bosque mesófilo de montaña de las Sierras Madres Oriental, del Sur y de Chiapas, el Sistema Volcánico Transversal, las montañas de Oaxaca y el Macizo Central de Chiapas. En México, el límite de distribución septentrional del grupo por el occidente se encuentra en la Sierra Madre Occidental a los 28° 25' 23" de latitud norte y los 108° 22' 34" de longitud oeste en Yepachic, Chihuahua, mientras que por el oriente se sitúa en la Sierra Madre Oriental a los 25° 46' 5" de latitud norte y los 100° 10' de longitud oeste en Apodaca, Nuevo León. En el Altiplano Mexicano, su distribución es periférica y al sur del Trópico de Cáncer. En la Zona de Transición Mexicana, área de solapamiento entre las regiones Neártica y Neotropical que se extiende de México a la Depresión Nicaragüense, este grupo de

coleópteros sigue los patrones de dispersión neotropical típico y mesófilo de montaña, de origen sudamericano moderno y antiguo, respectivamente (Halffter 1964, 1976 y 1987, Reyes-Castillo y Halffter 1978, Reyes-Castillo 1985). El patrón de dispersión neotropical típico es característico de los Passalini con máxima expansión por las tierras bajas y, el patrón de dispersión mesófilo de montaña es propio de los Proculini que se distribuyen en la mayoría de las codilleras del país. Los estudios regionales, hasta hoy publicados sobre pasálidos mexicanos, son el de Ocozocuatla, Chiapas (Valenzuela-González 1986), el de Los Tuxtlas, Veracruz (Castillo 1987, Castillo y Reyes-Castillo 1997), los de la Sierra de Manantlán y Chamela, Jalisco (Castillo *et al.* 1988, Castillo y Rivera 1992, Reyes-Castillo 1988) y el del estado de Guerrero (Reyes-Castillo y Castillo 1993). El presente estudio, es el primero sobre los Passalidae de Tamaulipas, donde encontramos nueve especies de Passalinae: seis de la tribu Passalini, agrupadas en *Ptichopus* y *Passalus* (subgéneros: *Pertinax* y *Passalus s. str.*) y, tres especies más de la tribu Proculini que pertenecen a *Spurius*, *Heliscus* y *Odontotaenius*.

Passalidae de Tamaulipas

Los primeros autores en citar una especie de Passalidae proveniente de Tamaulipas fueron Hendrichs y Reyes (1963) y Reyes-Castillo (1970), mencionaron *Ptichopus angulatus* asociado a los detritos del hormiguero de *Atta mexicana* (Fr. Smith). Por su parte, Schuster (1978) señaló que el bosque tropical caducifolio en la región de Gómez Farías, constituye el límite septentrional de la distribución de *Passalus (Passalus) punctiger*, el pasálido de más extensa repartición neotropical.

Desde 1981, entomólogos del Instituto de Ecología, A. C. y de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, realizaron colectas en los bosques de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC); sobretodo en el Municipio de Gómez Farías, de donde describieron las larvas de tercer estadio de *Passalus (Pertinax) punctatostratus* y *P. (Passalus) punctiger*, procedentes del bosque tropical subcaducifolio (Schuster y Reyes-Castillo 1981); estudiaron el hongo *Rickia apiculifera* Thaxer (Laboulbeniales), parásito de *Heliscus tropicus* colectado en el bosque mixto de pino-encino (Luna-Zendejas *et al.* 1988); determinaron el cariotipo masculino del Passalini *P. (Passalus) punctiger* ($n=12+X$) y los Proculini *Heliscus tropicus* ($n=16+XY$) y *Spurius bicornis* ($n=14+XY$), procedentes de

los bosques tropical subcaducifolio y mesófilo de montaña (Serrano *et al.* 1998); y comprobaron la presencia de ninfas y a veces de adultos, del blático *Panchlora nivea* (Saussure) en los sistemas de galerías de *P. punctatostratus*, *P. punctiger*, *S. bicornis*, *H. tropicus* y *Odontotaenius striatopunctatus* (Castillo y Reyes-Castillo 1982).

En Tamaulipas, los pasálidos ocupan los bosques tropical subcaducifolio, mesófilo de montaña, mixto de pino-encino y de pino, penetrando al bosque espinoso y al matorral xerófilo; situados del nivel del mar hasta altitudes superiores a 2,000 m. El carácter silvícola y la tendencia higrófila del grupo, son evidentes por una mayor abundancia poblacional en el bosque mesófilo de montaña ubicado entre los 1,200 a 1,800 m snm y el bosque tropical subcaducifolio de las partes bajas, comparada con las bajas poblaciones en el bosque espinoso de las partes bajas y en los bosques de pino y mixto de pino-encino por arriba de 1,500 m de altitud. En el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo de montaña existen seis especies de Passalidae, cuatro en el bosque mixto de pino-encino, tres en el bosque espinoso, dos en el bosque de pino y una especie en el matorral xerófilo (**Cuadro 1**).

Ptichopus angulatus es el pasálido de más amplia distribución estatal y el que habita en más tipos de vegetación, y *O. striatopunctatus* el que presenta la más extensa distribución en altitud, entre 100 a 2,100 m snm.

Lista comentada de los Passalidae: Passalinae de Tamaulipas

Tribu Passalini

Tribu pantropical, agrupa 454 especies descritas en 37 géneros; sólo *Passipassalus*, *Paxillus*, *Spasalus*, *Ptichopus* y *Passalus* son propios de América, en conjunto agrupan 167 especies (Reyes-Castillo 2002). En México, existen 10 especies de *Paxillus*, *Ptichopus* y *Passalus*, los dos últimos son los únicos representados en Tamaulipas.

Ptichopus Kaup

Género que agrupa tres especies del Brasil más una de México y América Central.

Ptichopus angulatus (Percheron 1835)

Longitud total: 25-40 mm. Clípeo oculto, debajo de la frente. Borde anterior del labro bicóncavo. Muesca central del borde cefálico anterior bien marcada. Tubérculos externos salientes. Quilla

Cuadro 1. Distribución de las especies de Passalidae en distintos tipos de vegetación y altitudes en el estado de Tamaulipas.

ESPECIE	Tipo de vegetación						Altitud: m snm			
	mx	be	btsc	bmm	bpe	bp	<500	500-1000	1000-1500	>1500
<i>Ptichopus angulatus</i>	X	x	x	x	x		x	x	x	
<i>Passalus (Pertinax) cognatus</i>			x				x			
<i>P. (Pertinax) punctatostratus</i>			x	x			x	x	x	
<i>P. (Pertinax) sp. nov.</i>				x					x	
<i>P. (Passalus) interstitialis</i>		x	x				x			
<i>P. (Passalus) punctiger</i>		x	x				x	x		
<i>Spurius bicomis</i>				x	x				x	
<i>Heliscus tropicus</i>				x	x	x		x	x	x
<i>Odontotaenius striatopunctatus</i>			x	x	x	x	x	x	x	x

mx-matorral xerófilo, **be**-bosque espinoso, **btsc**-bosque tropical subcaducifolio, **bmm**-bosque mesófilo de montaña, **bpe**-bosque de pino-encino, **bp**-bosque de pino.

central de la estructura media frontal con ápice no libre. Ojos reducidos. Mandíbulas con dos dientes apicales, superior de mayor talla que el inferior.

Los tres artejos de la maza de la antena muy ensanchados y curvados hacia arriba. Ángulos anteriores del pronoto muy salientes. Borde anterior del pronoto convexo en su parte central. Humeri, epipleuras y última interestria elitral glabros. Protibia muy ensanchada. Mesotibia y metatibia desarmadas, a veces con una espinita sobre su borde externo. Las dos espinas terminales de mesotibia y metatibia desiguales, la ventral más ancha y larga. Habita en los bosques tropical subcaducifolio, espinoso y mixto de pino-encino, y el matorral xerófilo, situados desde el nivel del mar hasta los 1,400 m snm. Pasárido de hábitos hipogeos, muy buen volador que con frecuencia es atraído a la luz ultravioleta (agosto), vive y se reproduce en detritos de los hormigueros de *Atta mexicana* (Fr. Smith) en donde se encuentran, durante la temporada de lluvias (julio), adultos, huevos, larvas, prepupas y pupas. Algunos adultos se han encontrado caminando sobre el suelo (julio y noviembre). Es una especie común, muy abundante (>180 ejemplares) y la de mayor dispersión en el estado, en donde alcanza su límite

de distribución septentrional por la planicie costera del Golfo de México en el matorral xerófilo, está registrada de Altamira, Antiguo Morelos, El Mante, Gómez Farias, Jaumave, Méndez, San Fernando, Soto la Marina y Victoria. Se distribuye en América Central, desde Guatemala hasta Panamá, y en México es el pasárido de más vasta distribución, está registrada de Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Passalus Fabricius

Género dividido en tres subgéneros que agrupan en conjunto 145 especies descritas, repartidas desde México hasta Argentina e incluso las Antillas. En México están representadas ocho especies de los subgéneros *Pertinax* y *Passalus s. str.* En Tamaulipas, se localizan cuatro especies: dos en el subgénero *Pertinax* y dos en *Passalus s. str.*; en adición, mencionamos una especie nueva aún no descrita, que colocamos provisionalmente en *Pertinax*.

Passalus (Pertinax) cognatus (Truqui 1857)

Longitud total: 21-26 mm. Clípeo oculto, debajo de la frente. Borde anterior del labro cóncavo. Muesca central del borde cefálico anterior bien marcada. Tubérculos externos salientes. Quilla central de la estructura media frontal con ápice no libre. Ojos reducidos. Mandíbulas con tres dientes apicales.

Los tres artejos de la maza de la antena cortos. Ángulos anteriores del pronoto salientes. Borde anterior del pronoto recto en su parte central. Humeri, epipleuras y última interestría elitral glabros. Protibia angosta. Mesotibia armada con tres a cuatro notables espinas sobre su borde externo y metatibia con una o dos espinas sobre su borde externo. Las dos espinas terminales de mesotibia y metatibia de igual largo. Habita en el bosque tropical subcaducifolio, situado a los 340 m snm. Pasárido de hábitos subcortícolas y albuduramicolas, frecuente desde la primera etapa y las intermedias de descomposición de los troncos. Especie muy rara, muy poco abundante (1 ejemplar) y de distribución restringida en el estado, en donde alcanza su límite de distribución septentrional en el noreste de México, sólo registrada de Gómez Farías. Es una especie endémica de México, muy común y de amplia distribución en Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Passalus (Pertinax) punctatostratus (Percheron 1835).

Longitud total: 22-29 mm. Clípeo oculto, debajo de la frente. Borde anterior del labro cóncavo. Muesca central del borde cefálico bien marcada. Tubérculos externos salientes. Quilla central de la estructura media frontal con ápice no libre. Ojos medianos, subglobulares. Mandíbulas con tres dientes apicales. Los tres artejos de la maza de la antena anchos. Ángulos anteriores del pronoto salientes. Borde anterior del pronoto recto en su parte central. Élitros presentan humeri y última interestría glabros, epipleura con escasas sedas en su base. Protibia angosta. Mesotibias y metatibias armadas con una o dos espinas sobre su borde externo. Las dos espinas terminales de mesotibia y metatibia de igual largo. Habita en el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo de montaña, situados entre 180 a 1,260 m de altitud. Pasárido de hábitos albuduramicolas y subcortícolas, frecuente en la primera etapa e intermedias de descomposición de los troncos, se ha encontrado en troncos de chaca (*Bursera simaruba*), ceiba (*Pseudobombax ellipticum*), encinos (*Quercus* spp.) y malva (*Robinsonella*

discolor), en donde las parejas de adultos viven junto con sus huevos, larvas y pupas (noviembre, enero, febrero). Es una especie común en el bosque tropical subcaducifolio y rara en el mesófilo de montaña, abundante (45 ejemplares) y de distribución restringida en el estado, donde alcanza su límite de distribución septentrional por el noreste de México, está registrada de Gómez Farías, Llera y Ocampo. De amplia distribución en América Central y norte de América del Sur, en el país se encuentra en Chiapas, Chihuahua, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco y Veracruz.

Passalus (Pertinax) sp. nov.

Especie endémica del municipio de Ocampo, Tamaulipas, propia del bosque mesófilo de montaña situado de 1,050 a 1,100 m snm y colectada bajo la corteza de grandes troncos de encino-*Quercus* sp., donde los adultos viven junto con sus pupas (enero). Es una especie rara y poco abundante (15 ejemplares).

Passalus (Passalus) interstitialis (Eschscholtz 1819)

Longitud total: 24-32 mm. Clípeo oculto, debajo de la frente. Borde anterior del labro cóncavo. Muesca central del borde cefálico anterior limitada a cada lado por un notable tubérculo secundario. Tubérculos externos salientes. Quilla central de la estructura media frontal con ápice no libre. Ojos grandes, globulares. Mandíbulas con tres dientes apicales. Los tres artejos terminales de la maza de la antena muy anchos y un incipiente cuarto artejo proximal. Ángulos anteriores del pronoto poco salientes. Borde anterior del pronoto recto en su parte central. Humeri, epipleuras y última interestría elitral pubescentes. Protibia angosta. Mesotibia armadas con una o dos espinas sobre su borde externo y metatibia desarmada. Las dos espinas terminales de mesotibia y metatibia de igual largo. Habita en el bosque tropical subcaducifolio situado de 150 a los 400 m de altitud. Pasárido de hábitos subcortícolas estrictos, frecuente en la primera etapa de descomposición de los troncos, se han encontrado sólo adultos en troncos de chaca-*Bursera simaruba* y durante la época seca (marzo), en los detritos de un hormiguero de *Atta mexicana* y atraído a la luz. Es una especie muy rara, poco abundante (6 ejemplares) y de distribución restringida en el estado, en donde alcanza su límite de distribución septentrional en el noreste de México, está registrada de Aldama y Gómez Farías.

Muy común y de amplia distribución en América Central, América del Sur y Cuba, en el país se dispersa por Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Veracruz y Yucatán.

Passalus (Passalus) punctiger (Lepelletier et Serville 1825).

Longitud total: 29-42 mm. Clípeo oculto, debajo de la frente. Borde anterior del labro cóncavo. Muesca central del borde cefálico anterior limitada a cada lado por un notable tubérculo secundario. Tubérculos externos no salientes. Quilla central de la estructura media frontal con ápice libre. Ojos grandes, globulares. Mandíbulas con tres dientes apicales. Los tres artejos de la maza de la antena muy anchos. Ángulos anteriores del pronoto salientes. Borde anterior del pronoto recto en su parte central. Humeri, epipleuras y última interestria elitral pubescentes. Profémur angosto. Mesotibia y metatibia armadas, con una o dos espinitas sobre su borde externo. Las dos espinas terminales de mesotibia y metatibia de igual largo. Habita

en los bosques tropical subcaducifolio y mixto de pino-encino, situados entre el nivel del mar y los 900 m snm de altitud. Pasárido de hábitos subcortícolas y albiduramicolas, a veces se localiza en la interfase tronco/suelo, es frecuente desde la primera a la última etapa de descomposición de los troncos. Se han encontrado adultos en parejas o grupos familiares, con sus larvas y pupas (julio, noviembre) y adultos tenerales (julio, marzo), en troncos de chaca-*Bursera simaruba*. Es una especie común, abundante (69 ejemplares) y de amplia distribución en el estado, donde alcanza su límite de distribución septentrional por el noreste de México, registrada en los municipios de: Aldama, Altamira, Gómez Farías y Victoria. Es la especie de más amplia distribución en el Neotrópico, se encuentra en América Central, América del Sur y las Antillas, en México está registrada de Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Tribu Proculini

Tribu exclusiva de América, agrupa 175 especies descritas en 19 géneros; en México, existen 72 especies agrupadas en 18 géneros (Reyes-Castillo 2002). Los géneros representados en Tamaulipas son: *Spurius*, *Heliscus* y *Odontotaenius*.

Spurius Kaup

Género diversificado en la Zona de Transición Mexicana que alcanza su límite de distribución septentrional en Tamaulipas, México y el meridional en Panamá. En México se distribuye por las partes más húmedas de la planicie costera del Golfo, el Macizo Central y la Sierra Madre de Chiapas, las montañas de Oaxaca, la Sierra Madre Oriental y el Sistema Volcánico Transversal. Agrupa cuatro especies, sólo una está presente en Tamaulipas.

Spurius bicornis (Truqui 1857)

Longitud total: 16-20 mm. Clípeo visible dorsalmente y con sutura frontoclipeal. Clípeo rectangular, con borde anterior delgado y recto. Quillas frontales ausentes. Estructura media frontal formada por dos dientes laterales bien desarrollados y unidos por una quilla transversal. Quillas supraorbitales no bifurcadas en su parte media posterior. Ojos grandes y globulares. Pronoto protuberante en su parte lateral anterior. Disco metasternal no delimitado por grupo de puntos en su parte posterolateral. Mesotibia y metatibia desarmadas sobre su borde externo. Habita en el bosque mesófilo de montaña, situado entre 800 a 1400 m snm. Proculino de hábitos albiduramicolas y en ocasiones subcortícolas. Se han encontrado adultos en parejas o grupos, con sus huevos, larvas, prepupas, pupas y adultos tenerales (mayo, octubre, noviembre), en largas galerías superficiales dentro de troncos de maderas blandas o muy duras, de color rojizo, principalmente de alamillo-*Liquidambar styraciflua* y de distintos encinos-*Quercus* spp. Es una especie común, muy abundante (130 ejemplares) y de distribución restringida en el estado, registrada sólo de Gómez Farías, donde alcanza su límite de dispersión septentrional. Es la especie del género de mayor repartición, encontrándose en Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En México, además de Tamaulipas, está registrada de Chiapas, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz.

Heliscus Zang

Género diversificado en la Zona de Transición Mexicana y el sur de la América Central (Costa Rica-Panamá). Agrupa nueve especies, cinco presentes en México, en la Península de Yucatán, las Sierras Madre Oriental, de Juárez, de Los Tuxtlas y del Norte de Chiapas, una extiende su distribución a Tamaulipas.

Heliscus tropicus (Percheron 1835)

Longitud total: 20-31 mm. Clípeo visible dorsalmente y con sutura frontoclipeal. Borde anterior del clipeo engrosado y saliente en su parte media. Quillas frontales presentes. Estructura media frontal formada por una abultada quilla central con ápice libre y a cada lado, una quilla transversal saliente y angulosa. Quillas supraorbitales no bifurcadas en su parte media posterior. Ojos medianos y globulares. Pronoto no protuberante en su parte lateral anterior. Disco metasternal delimitado por grupo de puntos en su parte posterolateral. Mesotibia y metatibia armadas, con una espinita sobre su borde externo. Habita en los bosques mesófilo de montaña (Fig.1), mixtos de pino-encino, húmedos de encino y de pino, situados desde 850 a 1,900 m snm de altitud. Proculino de hábitos albiduramicolas, a veces se localiza en la interfase tronco/suelo, los adultos y sus estados de desarrollo (enero, mayo, julio, octubre, noviembre) se han encontrado dentro o debajo de troncos y tocones podridos de árboles, como: pomarrosa-*Cletra* sp., alamillo-*Liquidambar styraciflua*, magnolia-*Magnolia tamaulipana*, pino nylon-*Pinus patula*, pino-*Pinus* sp., peñecillo-*Podocarpus reichei*, encino blanco-*Quercus sartorii* y encinos-*Quercus* spp. Ocasionalmente los adultos son atraídos a la luz (mayo) y a veces son encontrados adultos solitarios caminando en el suelo o sobre los troncos podridos (julio). Es una especie común, muy abundante (> 350 ejemplares)

y de distribución restringida en el estado, registrada de Gómez Farías y Ocampo. Endémica de México, además se distribuye por Chiapas, Coahuila, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz.

Odontotaenius Kuwert

Género que extiende su distribución por los Estados Unidos de América y el extremo sureste de Canadá y, hacia el sur por México, América Central y el norte de América del Sur (Colombia y Ecuador). Agrupa nueve especies. En México, se distribuyen seis, de las que sólo una se encuentra en Tamaulipas.

Odontotaenius striatopunctatus (Percheron 1835)

Longitud total: 24-32 mm. Clípeo visible dorsalmente y con sutura frontoclipeal. Borde anterior del clipeo engrosado y denticulado en la parte media. Quillas frontales presentes. Estructura media frontal formada por un prominente diente central, curvado, con ápice libre y sin quilla transversal a cada lado. Quillas supraorbitales bifurcadas en su parte media posterior. Ojos medianos y globulares. Pronoto no protuberante en su parte lateral anterior. Disco metasternal delimitado por grupo de puntos en su parte posterolateral. Mesotibia y metatibia armadas, con una espinita sobre su borde externo. Habita en los bosques tropical subcaducifolio, mesófilo de montaña y mixtos de pino-encino, situados entre



Figura 1. Adulto y larva de tercer estadio de *Heliscus tropicus* (Percheron 1835), en galería de un tronco podrido del bosque mesófilo de montaña. Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas.

100 a 2,100 m snm de altitud. Es un proculino de hábitos albuduramicolas y subcortícolas, se han encontrado adultos en parejas o grupos, con sus huevos, larvas, prepupas, pupas y adultos tenerales (marzo, julio), en largas galerías dentro de troncos de maderas blandas o duras, de color blanco-amarillento o rojizo, de árboles como chaca-*Bursera simaruba*, mala mujer-*Cnidoscopus anolti*, guázima-*Guazuma ulmifolia*, nogal-*Junglans* sp., tepeguaje-*Leucaena pulverulenta*, alamillo-*Liquidambar styraciflua*, moral-*Morus nigra*, pino-*Pinus* spp., encino-*Quercus* spp. y *Platanus occidentalis*. Los adultos son atraídos a la luz ultravioleta (julio). Es una especie común y abundante (80 ejemplares), y el proculino de más amplia distribución en el estado, registrada de El Mante, Gómez Farías, Llera, Ocampo, San Carlos, Victoria y Villa de Casas. Se distribuye por Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia. Además de Tamaulipas, en México está registrada de Campeche, Chiapas, Coahuila, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Literatura citada

- Castillo, C., L.E. Rivera-Cervantes y P. Reyes-Castillo.** 1988. Estudio sobre los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 30: 1-20.
- Castillo, M.L.** 1987. Descripción de la comunidad de Coleoptera Passalidae en el bosque tropical perennifolio de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 89pp. (No publicada).
- Castillo, M.L. y P. Reyes-Castillo.** 1982. *Panchlora*, blátido asociado con pasálidos neotropicales. *Folia Entomol. Mex.* 54: 56-57.
- Castillo, M.L. y P. Reyes-Castillo.** 1997. Passalidae. Pp. 293-298. En: **González Soriano, E., R. Dirzo y R. Voght** (Eds.) *Historia Natural de Los Tuxtlas, Veracruz, México*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Castillo, M.L. y L.E. Rivera-Cervantes.** 1992. *Passalus (Pertinax) punctatostratus* Percheron (Coleoptera: Passalidae) in the Sierra de Manantlán, Jalisco, Mexico. *Pan-Pacific Entomol.* 68(4): 281-281.
- Costa, C., S.A. Vanin y S.A. Casari-Chen.** 1988. *Larvas de Coleoptera do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 282 pp. 165 lams.
- Halffter, G.** 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomol. Mex.* 6: 1-108.
- Halffter, G.** 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomol. Mex.* 35: 1-64.
- Halffter, G.** 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 95-114.
- Hendrichs, J. y P. Reyes.** 1963. Asociación entre coleopteros de la familia Passalidae y hormigas. *Ciencia Mex.* 22(4): 101-104.
- Hincks, W.D. y J.R. Dibb.** 1935. *Coleopterorum Catalogus. Pars 142: Passalidae*. W. Junk, s'Gravenhage. 118 pp.
- Hincks, W.D. y J.R. Dibb.** 1958. *Coleopterorum Catalogus. Supplementa. Pars 142: Passalidae*. Uitgeverij Dr. W. Junks-Gravenhage. 32 pp.
- Luna-Zendejas, H., E. Pérez-Silva y P. Reyes-Castillo.** 1988. Los Laboulbeniales de México y estudio sobre tres nuevos registros de *Rickia* parásitas de escarabajos (Passalidae). *Rev. Mex. Micol.* 4: 303-316.
- Reyes-Castillo, P.** 1970. Coleoptera, Passalidae: morfología y división en grandes grupos; géneros americanos. *Folia Entomol. Mex.* 20-22: 1-217.
- Reyes-Castillo, P.** 1977. Systematic interpretation of the Oligocene fossil, *Passalus indormitus* (Coleoptera: Passalidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 70(5): 652-654.
- Reyes-Castillo, P.** 1985. Análisis zoogeográfico de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) en México. Memoria de los Simposios Nacionales de Entomología Forestal II y III, SARH, Publicación Especial 46: 292-303.
- Reyes-Castillo, P.** 1988. Coleoptera Passalidae de la Estación de Biología Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomol. Mex.* 77: 517-518.
- Reyes-Castillo, P.** 2002. Passalidae. Pp. 467-483. En: **J. Liorente Bousquets y J.J. Morrone** (Eds.): *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. III. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Reyes-Castillo, P. y C. Castillo.** 1993. Coleópteros pasálidos. Pp 289-305. En: **I. Luna Vega y J. Liorente Bousquets** (Eds.): *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Reyes-Castillo, P. y G. Halffter.** 1978. Análisis de la distribución geográfica de la tribu Proculini (Coleoptera: Passalidae). *Folia Entomol. Mex.* 39-40: 222-226.
- Schuster, J.C.** 1978. Biogeographical and ecological limits of New World Passalidae (Coleoptera). *Coleopt. Bull.* 32(1): 21-28.
- Schuster, J.C. y P. Reyes-Castillo.** 1981. New World genera of Passalidae (Coleoptera): a revision of larvae. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 25: 79-116.
- Serrano, J., J. Galián y P. Reyes-Castillo.** 1998. Karyotypic evolution and phylogeny of Mexican Passalidae (Coleoptera: Polyphaga: Scarabaeoidea). *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 36 (4): 159-167.
- Valenzuela-González, J.** 1986. Life cycle of the subsocial beetle *Heliscus tropicus* (Coleoptera: Passalidae) in a tropical locality in Southern Mexico. *Folia Entomol. Mex.* 68: 41-51.

36. Historia natural del pasálido *Heliscus tropicus* (Percheron) en el bosque mesófilo de montaña

María Luisa Castillo y Pedro Reyes-Castillo

Instituto de Ecología, A.C. Apartado Postal N° 63,
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351. 91070,
Xalapa 91000, Veracruz, MEXICO

Abstract

Natural history information on the most frequent passalid beetle, *Heliscus tropicus* (Percheron), from the Biosphere Reserve "El Cielo" is described, including its unique saproxylophage habit. Its development, inside rotten logs, accelerates the decomposition of wood. Life cycle, spatio-temporal relations and family structure of the passalid beetle were registered. We describe how, inside their galleries, they can coexist with other organisms such as the blatid *Panchlora* and mites. Life cycle development occurs in three months, the adults can live many years in the laboratory. The family structure is presented marking the subsocial life characteristics of the species. The relevance of its reproduction throughout the year is discussed.

Introducción

El coleóptero Passalidae más representativo del bosque mesófilo de montaña, en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) es *Heliscus tropicus* (Percheron). Sobre este Proculini estudiamos algunos aspectos de su biología y las características más importantes de su desarrollo en el campo y, por medio de cuidadosas observaciones, en el laboratorio. Al igual que la mayoría de los pasálidos, esta especie completa su ciclo de vida en el interior del tronco de árboles muertos en estado intermedio de descomposición. Su papel ecológico como saproxilófago, interviene en la desintegración directa de la madera podrida que acelera su descomposición y promueve la reincorporación de nutrientes al suelo, retenidos durante largo tiempo en el tronco de los árboles.

Observaciones de campo

En la RBC hemos realizado observaciones sobre la biología de *H. tropicus* durante varios años de colecta (1981 a 1994). Muestras significativas del material obtenido están depositadas en la colección de insectos del Instituto de Ecología (IEXA), sede Xalapa. *Heliscus tropicus* lo encontramos en troncos de una gran variedad de especies arbóreas (véase **Capítulo 35**, sobre Coleoptera, Passalidae), si bien es en el liquidámbar donde

con frecuencia localizamos individuos adultos solitarios y grupos familiares: adultos con sus estados inmaduros. La distribución del *Liquidambar* y de *H. tropicus* coincide en el bosque mesófilo de montaña, donde este pasálido interviene en la eficiente desintegración de la madera de árboles muertos y alcanza a desintegrar un 15.2 por ciento más del tronco, en comparación con otras especies de pasálidos (Castillo y Morón 1992). Esta especie es común en los troncos de árboles en estado intermedio de descomposición, que con frecuencia están cubiertos por musgos. En los troncos, además del pasálido, son frecuentes otros artrópodos como opiliónidos, diplópodos, hemípteros, erotílidos, carábidos, tenebriónidos, elatéridos, termes y hormigas de los géneros *Odontomachus* y *Camponotus*, y en ocasiones, se han encontrado víboras y lagartijas bajo los troncos.

En los bosques de El Cielo sólo encontramos en tres ocasiones a *H. tropicus* compartiendo un mismo tronco con *Spurius bicornis* (Truqui), pasálido de menor talla, cada uno ocupando su propio sistema de galerías. En el interior de las galerías de *H. tropicus* son inquilinos comunes las ninfas y a veces los adultos del blátido *Panchlora* (Castillo y Reyes-Castillo 1982), los carábidos, los pseudoescorpiones (Reyes-Castillo y Hendrichs 1975) y los ácaros, que en ocasiones encontramos sobre larva y adulto del pasálido en probable asociación forética (Hunter y Rosario 1988).

Tamaño de troncos y galerías

Las condiciones microambientales que *H. tropicus* prefiere en los troncos, son las partes más húmedas y protegidas de la radiación solar, donde la descomposición y la actividad de hongos y bacterias se ha desarrollado. El tamaño de los troncos fluctúa entre 10 - 0.60 m de largo y de 7 a > 60 cm de diámetro. Prefiere habitar en la parte correspondiente a la albura y el duramen del tronco, sin embargo, cuando las condiciones microambientales y de pudrición del interior no son adecuadas, puede ubicarse en la interfase tronco/

suelo o bajo la corteza, situación que no es de carácter permanente.

Con base al total de ejemplares de *H. tropicus* encontrados en 19 troncos en descomposición, confrontamos el volumen del tronco contra el número de pasálidos, obteniéndose una correlación significativa y positiva ($F_{(1,17)} = 51,59337$; $P < 0,001$, $r = 0,87$, $n = 19$). Esta correlación indica que el número de individuos que soporta un tronco en descomposición está directamente relacionado con su volumen. En una ocasión observamos un tronco de 7 cm diámetro x 0.70 m de largo, en el cual sólo tenía tres pupas de *H. tropicus*, suponemos que la capacidad de carga del tronco fue insuficiente para soportar el desarrollo de una colonia completa y los padres abandonaron en el pequeño tronco a su cría, lo cual sugiere el aprovechamiento máximo del tronco en descomposición por parte de los adultos. Con respecto a las galerías, *H. tropicus* las inicia en la parte lateral inferior del tronco o en ocasiones, por la parte inferior en contacto con el suelo. Las galerías son perforadas a lo largo del eje longitudinal del tronco en la zona de pudrición. En algunas especies arbóreas, las galerías no llegan a ser perforadas en la médula, zona que conserva su dureza durante tiempo muy prolongado (Fig. 1). En la parte superior de los troncos en descomposición son escasas las galerías de *H. tropicus*, su presencia parece estar limitada por condiciones ambientales, ya que esta parte está expuesta a fuerte insolación, lo que disminuye la humedad y dificulta su perforación por los pasálidos adultos. En galerías muy superficiales, hemos encontrado individuos muertos, que probablemente no resistieron la insolación. En cambio, las galerías habitadas por *H. tropicus* se distribuyen por las partes media, media inferior y laterales del tronco, donde encuentran las condiciones de humedad y protección apropiada a la exposición solar. En general, las galerías de los pasálidos se extienden y ramifican a lo largo del eje longitudinal del tronco, sus dimensiones varían de acuerdo al largo del tronco y presentan ramas perpendiculares de menor longitud (Reyes-Castillo y Halffter 1984). Registramos galerías de *H. tropicus* que midieron de 18 a 85 centímetros de longitud, pero pueden llegar a extenderse más. En corte transversal, la galería es de forma oval, característica que permite identificarla con suficiente seguridad; hemos detectado galerías abandonadas por los pasálidos ocupadas por colonias de hormigas o por hongos con micelios de color blanco.

Las galerías tienen uno o varios orificios de entrada, de preferencia situados a nivel del suelo o a los lados del tronco y que siempre son taponadas por los pasálidos adultos con pequeñas partículas de aserrín (Fig. 1).

Con respecto al tronco y las galerías, Gray (1946) describió en su estudio sobre el pasálido norteamericano *Odontotaenius disjunctus* (Illinger), que "las galerías en general siguen el grano de la madera" y no es raro encontrarlas cercanas a los 10 pies de longitud (cerca de 3 metros), los adultos las excavan durante el verano, agrandándolas para proveer a sus crías del espacio y alimento necesarios. El alimento, conformado por partículas de madera masticadas y mezcladas con excremento, es una mezcla que los adultos adhieren a las paredes de las galerías y que funciona como un "rumen externo". Las galerías de *O. disjunctus* no son uniformes en anchura, presentan áreas más amplias o cámaras que disponen de un mayor espacio para el almacenamiento de alimento y la oviposición, ya que los adultos acumulan los huevos en un nido. Observaciones similares fueron realizadas por Valenzuela (1986) para *H. tropicus* en la región de El Suspiro, Chiapas, y que nosotros comprobamos en la Reserva El Cielo. Estos espacios, que miden entre 5 a 6 cm de ancho por 10 a 20 cm de largo y con un espesor que va de 1.5 a 2 cm, los comparten los individuos del grupo familiar: adultos, larvas, pupas e imagos tenerales; así como también ninfas del blátido *Panchlora* y ácaros, frecuentes inquilinos de las galerías de *H. tropicus* (Fig. 2).

Relación espacio-tiempo dentro del tronco

En los pasálidos en general y *H. tropicus* en particular, la relación espacio tiempo está en estrecha dependencia con la ampliación de las galerías donde habitan y el natural crecimiento de las crías, que necesitan de espacio suficiente y de alimento para completar su desarrollo en un tiempo relativamente corto. Los adultos exhiben actividad continua, extienden las galerías por su parte extrema y las ensanchan en las zonas intermedias, utilizadas para procesar las finas partículas de madera que trituran y mezclan con su excremento para adosarlo, posteriormente, a las paredes de la galería, que son su alimento y el de las larvas y los adultos tenerales.

Durante el periodo de desarrollo de la progenie de *H. tropicus* se lleva a cabo, de manera simultánea, la expansión de las galerías por los padres, lo que aumenta el espacio de actividad y

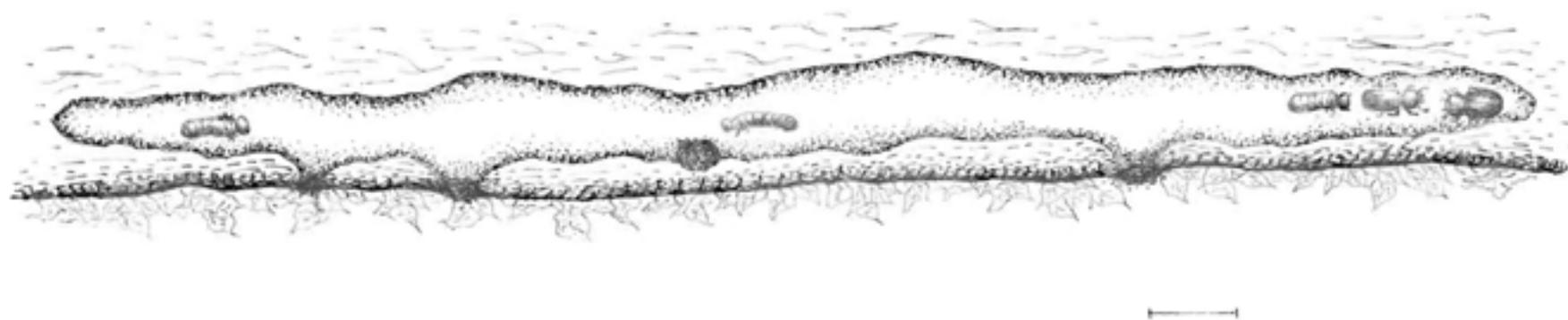


Figura 1. Representación esquemática de una galería de *Heliscus tropicus* (Percheron) construída en la parte inferior de un tronco podrido. La galería presentó cuatro aberturas hacia el exterior taponeadas con detritus y pequeñas astillas de madera. Escala equivalente a 5 cm.

la cantidad de alimento, así como proporciona las partículas de madera necesarias para el nido de los huevos y del cocón pupal. De acuerdo con nuestras observaciones, los huevos son agrupados por los adultos en una zona determinada o nido, conducta similar a la observada en otras especies de pasálidos.

Conforme las galerías son agrandadas, la cámara del nido queda en la parte inicial de la galería. Al avivar las larvas y durante su periodo de crecimiento, buscan alimento a lo largo de las galerías y se apiñan junto a los adultos, donde tienen disponibilidad de nuevo espacio y acceso al alimento. Esta situación característica de oferta y consumo de alimento favorece un cierto gregarismo en las larvas, observación que se ha hecho muy común en otras especies de pasálidos (Reyes-Castillo y Halffter 1984).

La pupa está protegida por el cocón pupal, construido con el detritus acumulado por los padres alrededor de la larva, que ha sido moldeado por el adulto por fuera y la larva por dentro, como lo observó Miller (1932) en *O. disjunctus*. Los cocones pupales de *H. tropicus* miden 36 milímetros de largo con un grosor de 18 milímetros. Los adultos, juntos o por separado, trituran madera activamente y amplían las galerías, en donde encontramos larvas de distintos estadios, pupas y adultos teneales compartiendo sitios muy cercanos (Fig. 2).

Ciclo de vida

En el laboratorio hemos mantenido parejas en cautiverio de *H. tropicus*, recolectadas en la RBC, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (22.5°C y 80% HR) lo que nos permitió observar varios periodos reproductivos a lo largo de 60 meses y obtener varias generaciones de adultos (Castillo y Reyes-Castillo en preparación).

La duración del ciclo de vida de *H. tropicus* es aproximadamente de tres meses, desde el avivamiento de la larva de primer estadio hasta la emergencia del adulto teneral de color rojizo, que permanece en las galerías hasta su completa maduración. En general nuestros resultados aportan información similar a la determinada en otras especies de pasálidos tropicales, como en el caso de *Passalus affinis* y *P. punctiger* cuyo ciclo de vida tiene una duración de dos y medio a tres meses, Schuster (1975), y *H. tropicus* de El Suspiro lo cumple de tres a cuatro meses (Valenzuela 1986).

Estructura del grupo familiar

El carácter familiar y subsocial que las diferentes especies de la familia Passalidae presentan queda de manifiesto en *H. tropicus* al observar los diferentes tipos de agrupaciones que encontramos y observamos en el campo. Estos grupos familiares fueron examinados y colectados en forma directa en troncos podridos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo y aunque consideramos confiables nuestros datos sobre la composición del grupo familiar, debe tenerse en cuenta la posibilidad de haber recabado datos incompletos, debido a que el tipo de colecta directa en troncos podridos es un método destructivo. De 86 casos en los que obtuvimos nidos de estos organismos encontramos las diferentes agrupaciones que nosotros categorizamos de la siguiente manera:

- a) individuos adultos solitarios, muchos de ellos iniciando galerías;
- b) parejas de individuos adultos, iniciando la formación de una nueva familia;
- c) grupos familiares constituidos por uno o varios adultos padres y la cría en diferente número, constituida por huevos, larvas de los tres diferentes estadios, prepupas, pupas y adultos teneales;
- d) grupos familiares constituidos únicamente por adultos, en algunos casos en proceso de dispersión del grupo familiar, y e) grupos de organismos inmaduros sin la presencia de los padres, es decir huérfanos.

En el Cuadro 1 presentamos los resultados de la información obtenida, lo más relevante es el mayor número de casos (50 casos, 58.1%) que corresponde a los grupos familiares como tales, en donde queda de manifiesto el carácter subsocial de esta especie. El siguiente, en orden de importancia, es la presencia de parejas de adultos iniciando un nuevo grupo familiar en 13 ocasiones (15.1%) y adultos solitarios en el proceso de iniciación de un nuevo sistema de galerías en 11 casos (12.8%). En tres ocasiones pudimos determinar el sexo de los adultos solitarios, encontrando una hembra y dos machos, que confirman las observaciones efectuadas en otras especies de pasálidos, en las que los individuos de uno u otro sexo, indistintamente, excavan la primera galería. Otro tipo de agrupación fue la constituida sólo por adultos, que encontramos en ocho casos (9.3%), los adultos padres e hijos en su etapa juvenil comparten la misma galería antes de la dispersión del grupo familiar.

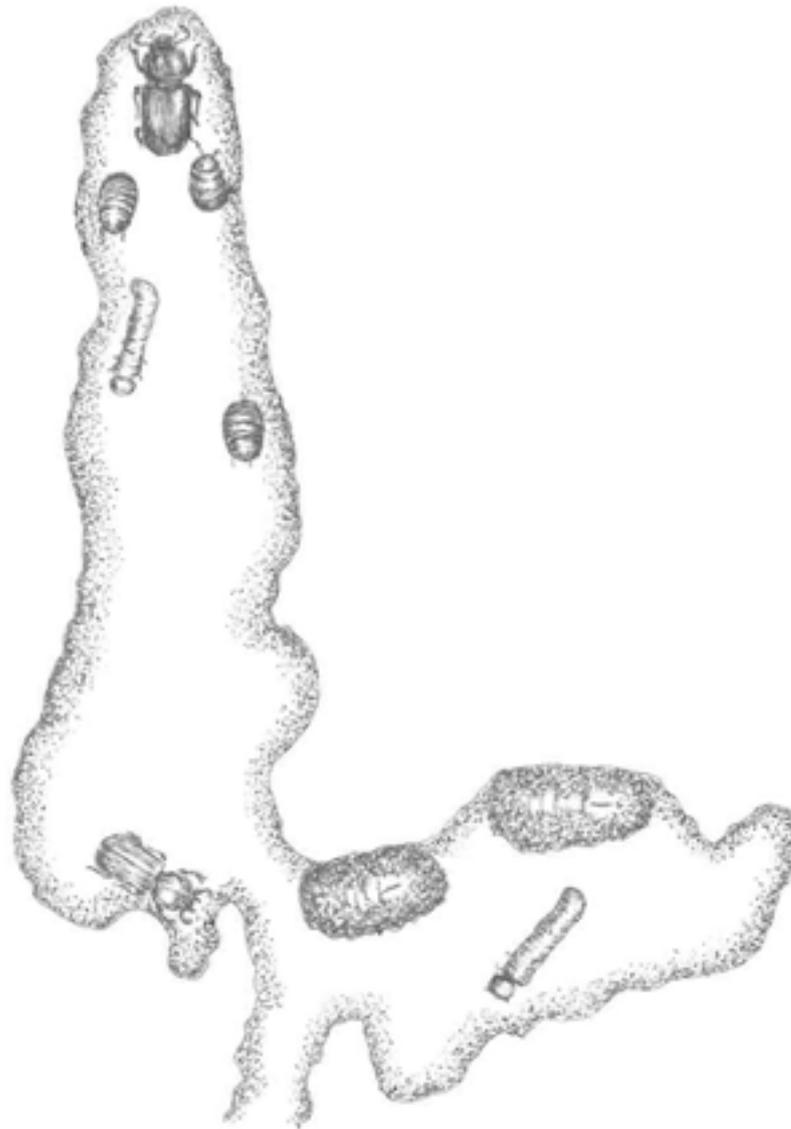


Figura 2. Representación esquemática de una galería de *Heliscus tropicus* (Percheron), en la cual se observaron dos larvas de tercer estadio, dos pupas en el interior del cocón, tres ninfas de la cucaracha *Panchlora* y los padres adultos agrandando la galería y preparando el alimento. Escala equivalente a 5 cm.

Cuadro 1. Observaciones realizadas sobre la estructura del grupo familiar en *Heliscus tropicus* (Percheron).

Estructuras del grupo familiar	Número de casos	Porcentaje (%)
Adultos solitarios (iniciando galería)	11	12.8
Pareja de adultos	13	15.12
Grupo familiar formado sólo por adultos	8	9.30
Grupo familiar con adultos y juveniles	50	58.13
Nidos con crías y sin adultos padres	4	4.65
Total	86	100

Algunos de estos grupos familiares con más de dos adultos, pensamos que representan familias en proceso de dispersión, formadas por padres e hijos adultos que continúan en el mismo sistema de galerías durante cierto tiempo (Schuster y Schuster 1997). Únicamente en cuatro ocasiones (4.7%) encontramos organismos juveniles sin la presencia de adultos en las galerías, no obstante la ausencia de padres, las crías se encontraban en las etapas finales de desarrollo, sea como larva de tercer estadio, prepupa y/o pupa. En este último caso, la pupa estaba cubierta por el cocón pupal que le brinda protección contra parásitos y depredadores. En una ocasión observamos un adulto teneral acompañado por larvas de tercer estadio, que vigilaba el desarrollo de sus hermanos. La mayoría de los grupos familiares conformados por adultos y su cría estaban formados por una pareja de adultos (29 casos 59.2%), aspecto que marca el carácter familiar biparental del grupo; en diez casos (20.4%) los grupos estaban conformados por un solo padre y la cría. Encontramos grupos familiares con la presencia de tres a seis adultos y su cría, sin embargo representaron un porcentaje más bajo, 4 - 6%, y puede corresponder a grupos familiares con sobreposición de crías de generaciones anteriores que continúan compartiendo las galerías. Con base a los datos recabados, calculamos el tamaño promedio de cría para *H. tropicus*, 5.94 ± 5.4 individuos ($0 \pm D. E.$, $n = 50$) es el número medio de crías por grupo familiar, con un rango que fluctúa entre 1 a 27 crías por familia.

Fenología

Comparamos la presencia de estados inmaduros de *H. tropicus*, colectados en el bosque mesófilo de montaña y obtenidos por reproducción continua en el laboratorio, de muestras de la Reserva El Cielo con las obtenidas en los alrededores de Xalapa y los publicados de la región de bosque tropical perennifolio alterado de El Suspiro, Chiapas (Valenzuela 1986), sitios donde esta especie se presenta (**Cuadro 2**).

Heliscus tropicus, probablemente, presenta reproducción durante todo el año en la RBC, aunque no confirmamos la presencia de estados inmaduros en agosto y diciembre, sin embargo, los datos de parejas mantenidas en el laboratorio durante uno a seis años ($0 = 30.9$ meses, $n = 22$), mostraron tres periodos evidentes de desarrollo de estados inmaduros: el primero durante febrero-marzo, un segundo entre mayo-junio-julio y el tercero en octubre-noviembre. En Xalapa, esta especie presentó reproducción durante todo el año, a excepción de septiembre, mes del que carecemos de colectas; las parejas mantenidas en el laboratorio, durante tres meses a casi cinco años ($0 = 24.8$ meses, $n = 26$), presentaron cría en dos periodos: de enero a mayo y de agosto a noviembre (**Cuadro 3**).

En El Suspiro, Valenzuela (1986) encontró estados juveniles de esta especie a lo largo del año, su aparición fue progresiva y la reproducción fue más intensa al inicio de la época de lluvias hasta su máximo en octubre, para interrumpirse en diciembre; además, consideró la prolongada época seca como el factor determinante de la periodicidad en el ciclo de vida de este pasárido, puesto que la reproducción se limitó a algunos meses del año, durante el periodo reproductivo las oviposturas fueron realizadas en forma alterna.

Cuadro 2. Presencia de estados inmaduros de *Heliscus tropicus* (Percheron) en los meses del año, obtenidos en colectas de campo y observaciones de laboratorio (I), en Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas (T); Xalapa, Veracruz (X); y El Suspiro, Chiapas (Ch), de acuerdo con los datos de Valenzuela (1986).

Localidad	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
El Cielo 1100 m Bosque Mesófilo laboratorio	T	T	T	T	T	T	T	-	T	T	T	-
Xalapa Bosque Mesófilo 1200-1580 m laboratorio	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
El Suspiro 1350 m Bosque Tropical perturbada	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch

Xalapa y la RBC, presentan características ambientales similares, con cierta estabilidad climática, temperatura estacional poco variable y largos periodos de alta humedad relativa, características del bosque mesófilo de montaña, que permiten una reproducción continua de *H. tropicus* a través del año, lo que contrasta con El Suspiro, en donde la prolongada estación seca con altas temperaturas, determina la periodicidad anual en el ciclo de vida de este pasárido. Esta diferencia de la fenología de *H. tropicus* entre las localidades de El Cielo y El Suspiro, está determinada, posiblemente, por las distintas condiciones climáticas y los diferentes tipos de vegetación en estas localidades, el bosque mesófilo de montaña en un clima templado húmedo y las comunidades secundarias de bosque tropical perennifolio en clima tropical con marcada estacionalidad pluvial, respectivamente.

Schuster (1975) menciona que los ciclos de vida de los pasáridos muestran periodicidad de acuerdo a la estacionalidad climática de cada región. En contraste con *H. tropicus*, las especies de clima templado que se distribuyen en América del Norte y Japón, su reproducción está limitada a una corta temporada, principalmente los meses del verano en *O. disjunctus* (Gray 1946) y en *Cilindrocaulus patalis* (Lewis), esta última difiere de otras especies por qué su cría está integrada por un sólo individuo (Ento et al. 2003).

Suponemos que *H. tropicus* puede mantenerse en reproducción a lo largo del año en regiones con mayor contenido de humedad y menor variación de temperatura, como en el bosque mesófilo de montaña, a diferencia de las regiones más cálidas que presentan una marcada época de sequía con menor precipitación y temperaturas altas, donde la reproducción es periódica, como en El Suspiro.

En Estados Unidos de América, *O. disjunctus* es estacional, se reproduce durante algunos meses al año (Pearse et al. 1936, Gray 1946, Schuster 1975), sólo en el verano. En Japón, *C. patalis* sólo se reproduce una vez al año (Ento et al. 2003). En bosques tropicales subdeciduos de la provincia de Guanacaste, Costa Rica, existen pasáridos con ciclo de vida estacional (Schuster 1975). Sin embargo, en zonas cálido-húmedas como en Petropolis, Brasil (Ohaus 1909) y Tingo María, Perú (Schuster 1975) se encontraron especies sin aparente estacionalidad.

Por su parte, Ohaus (1909) menciona periodicidad y aperiodicidad en especies de pasáridos de un mismo sitio y Schuster (1975) encontró variaciones relacionadas con el clima, expresando: "La carencia de periodicidad, o al menos periodicidad sincronizada de los ciclos de vida de los pasáridos, está asociada con el clima húmedo y cálido y, la poca fluctuación estacional en temperatura o precipitación, para las regiones de Costa Rica y Perú".

Literatura citada

- Castillo, M. L. y M. A. Morón, 1992.** Observaciones sobre la degradación de madera por algunas especies de pasálidos (Coleoptera, Lamellicornia). *Folia Entomológica Mexicana* 84: 35-44.
- Castillo, M. L. y P. Reyes-Castillo, 1982** Panchlora, blátido asociado a Passalidae neotropicales. *Folia Entomológica Mexicana* 54: 56-57.
- Ento, K., K. Araya y M. Kon, 2003.** The Life History and Colony composition of *Cylindrocaulus patalis* (Coleoptera: Passalidae). *Sociobiology* 42(3): 795-804.
- Gray, I.E. 1946.** Observations on the life history of the horned passalus. *The American Midland Naturalist* 35:728-746.
- Hunter, P. E. y R. M. T. Rosario, 1988.** Associations of Mesostigmata with other Arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 393-417.
- Miller, W. C. 1932.** The pupae-case building activities of *Passalus cornutus* Fab. (Lamellicornia). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 25: 709-712.
- Ohaus, F. 1909.** Bericht über eine entomologische Studienreise in Südamerika. *Stett. Ent. Zeit.*70: 1-139.
- Pearse, A.S., M.T. Patterson, J.S. Rankin y G.W. Wharton, 1936.** The ecology of *Passalus cornutus* Fabricius, a beetle which lives in rotting logs. *Ecological Monographs* 6(4): 455-490.
- Reyes-Castillo, P. y G. Halffter, 1984.** La estructura social de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia). *Folia Entomológica Mexicana* 61: 49-72.
- Reyes-Castillo, P. y J. Hendrichs, 1975.** Pseudoescorpiones asociados con pasálidos. *Acta Politécnica Mexicana.* 16 (72): 129-133.
- Schuster, J. C. 1975.** *Comparative behavior, acoustical signals, and ecology of New World Passalidae (Coleoptera)*. D. Phil. Thesis, University of Florida. 127 pp.
- Schuster, J. C. y L. Schuster, 1997.** The evolution of social behavior in Passalidae (Coleoptera). Pp. 260-269. In: **J. C. Choe & B. J. Crespi** (Eds.). *Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids*. Cambridge University Press, NY. 541 pp
- Valenzuela, J. 1986.** Life cycle of the subsocial beetle *Heliscus tropicus* (Coleoptera: Passalidae) in a tropical locality in Southern Mexico. *Folia Entomológica Mexicana.* 68: 42-51.

Cuadro 3. Composición del grupo familiar ($n = 47$), integrado por adulto (Ad) y su cría: huevo, larva (estadios: L-1, L-2, L-3), prepupa (Pp), pupa (P) y adulto teneral (At); número indeterminado de larvas (x).

Huevos	L-1	L-2	L-3	Pp	P	At	Ad	Total cría	Observaciones
			2		2		2	4	dibujo Figura 2
8				2	2		2	4	pupas encontradas sin cocón
1			1				2	9	larva con ácaros
			3	1	1		2	6	
		3*					2	3	
		4*					2	4	
		1*			1		2	2	
		3*					2	3	
					6		2	6	dibujo Figura 1 , galería general
		3*					2	3	
	4	4					2	8	
		6*	x				2	6	
		2	8	2			2	12	
			5				2	5	
			3				2	3	
		2	2				2	4	
			7				2	7	
		4*					2	4	
		x*				1	2		x-número indeterminado de larvas macho-hembra y nido de huevos
5			2				2	2	
		2*	2				2	4	
					1		2	1	
			1		2		1	3	
	1	1*				2	1	4	
					1		1	1	
1		1*					1	2	
		1*					1	1	
		3*					1	3	Tronco compartido con <i>Spurius</i>
		6*					1	6	
		1	4				1	5	
			3				1	3	
		1					1	1	
			2				1	2	
		4*					1	4	
			2	3			3	5	
		4					3	4	
		2*		2			4	4	prepupa construyendo cocón
		5	3				4	8	
			3				4	3	
		5*	5		1	5	5	16	
	1	2	2	4			5	9	
		13*					5	13	
				3	15		6	18	
					6			6	pupas solas en tronco
					3			3	pupas abandonadas
				1	6	1		8	prepupa, pupas y adulto teneral

37. Los escarabajos copro-necrófagos

Leonardo Delgado y Enrique Montes de Oca

Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
AP. 63 CP 91000, Xalapa, Veracruz, MÉXICO

Abstract

In Mexico the diversity of native dung-beetles consists of 23 genera and 202 species, of which 89 are endemic. The states of Chiapas, Veracruz and Oaxaca have the greatest diversity but the endemism is best represented in Guerrero, Oaxaca and Morelos. High diversity is found in tropical lowland areas, mainly rainforests where many species are restricted to the forest interior. In middle and high altitude areas with mesophilous, pine, and oak forests, species richness decreases but endemism tends to increase. This phenomenon is observed in the El Cielo Biosphere Reserve, where diversity is represented by seven tribes, 15 genera, 31 native, and two introduced species of dung-beetles. Higher species richness consisting of 25 native species belonging to 14 genera is found in lowlands associated with tropical forest and adjacent open areas. In mesophilous forest, species richness decreases to 13 species distributed in nine genera and only one genus and six species are exclusive to this type of vegetation. We establish five eco-geographic groups among the members of the dung-beetle fauna of the reserve, based on altitudinal, climatic and vegetational distribution. Dispersal biogeographic patterns proposed for mexican entomofauna are also assigned. Faunistic similarities using Simpson's Index suggest tropical semideciduous forests from El Cielo and Laguna Verde, Veracruz, as the same faunistic unit, whereas El Cielo mesophilous forest shows greater similarity with mesophilous forests from the northern Sierra of Hidalgo than those from central Veracruz. The importance for the conservation of El Cielo is stressed because this area represents the distribution limit of many dung-beetle species and because the topographic features of the area contribute to maintain a high degree of endemism at the regional level.

Introducción

Los escarabajos comúnmente conocidos como "escarabajos del estiércol" son un grupo de insectos coleópteros (Scarabaeidae) que fundamentalmente utilizan para su alimentación y reproducción el excremento de vertebrados, principalmente de mamíferos.

No obstante varias especies utilizan otros tipos de materia orgánica en proceso de descomposición tales como carroña, cuerpos fructíferos de hongos y frutos (Halffter y Matthews 1966, Halffter y Edmonds 1982). De aquí que este grupo de escarabajos pueda considerarse de hábitos copro-necrófagos.

Ellos actúan como facilitadores en los procesos de descomposición interviniendo en el reciclaje e incorporación de nutrientes al suelo, así como elementos de control de poblaciones de moscas y helmintos asociados a ese tipo de sistemas llamados heterotróficos. Este papel ecológico resulta más relevante en regiones cálidas húmedas tropicales y subtropicales, donde existe una mayor diversidad de especies (Putnam 1983, Doube 1987, Hanski y Cambefort 1991).

De acuerdo con Morón (1996), naturalistas europeos realizaron los primeros estudios de este taxón en México en el siglo XIX. En ese periodo el reconocimiento y descripción de varias especies culminaron en la publicación de la parte de Coleoptera Pectinicornia y Lamellicornia en la *Biología Centrali-Americana* (Bates 1887-1889). Ya en el transcurso del siglo XX, varios investigadores contribuyeron notablemente al conocimiento de la taxonomía, la diversidad, la distribución geográfica y ecológica, la biología y del comportamiento reproductor de este grupo de insectos (Morón 1996).

El conocimiento actual sobre taxonomía, ecología y comportamiento de los escarabajos del estiércol se encuentra sintetizado en tres importantes contribuciones que cubren aspectos tales como su historia natural (Halffter y Matthews 1966), su comportamiento alimenticio y de nidificación (Halffter y Edmonds 1982), así como de su ecología (Hanski y Cambefort 1991).

Clasificación y origen

Los escarabajos copro-necrófagos que pertenecen a la familia Scarabaeidae se consideran un grupo relativamente bien conocido, con una clasificación más o menos estable, aunque recientemente se han sugerido algunos rearrreglos dentro de sus grupos tribales y subtribales (Génier 1996).

En este trabajo se sigue el esquema taxonómico de Cambefort (1991), más simple y de propuesta de uso más reciente en Hanski y Cambefort (1991). Bajo este esquema Scarabaeidae corresponde a la subfamilia Scarabaeinae de la escuela de clasificación Norteamericana, de tal modo que las distintas subtribus son elevadas a tribus, y se establecen dos subfamilias: Scarabaeinae y Coprinae las cuales representan a los escarabajos con hábitos rodadores y cavadores, respectivamente (**Cuadro 1**). Los Scarabaeidae se consideran un grupo higrófilo y termófilo (Halffter 1991). En el ámbito global es más numeroso en hábitats abiertos que dentro de bosques (Cambefort 1991), pero en las zonas tropicales, principalmente en América, esta situación parece revertirse (Halffter y Matthews 1966, Halffter 1991).

Por otra parte, se considera un grupo eminentemente Gondwaniano, cuyo origen se sitúa en el Cretácico (Cambefort *op. cit.*). Ambos argumentos, el ecológico y el biogeográfico, explican en parte, que esta familia presente una mayor diversidad genérica y específica en el Viejo Mundo, con 72.2% de sus géneros y 74.4% de sus especies en esa región (**Cuadro 1**). Hay que señalar sin embargo, que en regiones tropicales de América existe un elevado número de especies no descritas, especialmente pertenecientes a la tribu Dichotomiini (Delgado 1997).

De acuerdo a la distribución actual de sus taxa, a sus relaciones filogenéticas y a los pocos fósiles existentes de esta familia, se considera que después de la separación de Gondwana (Cretácico tardío), en Sudamérica se encontraban ya presentes varios linajes de las tribus Dichotomiini y Canthonini, al mismo tiempo que surgían en su territorio los primeros representantes de las tribus Phanaeini, Eucraniini y Eurysternini (endémicas de América).

Es importante mencionar que de estas cinco tribus, al parecer sólo el género *Scybalophagus* Martínez es compartido entre América y el Viejo Mundo (*cf.* Scholtz y Howden 1987).

Por otra parte, las tribus Coprini, Oniticellini, Onthophagini y Sisyphini se consideran con afinidades holárticas, cuyos representantes invadieron el continente Americano desde el Viejo Mundo, pero desde el Norte, estando la mayor parte de sus géneros (*Copris* Muller, *Euoniticellus* Janssens, *Liatongus* Reitter, *Onthophagus* Latreille y *Sisyphus* Latreille) compartidos con el Viejo Mundo.

Sólo el oniticellino *Anoplodrepanus* Simonis es endémico de América (Halffter 1964, 1976, Cambefort 1991).

Cuadro 1. Riqueza genérica (Gén) y específica (Spp) de los grupos de Scarabaeidae de México, de América y del Viejo Mundo. Los números entre paréntesis indican los endemismos de México.

SUBFAMILIA	TRIBU	MÉXICO		AMERICA		VIEJO MUNDO	
		Gén	Spp	Gén	Spp	Gén	Spp
Scarabaeinae	Scarabaeini	0	0	0	0	11	145
	Canthonini	7	41 (12)	28	342	66	430
	Eucraniini	0	0	4	19	0	0
	Eurysternini	1	6 (1)	1	28	0	0
	Gymnopleurini	0	0	0	0	4	104
	Sisyphini	1	2 (1)	1	2	3	56
	Coprinae	Coprini	1	19 (10)	1	26	10
	Dichotomiini	8	30 (8)	20	566	10	156
	Oniticellini	1	2 (2)	3	6	13	159
	Onitini	0	0	0	0	18	195
	Phanaeini	3	28 (12)	12	138	0	0
	Onthophagini	1	74 (43)	1	135	34	2078
Total	12	23	202 (89)	71	1262	169	3671

Distribución geográfica y diversidad en México

Halffter (1964, 1976, 1978, 1987) ha propuesto cinco patrones de distribución de los Scarabaeidae (generalizado para la entomofauna mexicana) en lo que llamó la Zona de Transición Mexicana (desde el Sur de los Estados Unidos hasta las tierras bajas de Nicaragua).

Estos patrones difieren en la afinidad biogeográfica de los grupos ancestrales y el tiempo geológico en que penetraron a esta área de transición faunística. De esta manera, el primer patrón (Paleoamericano) conjunta a grupos con afinidad holártica y con una invasión antigua (antes del Mioceno), el segundo patrón (Neártico) incluye también a grupos holárticos pero con un tiempo de penetración reciente (Plio-Pleistoceno), el tercer patrón (del Altiplano) es seguido por grupos con afinidad neotropical y con un tiempo de penetración antigua (antes del Mioceno), el cuarto patrón (Neotropical) lo constituyen grupos con afinidad neotropical pero con una dispersión reciente (Plio-Pleistoceno) y el último patrón (Mesoamericano de Montaña) agrupa elementos independientemente de su afinidad biogeográfica, evolucionaron en los sistemas montañosos del Núcleo Centroamericano. De esta forma, la riqueza faunística de Scarabaeidae de México es resultado de la coexistencia y evolución de grupos con origen e historia biogeográfica distintos.

En América, casi las tres cuartas partes de las especies de Scarabaeidae se encuentran en Sudamérica, no obstante México es el país que presenta mayor número de tribus en el continente donde falta únicamente Eucraniini, tribu confinada a la región de la Patagonia (Gill 1991). En México se presenta una fauna nativa de Scarabaeidae bastante diversa con 23 géneros y 202 especies, 89 de las cuales son endémicas (**Cuadro 1**); esta riqueza específica es cercana a la suma de las especies de Estados Unidos de América y Panamá, y con el mismo número de géneros que en éste último país (Delgado 1997). En México, los estados con mayor riqueza genérica y específica de Scarabaeidae son: Chiapas (20 gen., 90 spp.), Veracruz (18 gen., 76 spp.) y Oaxaca (15 gen., 72 spp). Sin embargo, el mayor endemismo de especies mexicanas se ha detectado en estados de la vertiente del Pacífico y de la Cuenca del Balsas como Guerrero (31 spp.), Oaxaca (27 spp.) y Morelos (25 spp.), el cual es debido a los eventos de especiación y vicarianza biogeográfica de muchos de estos grupos en las zonas subhúmedas, tanto tropicales como montañosas.

Asimismo, el grado de endemismo de otras regiones cercanas al Ecuador, como Panamá con 21 especies endémicas, es generalmente inferior al de México. Lo cual se explica por la mayor homogeneidad de esas regiones, que presentan gran parte de su territorio situado por debajo de los 1,000 m de altitud, favoreciendo con ello, la existencia de corredores para muchos grupos neotropicales, además de la representación de los grupos holárticos decrece considerablemente hacia el sur (Delgado 1997).

El **Cuadro 2** muestra algunos de los estudios faunísticos de Scarabaeidae que se han realizado con relación a la compleja y variada geografía de México. La mayor riqueza genérica y específica de este grupo se presenta en las áreas tropicales de baja altitud, y de éstas, en las húmedas con selvas altas es donde se presentan muchos elementos restringidos al interior del bosque pero que frecuentemente extienden su distribución a Centro o Sudamérica. En localidades situadas en altitudes medias y elevadas con bosque mesófilo o encinares o pinares, la riqueza taxonómica decrece considerablemente, varios taxa de estas zonas muestran distribuciones menos extensas, tanto altitudinal como latitudinalmente, aumentando el grado de endemismo.

En resumen, la mayor diversidad de escarabajos copro-necrófagos de México se encuentra en la Vertiente del Golfo, por debajo de los 1,800 m snm, asociada a los bosques tropicales (Morón 1996). A pesar de existir estudios sobre algunas faunas locales y comunidades de escarabajos copro-necrófagos de México (Morón 1979, Kohlmann y Sánchez-Colón 1984, Morón *et al.* 1985, 1988, Delgado 1989, Palacios-Ríos *et al.* 1990, Morón y Deloya 1991, Thomas 1993, Montes de Oca y Halffter 1995, y otros en **Cuadro 2**), se ha señalado que el conocimiento de la distribución geográfica de los Scarabaeidae en los estados, provincias y regiones de México continúa siendo fragmentario (Delgado 1997). Aunque tales estudios no permiten determinar el grado de rareza y detectar a las especies mexicanas de Scarabaeidae que pudieran estar en alguna categoría de riesgo de extinción, algunos esfuerzos se han hecho para comparar las faunas encontradas en distinto periodos de colecta de una misma localidad que permitan analizar los cambios sufridos en la composición de las comunidades y sus posibles causas (p. ej. Lobo y Morón 1993, Montes de Oca 1993, Montes de Oca y Halffter 1995).

Cuadro 2. Riqueza genérica y específica de Scarabaeidae nativos de ocho localidades mexicanas.

Localidad	Altitud (m snm)	Vegetación	Géneros	Especies
Laguna Verde, Ver. ¹	150	BTS y pastizal	10	19
Los Tuxtlas, Ver. ²	150	BTS y pastizal	14	37
Chamela, Jal. ³	100	BTS	11	17
Boca de Chajul, Chis. ⁴	110	BTS	13	31
Xalapa - Banderilla, Ver. ⁵	1,360 - 1,530	BMM y pastizal	9	12
Tlanchinol - Molango, Hgo. ⁶	1,550 - 1,650	BMM	9	12
Zacuatlipán, Hgo. ⁷	2,100	BPE y pastizal	4	10
Teapan - Sierra de Agua, Ver. ⁸	1,770 - 2,600	BPE y pastizal	5	9

Datos tomados de: ¹Montes de Oca y Halffter (1995), ²Morón y Blackaller (1997), ³Morón *et al.* (1988), ⁴Morón *et al.* (1985), ⁵Halffter *et al.* (1995) y ^{6,7}Morón (1994).

Asimismo, dado que varios taxa de Scarabaeidae son muy sensitivos a la presencia de cubierta vegetal, encontrándose restringidos al interior de bosques de poca o nula perturbación, es de esperarse un decremento de las poblaciones de muchas de estas especies debido a la deforestación, fragmentación y aislamiento de los fragmentos de bosques. Los efectos que tales procesos tienen en la diversidad de escarabajos copro-necrófagos de México han sido mostrados principalmente en áreas ocupadas por bosques tropicales como la región de Los Tuxtlas, Veracruz (Estrada *et al.* 1998), y de otros sitios con ecosistemas similares y derivados de ellos (Halffter *et al.* 1992). La sensibilidad de este grupo a la disminución, modificación o eliminación de los bosques tropicales lo ha hecho objeto de estudio como indicadores de la biodiversidad asociada a tales ecosistemas (Halffter y Favila 1993, Favila y Halffter 1997). La existencia de áreas tanto boscosas como desforestadas en la misma localidad (aumento de la heterogeneidad ambiental), produce comúnmente un aumento de la riqueza taxonómica, debido a la presencia de especies asociadas tanto al interior como al exterior de los bosques, muchas de las cuales coexisten en el borde de éstos (ver p. ej. Favila y Díaz 1997). La creación de estos paisajes heterogéneos, producto de la intensidad y extensión de actividades agropecuarias llama a la necesidad de realizar estudios sobre el papel de las comunidades nativas de escarabajos asociados a la actividad ganadera, la presencia de especies introducidas y el mantenimiento de una diversidad estructural y funcional en estos ambientes heterogéneos (Montes de Oca y Halffter 1998, Montes de Oca *en prensa*).

Escarabajos copro-necrófagos de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC)

El listado de las especies de escarabajos copro-necrófagos de la RBC se obtuvo con base en colectas realizadas en Mayo de 1995 por uno de los coautores (EMO), y la revisión de un listado preliminar escrito por E.G. Riley de Texas A & M University para una práctica de campo. Las colectas se realizaron en zonas de bosque tropical subcaducifolio (200-800 m snm) y bosque mesófilo (800-1,400 m snm). También, se obtuvieron registros bibliográficos de varios taxa de esta zona en los trabajos de Howden (1973), Kohlmann (1984), Zunino y Halffter (1988), Edmonds (1994), Génier (1996), Arnaud (1997), Delgado (1997), Rivera-Cervantes y Halffter (1999). Adicionalmente, se incluyó información de especímenes depositados en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología, A.C. (Xalapa, Veracruz). El listado faunístico integrado de esta manera se muestra en el **Cuadro 3**. Es importante tener presente que no se cuenta con información sobre los taxa que habitan los bosques de encino-pino (1,400-1,800 m snm), ni de los bosques de pino (1,800-2,300 m snm), así como de las zonas de matorral xerófilo ubicadas al Oeste y Noroeste de la RBC.

Diversidad

La riqueza taxonómica global de la RBC está representada por dos subfamilias, siete tribus, 15 géneros y 31 especies nativas de Scarabaeidae, más dos introducidas, *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius*, que representan a dos géneros y una tribu (Oniticellini) (**Cuadro 3**).

De las tribus encontradas en México, omitiendo los taxa introducidos (**Cuadro 1**), sólo falta Oniticellini, la cual se restringe al occidente y Sur del país. En la RBC se encuentra 65% de los géneros y 15% de las especies mexicanas de Scarabaeidae. Sin embargo, como se aprecia en el **Cuadro 3**, la distribución de éstos en la zona de estudio no es homogénea. La mayor riqueza taxonómica se presenta en el bosque tropical, en donde se encuentran 14 géneros y 25 especies nativos, cifras que descienden a nueve géneros y 13 especies en el bosque mesófilo. Aunque se manifiesta un decremento en el bosque mesófilo, encontramos aquí un género y seis especies que no habitan en el bosque tropical. Utilizando un índice de similitud faunístico, como el de Simpson (1943), entre ambas faunas que comparten ocho géneros y siete especies, se obtiene un valor de 88.9% al nivel genérico y de 53.8% en el específico (**Cuadro 5**). Partiendo que el valor 66.7% de este índice, es estimado como el punto crítico para discriminar si las faunas son unidades biogeográficas distintas o son muestras de una misma (Sánchez y López 1988), consideramos que la composición específica de los Scarabaeidae del bosque tropical y del bosque mesófilo son conjuntos faunísticamente distintos. Con respecto a otras localidades estudiadas, los valores de riqueza genérica y específica de la RBC concuerdan, en general, con las localidades que presentan estos tipos de vegetación (**Cuadro 2**).

La diferencia notable se aprecia en el elevado número de géneros (14) del bosque tropical de RBC en comparación a los 13 de Boca del Chajul, Chiapas (selva alta) y a los 10 de Laguna Verde, Veracruz (selva baja), esto es debido a la presencia de *Pseudocanthon*, *Malagoniella* y *Sisyphus*, géneros no siempre registrados en localidades tropicales por razones aún desconocidas, además de la presencia de *Ateuchus* y *Uroxys* los cuales están ausentes en Laguna Verde. En cuanto al bosque mesófilo, las cifras de géneros y especies obtenidas son similares, no obstante hay que mencionar que cabe la posibilidad de que aumente la riqueza específica en la RBC, debido al reducido número de colectas realizadas en este ecosistema.

Distribución

De acuerdo a los grupos ecogeográficos propuestos por Delgado (1989) y Navarrete-Heredia (1996) para varios grupos de coleópteros de México, con base en su distribución altitudinal,

climática y de vegetación, hemos agrupado a las especies de Scarabaeidae de la RBC en cinco grandes grupos (A, B, C, D y E) que se subdividen de acuerdo a su rango latitudinal (**Cuadro 4**).

A) El primer grupo lo constituyen los elementos eurióticos, los cuales no están limitados claramente a ningún piso altitudinal, clima o tipo de vegetación, aunque pueden estar más o menos restringidos a una región geográfica sin mostrar un elevado grado de endemismo. Estos elementos representan 15.2% del total de las especies (incluyendo a las introducidas). Dentro de estos elementos hay especies que se extienden hasta Sudamérica o la región norte de Centroamérica, o son endemismos mexicanos, como es el caso de *Phanaeus adonis* que se distribuye en el centro, Este y Noreste de México (Edmonds 1994).

B) El segundo grupo ecogeográfico es el de los elementos de amplia distribución tropical, los cuales se distribuyen principalmente en zonas cálidas, tanto húmedas como subhúmedas, habitando en distintos tipos de bosques tropicales y ocupando ambas vertientes del país (Golfo y Pacífico). Este grupo abarca el mayor número de especies de la RBC, representando 33.3% de la riqueza específica global. Como en el caso anterior, se presentan tres subgrupos de acuerdo a su rango latitudinal, extendiéndose la mayor parte de las especies desde Estados Unidos hasta Sudamérica.

C) El tercer grupo son los elementos exclusivos de la vertiente del Atlántico, los que ocupan principalmente zonas cálidas, húmedas o subhúmedas, bosques caducifolios o perennifolios, pero están limitados a la vertiente oriental de México. Estos elementos conjuntan 24.2% de las especies de la RBC y en general, muestran un rango de distribución latitudinal más estrecho que los elementos de amplia distribución tropical.

D) Los elementos submontanos integran el cuarto grupo, los cuales se distribuyen principalmente en zonas de altitud media en las que se presenta un clima semicálido y que corresponde al piso altitudinal del bosque mesófilo, bosque tropical de montaña, encinares y algunos bosques mixtos de encino-pino. Representan 18.2% de las especies, y sólo se extienden de México a Centroamérica o bien son endémicos de nuestro país.

E) El quinto grupo está representado por dos especies introducidas de distribución original etiópica, ya mencionadas previamente:

Cuadro 3. Scarabaeidae presentes en la Reserva de la Biosfera El Cielo en dos tipos de ambientes.

TAXA	AMBIENTES	
	Tropical	Mesófilo
Subfamilia SCARABAEINAE	12 spp.	2 spp.
Tribu CANTHONINI	10 spp.	1 sp.
<i>Canthon (Canthon) cyanellus</i> Leconte, 1859	X	
<i>Canthon (Canthon) morsei</i> Howden, 1966	X	
<i>Canthon (Glaphyrocanthon) femoralis</i> (Chevrolat), 1834	X	
<i>Canthon (Glaphyrocanthon) viridis</i> (Beauvois), 1805	X	
<i>Canthon (Glaphyrocanthon) leechi</i> (M., H. y H.), 1964	X	
<i>Pseudocanthon perplexus</i> (Leconte), 1847	X	
<i>Deltochilum (Hybomidium) gibbosum sublaeve</i> Bates, 1887	X	X
<i>Deltochilum (Hybomidium) lobipes</i> Bates, 1887	X	
<i>Deltochilum (Deltohyboma) scabriusculum</i> Bates, 1887	X	
<i>Malagoniella (Malagoniella) astyanax yucateca</i> (Harold), 1863	X	
Tribu SISYPHINI	1 sp.	-
<i>Sisyphus mexicanus</i> Harold, 1869	X	
Tribu EURYSTERNINI	1 sp.	1 sp.
<i>Eurystemus mexicanus</i> Harold, 1869	X	
<i>Eurystemus magnus</i> Castelnau, 1840		X
Subfamilia COPRINAE	15 spp.	11 spp.
Tribu COPRINI	1 sp.	1 sp.
<i>Copris incertus</i> Say 1835	X	X
Tribu DICHOTOMIINI	5 spp.	3 spp.
<i>Dichotomius colonicus</i> (Say), 1835	X	X
<i>Dichotomius amplicollis</i> (Harold), 1869	X	
<i>Canthidium puncticolle</i> Harold, 1867	X	
<i>Ateuchus texanus</i> (Robinson), 1948	X	X
<i>Uroxys</i> sp.	X	
<i>Ontherus (Caelontherus) mexicanus</i> Harold 1868		X
Tribu PHANAEINI	2 spp.	3 spp.
<i>Phanaeus (Phanaeus) adonis</i> Harold, 1863	X	X
<i>Phanaeus (Phanaeus) amethystinus</i> Harold, 1863		X
<i>Coprophanaeus (Coprophanaeus) pluto</i> (Harold), 1863	X	
<i>Coprophanaeus (Coprophanaeus) gilli</i> Arnaud, 1997		X
Tribu ONTHOPHAGINI	6 spp.	4 spp.
<i>Onthophagus batesi</i> Howden y Cartwright, 1963	X	X
<i>Onthophagus incensus</i> Say, 1835	X	X
<i>Onthophagus landolti texanus</i> Schaeffer, 1914	X	
<i>Onthophagus alluvius</i> Howden y Cartwright, 1963	X	
<i>Onthophagus longimanus</i> Bates, 1887	X	
<i>Onthophagus cuevensis</i> Howden, 1973		X
<i>Onthophagus cyanellus</i> Bates, 1887		X
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius), 1787 *	X	
Tribu ONITICELLINI	1 sp.	—
<i>Euoniticellus intermedius</i> (Reiche), 1849 *	X	
TOTAL	27 spp.	13 spp.

* Especies exóticas

Digitonthophagus gazella se registró en Tamaulipas por vez primera en 1981 (Barbero y López-Guerrero 1992, Kohlmann 1994) y *Euoniticellus intermedius* se registró de la RBC en 1994, en la Estación de Biología Los Cedros, Gómez Farías de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (Montes de Oca y Halffter 1998). Ambas especies tienen actualmente una extensa distribución en el territorio mexicano. Su expansión en México es derivada de liberaciones realizadas en los Estados Unidos de América, como parte de un programa de control de la acumulación de estiércol, efectuadas durante los setentas hasta mediados de los ochentas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Las dos especies tardaron cerca de nueve años en llegar a Tamaulipas, a partir de sus sitios de liberación en Texas, con una tasa de expansión de 56 km por año (Kohlmann 1994, Montes de Oca y Halffter 1998). La habilidad de expansión de estas dos exitosas especies está facilitada por rasgos similares de los parámetros de sus historias de vida y tolerancia ecológica. Sin embargo, la mayor tolerancia de *E. intermedius* para ocupar ambientes de mayor altitud que *D. gazella*, le ha permitido mostrar variantes en sus rutas de invasión al territorio mexicano para ocupar el Altiplano (Montes de Oca y Halffter 1998). De este modo, la distribución de *E. intermedius* sería más amplia, ocupando mayor número de ambientes que *D. gazella*, dado el componente de gradiente altitudinal contenido en la RBC.

Comparación con otras localidades

La similitud faunística de los Scarabaeidae de la RBC se muestra en el **Cuadro 5**, en el cual se han comparado algunas localidades del **Cuadro 2** y las faunas, tanto de la selva mediana como del bosque mesófilo. Los valores de similitud genérica son elevados y de éstos, los valores relativos más bajos corresponden, en general, entre las localidades con selvas y el bosque mesófilo de la zona centro de Veracruz, ya que en esta última se presentan *Scatimus* y *Ontherus* los cuales están frecuentemente limitados a zonas por arriba de 1,000 m de altitud. La similitud genérica más elevada se observa entre la selva mediana de El Cielo y la selva baja de Laguna Verde, con un valor de 100%, aún cuando el tamaño de las faunas es distinto: 14 y 10 géneros, respectivamente, lo que significa que todos los géneros de Laguna Verde están representados en la fauna de la selva de RBC.

En cambio, la similitud genérica entre la selva de El Cielo y la selva de Boca del Chajul es menor, debido a la existencia en la última de *Megathoposoma* y *Sulcophanaeus*, géneros restringidos a selvas muy húmedas como la selva alta perennifolia. Sin embargo, ya que sólo existen 23 géneros de esta familia en México (**Cuadro 1**), varios de ellos representados por especies distribuidas en diferentes provincias y regiones del país, las comparaciones intrarregionales basadas en datos de presencia-ausencia de géneros suministran poca información biogeográfica. Con base en la disimilitud específica de los Scarabaeidae de la selva y del bosque mesófilo de El Cielo se consideró pertinente separarlos como conjuntos faunísticos distintos, esto se refuerza por la mayor similitud de la selva mediana de El Cielo con la selva baja de Laguna Verde (73.7%) y por la mayor similitud del bosque mesófilo de El Cielo con el bosque mesófilo de la Sierra Norte de Hidalgo (66.7%) (**Cuadro 5**). En el primer caso, la similitud del índice de Simpson (> 66.7%), valor crítico para la separación de faunas, nos lleva a considerar a las selvas de El Cielo y de Laguna Verde como una misma unidad. Ambas faunas comparten 14 especies muchas de las cuales son elementos tropicales, tanto de amplia distribución como exclusivos de la vertiente del Atlántico, en adición a algunos elementos eurítópicos (**Cuadro 4**), todos ellos distribuidos en la Planicie Costera del Golfo de México.

En cambio, la similitud de la selva de El Cielo con la selva alta de Boca del Chajul es menor, ya que en esta última se presentan especies propias de las selvas perennifolias como *Canthon subhyalinus*, *Deltochilum pseudoparile*, *Megathoposoma candezei*, *Eurysternus foedus* y *Canthidium centrale*, entre otras. La similitud de Boca del Chajul con Laguna Verde es todavía menor, lo que determina un decremento gradual de la similitud faunística desde las selvas altas a las medianas y bajas, independientemente de su cercanía geográfica. En cuanto al bosque mesófilo, El Cielo presenta mayor similitud específica con su equivalente de la Sierra Norte de Hidalgo (**Cuadro 5**), el valor 66.7% es exactamente el punto crítico para la separación de faunas. Las especies que comparten ambas zonas pertenecen en su mayoría a elementos submontanos y algunos eurítópicos (**Cuadro 4**), difiriendo en que El Cielo presenta tres especies tropicales que llegan a penetrar parcialmente el bosque mesófilo y dos especies endémicas de México restringidas al centro, Este y Noreste de México, además de que en la zona de

Cuadro 4. Grupos ecogeográficos y distribución de los Scarabaeidae presentes en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Grupos	Distribución	Especies
Ecogeográficos		
Elementos euritópicos	Desde México a Sudamérica Desde EUA a Guatemala o Costa Rica	<i>Copris incertus</i> , <i>Onthophagus incensus</i> <i>Canthon leechi</i> , <i>Dichotomius colonicus</i>
Elementos Tropicales de Amplia Distribución	Endémicos de México Desde EUA o México a Panamá o Sudamérica	<i>Phanaeus adonis</i> <i>Canthon cyanellus</i> , <i>Canthon morsei</i> , <i>Canthon femoralis</i> , <i>Pseudocanthon perplexus</i> , <i>Deltochilum gibbosum</i> , <i>Onthophagus batesi</i> , <i>Onthophagus landolti</i> <i>Deltochilum scabriusculum</i> , <i>Dichotomius amplicollis</i> , <i>Canthidium puncticolle</i> <i>Coprophanaeus pluto</i>
Elementos Tropicales Exclusivos De la Vertiente del Atlántico	Desde México a Guatemala o Costa Rica Desde EUA a México Desde México a Sudamérica Desde México a Guatemala o Costa Rica Desde EUA a México	<i>Malagoniella astyanax</i> , <i>Eurysternus mexicanus</i> <i>Deltochilum lobipes</i> , <i>Sisyphus mexicanus</i> , <i>Onthophagus longimanus</i> <i>Canthon viridis</i> , <i>Ateuchus texanus</i> , <i>Onthophagus alluvius</i>
Elementos Submontanos	Desde México a Panamá Desde México a Guatemala Endémicos de México	<i>Eurysternus magnus</i> , <i>Onthophagus cyanellus</i> <i>Ontherus mexicanus</i> , <i>Phanaeus amethystinus</i> <i>Coprophanaeus gilli</i> , <i>Onthophagus cuevensis</i>
Elementos introducidos	Desde EUA a Guatemala Desde EUA a México	<i>Digitonthophagus gazella</i> <i>Euoniticellus intermedius</i>

Hidalgo se localizan cuatro especies submontanas y montanas, cuya presencia no ha sido detectada en El Cielo. La similitud entre los bosques mesófilos de Hidalgo y el centro de Veracruz es 66.7%, aunque entre esta última localidad y El Cielo es un poco menor, ya que en el área de Veracruz se presentan *Phanaeus endymion*, *Coprophanaeus telamon* y *Dichotomius satanas*, especies tropicales que extienden su distribución a las altitudes inferiores del bosque mesófilo. Es conveniente recordar que el bosque mesófilo presenta una distribución insular y que los valores de similitud faunística entre estas tres islas de bosque mesófilo parecen estar en relación directa con la distancia geográfica que las separa.

Es decir, se presentan los mismos valores de similitud entre El Cielo y la Sierra Norte de Hidalgo y entre ésta y el centro de Veracruz pero una similitud más baja entre El Cielo y el centro de Veracruz, existiendo distancias similares entre El Cielo y la zona de Hidalgo y entre ésta y el centro de Veracruz.

Como era de esperarse, los índices de similitud específica entre las localidades con selvas y las localidades de bosque mesófilo son bajos, lo que refleja la existencia de comunidades con una composición faunística y una historia biogeográfica distintas.

Patrones biogeográficos

A pesar de la importancia que juegan los factores ecológicos en el nivel local, no debemos soslayar el papel de los factores históricos en la integración de las comunidades. En este sentido, retomamos los patrones de distribución propuestos por Halffter (1976, 1978) para los insectos en la Zona de Transición Mexicana (ZTM). Es importante señalar que el área hoy comprendida por la Sierra Madre Oriental, aunque formada por rocas y sedimentos de distinto origen y edad, permaneció sumergida durante la mayor parte del Mesozoico, hasta que en el Cretácico Superior el mar epicontinental gradualmente se retrae, comenzando después

Cuadro 5. Índice de similitud de Simpson (%) obtenido al comparar pares de faunas de Scarabaeidae de diferentes localidades mexicanas. La diagonal superior de la matriz se refiere a géneros y la diagonal inferior a especies. Localidades: **A-** El Cielo (Bosque tropical y pastizal), **B-** Laguna Verde (remanentes de Bosque tropical y pastizal), **C-** Los Tuxtlas (Bosque tropical y pastizal), **D-** Boca de Chajul (Bosque tropical), **A'** - El Cielo (Bosque mesófilo), **E-** Xalapa-Banderilla (Bosque mesófilo) y **F-** Tlanchinol-Molango (Bosque mesófilo).

	A	B	C	D	A'	E	F
A	—	100	85.7	84.6	88.9	77.8	88.9
B	73.7	—	90	90	77.8	77.8	88.9
C	48	52.6	—	92.3	88.9	77.8	88.9
D	32	26.3	71	—	88.9	77.8	88.9
A'	53.8	38.5	30.8	15.4	—	88.9	88.9
E	25	25	41.7	33.3	50	—	88.9
F	25	25	25	16.7	66.7	66.7	—

(Terciario Temprano) la orogénesis Laramídica, la cual ocasiona el plegamiento y elevación de este sistema montañoso, alcanzando su configuración actual en el Eoceno (Sosa 1987, Ferrusquía-Villafranca 1993). Este escenario geológico determina que cuando entraron las primeras invasiones de insectos a la ZTM (Oligoceno-Mioceno), la Sierra Madre Oriental constituía una barrera, un corredor o un filtro para estos grupos. De esta manera, antes de la elevación del Altiplano Mexicano (Mioceno) entran por el Norte los linajes de afinidad paleártica (patrón de dispersión Paleoaamericano), que se diversificarán en una amplia variedad de biomas, dada su elevada capacidad de adaptación y poder de colonización, los cuales especiarán hacia las formas actuales que se distribuyen en prácticamente todos los tipos de vegetación, presentando un elevado grado de endemismo. Dentro de este patrón tenemos a las especies de *Copris*, *Onthophagus* (excepto *O. cyanellus*) y *Sisyphus*, las cuales se consideran: euríticas (2 spp), de amplia distribución tropical (2 spp), exclusivas de la vertiente del Atlántico (3 spp) y submontanas (1 sp). El otro patrón que conjunta elementos con una dispersión antigua es el del Altiplano, el cual está representado en la RBC por *Phanaeus adonis*, el cual se considera que evolucionó a partir de un linaje que tuvo como posibles ancestros grupos antiguos de afinidad sudamericana que migraron hacia el Norte y entraron a la ZTM antes que se elevara el Altiplano Mexicano.

De esta forma, al iniciarse la elevación de esta área, estos linajes ancestrales comenzaron a adaptarse a las nuevas condiciones y a especiar hacia los taxa modernos, los cuales se distribuyen actualmente en diversos biomas, si bien centran su distribución en el Sur de los Estados Unidos y el Altiplano Central de México.

Es conveniente recordar que aunque *Ph. adonis* se considera un elemento eurítico, dado su amplio rango de distribución altitudinal, representa una especie endémica del Altiplano y de la Sierra Madre Oriental de México. En cuanto a los patrones de distribución que se basan en una invasión reciente, es decir cuando la mayor parte de la orografía de la ZTM ya estaba configurada, se tienen al Neártico y al Neotropical típico. El primero no es seguido por ningún taxa del bosque tropical y mesófilo de la RBC, ya que los grupos que siguen este patrón se encuentran ligados a climas templados o fríos y a bosques de pino-encino, de coníferas o praderas alpinas, debido a que en su dispersión hacia el Sur han seguido las cadenas montañosas. Estos grupos deben estar representados en la RBC por algunas especies de los bosques de pino-encino.

El patrón de distribución Neotropical típico es el que siguen la mayoría de los taxa de esta región, 17 especies agrupadas en *Canthon*, *Pseudocanthon*, *Deltochilum*, *Malagoniella*, *Eurysternus* (excepto *E. magnus*), *Ateuchus*, *Dichotomius*, *Canthidium*, *Uroxys* y *Coprophanæus* (excepto *C. gilli*).

Los grupos de este patrón se consideran evolucionados a partir de linajes con afinidad sudamericana, los cuales migraron hacia el Norte durante el Plioceno y Pleistoceno, posiblemente en condiciones más húmedas que las actuales, cuyas poblaciones experimentaron periodos de expansión y retracción durante las épocas más frías y secas (glaciaciones pleistocénicas) lo cual favoreció eventos de especiación y vicarianza. Dentro de este patrón se presentan grupos ligados a un solo tipo de vegetación o con elevada tolerancia ambiental, si bien el endemismo es bajo (excepto en la vertiente del Pacífico Mexicano). Las 17 especies incluidas se consideran euritópicas (2 spp), de amplia distribución tropical (9 spp) y exclusivas de la vertiente del Atlántico (6 spp), y varias extienden su distribución hasta Sudamérica. Por último, el patrón de distribución Mesoamericano de Montaña conjunta a grupos que, provenientes de una dispersión antigua desde el Sur o desde el Norte, llegaron al área conocida como Núcleo Centroamericano, región que abarca los sistemas montañosos de Chiapas, Guatemala, El Salvador y Honduras. En esta zona empezaron a adaptarse a las nuevas condiciones de montaña con alta humedad, para después dispersarse hacia el Norte y/o al Sur por las cadenas montañosas. Estos grupos se encuentran asociados a bosques muy húmedos como el mesófilo, los tropicales de montaña, los encinares y algunos de pino-encino.

En este patrón situamos a cinco especies de cinco géneros, cuatro (*Eurysternus*, *Ontherus*, *Phanaeus* y *Coprophanaeus*) con afinidad sudamericana y uno (*Onthophagus*) paleártica. Estas especies se consideran submontanas en su distribución y presentan un estrecho rango latitudinal. *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius*, han experimentado una expansión en México siguiendo una distribución muy similar a los grupos de especies nativas del Patrón Paleoamericano Tropical (PPT, una subdivisión del Patrón de Distribución Paleoamericano propuesto por Halffter *et al.* 1995), que les permite estar distribuidas por todas las tierras bajas tropicales de México. No obstante, existen diferencias ecológicas entre las especies invasoras y las especies nativas. Por un lado, ninguna de las especies invasoras logró mantenerse dentro de los bosques tropicales como lo hacen varias de las especies nativas que siguen el PPT, aún cuando se presentan en las áreas abiertas adyacentes a dichos bosques.

Por el otro lado, las especies invasoras han sido exitosas en la colonización y establecimiento en sitios muy áridos donde ninguna o muy pocas especies nativas que siguen el PPT se mantienen (Montes de Oca y Halffter 1998). De este modo ambas especies invasoras poseen características ecológicas y biogeográficas que no tienen otras especies llegadas a América del Viejo Mundo durante el Cenozoico. Su introducción les permitió saltar las barreras climáticas que de otra forma les impidió su inmigración (Montes de Oca y Halffter 1998).

Endemismo

En la RBC se localizan tres especies conocidas únicamente del territorio Mexicano. *Phanaeus adonis* conocido de los estados de Guanajuato, Hidalgo, México, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Tamaulipas, en altitudes desde 100 m a 1,900 m y habitando distintos tipos de bosques de baja densidad (Edmonds 1994). *Coprophanaeus gilli* registrado de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz, en altitudes desde 90 m hasta 1,660 m (mayormente por arriba de los 600 m snm), en distintos tipos de selvas húmedas y en bosque mesófilo de montaña (Arnaud 1997).

Onthophagus cuevensis, posiblemente la especie más interesante de la RBC desde el punto de vista biogeográfico, es conocido de los estados de San Luis Potosí y Tamaulipas, la mayoría de los especímenes conocidos han sido colectados en las cuevas cercanas a Rancho El Cielo y en la región central de San Luis Potosí; posiblemente se alimenta y nidifica con guano de murciélago (Howden 1973, Zunino y Halffter 1988). Es notable señalar también que la RBC marca el límite septentrional de distribución de muchos taxa y agrupaciones taxonómicas de Scarabaeidae, de hecho, como bien sabemos el bosque mesófilo de esta región marca prácticamente el límite latitudinal norte de este tipo de vegetación que casi coincide con el Trópico de Cáncer (Sosa 1987). Los grupos de Scarabaeidae que presentan este límite en su distribución son: la línea *Juvencus* del subgénero *Canthon*, representada por *Canthon morsei* (*cf.* Halffter y Martínez 1977); el grupo *Femoralis* del subgénero *Glaphyrocantón* representado por *Canthon femoralis* (*cf.* Rivera-Cervantes y Halffter 1999); el género *Malagoniella* representado por *M. astyanax yucateca* (*cf.* Halffter y Martínez 1966, Martínez y Halffter 1972); el género *Sisyphus* representado por *S. mexicanus* (*cf.* López-Guerrero 1995); la tribu *Eurysternini* representada

por *Eurysternus mexicanus* y *E. magnus* (cfr. Delgado 1997); el género *Uroxys* representado por una especie no identificada; el género *Ontherus* representado por *O. mexicanus* (cfr. Génier 1996) y el grupo *Amethystinus* del género *Phanaeus* representado por *P. amethystinus*. Además de estos taxa, varias especies también muestran aquí su límite septentrional de distribución como: *Deltochilum lobipes*, *D. scabriusculum*, *Dichotomius amplicollis*, *Coprophanaeus gilli*, *Onthophagus longimanus*, *O. cuevensis* y *O. cyanellus*. La importancia del establecimiento de la RBC para la conservación de la fauna de Scarabaeidae es crucial, no sólo desde un punto de vista biogeográfico sino de conservación de los recursos naturales. Tampoco debemos olvidar el papel que juegan los grupos de Scarabaeidae para el buen funcionamiento de los ecosistemas, no sólo como agentes facilitadores de la degradación y reciclaje de nutrientes producto de la descomposición de la materia orgánica, sino como eslabones de las redes tróficas de los biomas presentes en esta única y bella región.

Agradecimientos

Este capítulo constituye una contribución para el proyecto CONABIO FB532/K038: Parámetros para medir la Biodiversidad y su cambio. Etapa III.- Consolidación de métodos, que se lleva a cabo en el Departamento de Ecología y Comportamiento Animal.

Literatura citada

- Arnaud, P.** 1997. Descriptions et note synonymique dans le genre *Coprophanaeus*. *Besoiro*, 4: 4-8.
- Barbero, E. e Y. López-Guerrero.** 1992. Some considerations on the dispersal power of *Digitonthohagus gazella* (Fabricius 1787) in the New World (Coleoptera, Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Tropical Zoology*, 5: 115-120.
- Bates, H.W.** 1887-1889. *Biología Centrali Americana. Insecta, Coleoptera*, Vol. II, Part 2. Pectinicornia and Lamellicornia, 432 pp.
- Cambefort, Y.** 1991. Biogeography and Evolution. In: **Hanski, I. y Cambefort, Y.** (Eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University, New Jersey, pp. 51-67.
- Delgado, L.** 1989. *Fauna de coleópteros lamellicornios de Acahuizotla, Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura, UNAM. 154 pp.
- Degado, L.** 1997. Distribución estatal de la diversidad y nuevos registros de Scarabaeidae (Coleoptera) mexicanos. *Folia Entomológica Mexicana*, 99: 37-56.
- Doube, B.M.** 1987. Spatial and temporal organization in communities associated with dung pads and carrion. In: **Gee, J.H. y P.S. Giller** (eds). *Organization of communities: past and present*. Oxford, Blackwell Sci. Publ., pp. 224-248.
- Edmonds, W.D.** 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a New World genus of scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contributions in Science*, 443: 1-105.
- Estrada, A., R. Coates-Estrada, A. Anzures D. y P. Cammarano.** 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 577-593.
- Favila, M.E. y A. Diaz.** 1997. Escarabajos coprófagos y necrófagos. En: **González-Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt.** (eds.). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM, México, pp. 383-384.
- Favila, M.E. y G. Halffter.** 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 72: 1-25.
- Ferrusquia-Villafranca, I.** 1993. Geology of Mexico: A synopsis. In: **Ramamoorthy, T. P., Bye, R. y Lot, A.** (Eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, N. Y. 812 pp.
- Génier, F.** 1996. A revision of the neotropical genus *Ontherus* Erichson (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 170: 1-169.
- Gill, B.D.** 1991. Dung Beetles in Tropical American Forests. In: **Hanski, I. y Cambefort, Y.** (Eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University, New Jersey, PP. 211-229.
- Halffter, G.** 1964. La entomofauna americana. Ideas acerca de su origen y distribución. *Fol. Entomol. Mex.*, 6: 1-108.
- Halffter, G.** 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Fol. Entomol. Mex.*, 35: 1-64.
- Halffter, G.** 1978. Un nuevo patrón de dispersión en la Zona de Transición Mexicana: el Mesoamericano de Montaña. *Fol. Entomol. Mex.*, 39-40: 219-222.
- Halffter, G.** 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. *Annual Review of Entomology*, 32: 95-114.
- Halffter, G.** 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 82: 195-238.
- Halffter, G. y W.D. Edmonds.** 1982. *The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae). An Ecological and Evolutionary Approach*. Publicaciones del Instituto de Ecología, A.C., México. 176 pp.
- Halffter, G. y A. Martínez.** 1966. Revisión monográfica de los *Canthonina* americanos (Coleoptera: Scarabaeidae) (1ª. Parte). *Rev. Soc. Mex. de Hist. Nat.*, 27: 89-177.
- Halffter, G. y A. Martínez.** 1977. Revisión monográfica de los *Canthonina* americanos, IV parte. Clave para géneros y subgéneros. *Folia Entomológica Mexicana*, 38: 29-107.
- Halffter, G. y E.G. Matthews.** 1966. The Natural History of the Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 12-14: 1-312.
- Halffter, G. y M.E. Favila.** 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27: 15-21.

- Halffter, G., M.E. Favila y V. Halffter. 1992.** A comparative study on the structure of scarab guild in Mexican Tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, 84: 131-156.
- Halffter, G., M.E. Favila y L. Arellano. 1995.** Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican Transition Zone and its biogeographical implications. *Elytron*, 9:151-185.
- Hanski, I. and Y. Cambefort (Eds.). 1991.** *Dung Beetle Ecology*. Princeton University, N. J. 481 pp.
- Howden, H. F. 1973.** Four new species of *Onthophagus* from Mexico and the United States (Coleoptera, Scarabaeidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 75(3): 329-337.
- Kohlmann, B. 1984.** Biosistemática de las especies norteamericanas del género *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 60: 3-81.
- Kohlmann, B. 1994.** A preliminary study of the invasión and dispersal of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) in Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 61: 35-42.
- Kohlmann, B. y S. Sánchez-Colón. 1984.** Structure of a Scarabaeinae community: A numerical-behavioural study (Coleoptera: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 2: 1-27.
- Lobo, J.M. y M-A. Morón. 1993.** La modificación de las comunidades de coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae en dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios faunísticos. *Giornale italiano de Entomologia*, 6: 391-406.
- Lopez-Guerrero, Y. 1995.** New distribution records for *Sisyphus mexicanus* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*, 49(1): 58.
- Martinez, A. y G. Halffter. 1972.** New taxa of American Canthonina (Coleoptera, Scarabaeinae). *Entomologische Arbeiten aus dem Museum George Frey*, 23: 33-66.
- Montes de Oca, E. 1993.** Comparación de la comunidad local de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) de una zona de la región de Laguna Verde, Veracruz, después de 20 años. Primera reunión de investigadores sobre fauna Veracruzana, Xalapa, Ver., Abril, pp. 17-18.
- Montes de Oca, E. (en prensa).** Escarabajos coprófagos de un escenario típico de la región de Los Tuxtlas, Ver., México: Importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.).
- Montes de Oca, E. and G. Halffter. 1995.** Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) in tropical grassland. *Tropical Zoology*, 8: 159-180.
- Montes de Oca, E. and G. Halffter. 1998.** Invasion of México by two dung beetles previously introduced into the United States. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 33:37-45.
- Morón, M-A. 1979.** Fauna de coleópteros lamellicornios de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Ver., UNAM, México. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Serie Zoológica*, 1: 375-454.
- Morón, M-A. 1994.** Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 63: 7-59.
- Morón, M-A. 1996.** Scarabaeidae (Coleoptera). En: **Llorente, B.J., A.N. García A. y E. González S. (eds.).** *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, México, D.F., pp. 309-328.
- Morón, M-A. y C. Deloya. 1991.** Los coleópteros lamellicornios de la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 3: 209-283.
- Morón, M-A. y J. Blackaller. 1997.** Melolonthidae y Scarabaeidae. En: **González-Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt. (eds.).** *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM, México, pp. 227-243.
- Morón, M-A., C. Deloya y L. Delgado. 1988.** Fauna de coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77: 313-378.
- Morón, M-A., F.J. Villalobos y C. Deloya. 1985.** Fauna de coleópteros lamellicornios de Boca del Chajul, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 66: 57-118.
- Navarrete-Heredia, J.L. 1996.** *Coleópteros micetócolos de basidiomicetes de San José de los Laureles, Morelos, México*. Tesis de Maestría, UNAM. 179 pp.
- Rivera-Cervantes, L.E. y G. Halffter. 1999.** Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 77: 23-150.
- Palacios-Rios, M., V. Rico-Gray y E. Fuentes. 1990.** Inventario preliminar de los Coleoptera Lamellicornia de la zona de Yaxchilán, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 78: 49-60.
- Putnam, R.J. 1983.** Carrion and dung: the decomposition of animal wastes. The Institute of Biology's Studies in *Biology no. 156*. London, Edward Arnold Publ., 62 pp.
- Sanchez, O. y A. Lopez. 1988.** A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75: 119-145.
- Scholtz, C.H. y H.F. Howden. 1987.** A revision of the African Canthonina (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Journal of Entomology of the Society of South Africa*, 50(1): 75-119.
- Simpson, G.G. 1943.** Mammals and the nature of continents. *American Journal of Science*, 241: 1-31.
- Sosa, V.J. 1987.** Generalidades de la región de Gómez Farías. In: **Puig, H. y Bracho, R. (Eds.).** *El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A. C., México. 186 pp.
- Thomas, D.B. 1993.** Scarabaeidae of the Chiapanecan forests: a faunal survey and chorographic analysis. *The Coleopterists Bulletin*, 47: 363-408.
- Zunino, M. y G. Halffter. 1988.** Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Monografías del Museo Regionale di Scienze Naturali - Torino*, 9: 1-211.

38. Coleoptera: Chrysomelidae

Santiago Niño Maldonado¹, Edward G. Riley², David G. Furth³ y Robert W. Jones⁴¹Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87090.²Department of Entomology Texas A & M University College Station TX, U.S.A.³Smithsonian Institute Washington, D.C. U.S.A.⁴Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Querétaro,**Abstract**

This study lists 128 species in 60 genera of 10 sub-families of beetles of the family Chrysomelidae. Also mentioned are the months of the year when these beetle species were collected and their occurrence in three types of vegetation present in the El Cielo Biosphere Reserve. In addition, it is established that it is in the semideciduous tropical forest where the majority of diversity is found

Introducción

Al nivel mundial México es considerado uno de los países biológicamente más diversos, de acuerdo con Mittermeier (1988) ocupa el tercer sitio y alberga alrededor de 10% de la diversidad biológica terrestre (Mittermeier y Goettsch 1992). En la actualidad, la diversidad de artrópodos se estima entre 750,000 a 1'025,000 de especies (Arnett 1985, Wolf 1987, Borror *et al.* 1989), de las que alrededor de 950,000 son insectos. Tomando como referencia el valor máximo (Hammond 1992) y según Kim (1993), los artrópodos integran 85% del total de la fauna mundial y representan 65% de toda la diversidad de especies conocidas.

La riqueza de la diversidad de México es enorme y de acuerdo a la CONABIO (1998) se estima en 64,878 especies descritas, de las cuales los artrópodos configuran ca. 36.5%, y dentro de éstos los coleópteros, himenópteros y lepidópteros, en ese orden de importancia, destacan en número y juntos componen 56% del total de artrópodos registrados para México. La familia Chrysomelidae, dentro de Coleoptera, es una de las más abundantes y diversas entre los organismos vivos conocidos, pues se estima de 30,000 a 60,000 el número de especies registradas (Monrós 1959, Arnett 1971, Seeno y Wilcox 1982, Lopatin 1984, Susuki 1985, 1996, Jolivet 1988, Jolivet *et al.* 1988, Matsuda 1988, Hawkeswood 1994, Metcalf 1994, Reid 1995, Jolivet y Cox 1996, Verma 1996).

La mayoría de los crisomélidos se alimentan de tejidos vegetales (fitófagos) como hojas, ejemplos de éstos son: *Epitrix*, *Phyllotreta*, *Agasicles*, *Cerichrestus*, *Aspidomorpha* y *Pentispa* (Arnett 1971, Janzen 1973, Jolivet 1988, Borror *et al.* 1989, Toop *et al.* 1989, Boldt y Staines 1993, Clark 1994, Furth 1994, Riley 1994, White 1994). Otros se alimentan de raíces (rizófagos) como las larvas de los alticinos, aulacacelinos, clittrinos, donacinos, eumolpinos, galerucinos, así como *Diabrotica virgifera zea* y *D. Longicornis bulberi* (Lopatin 1984, Clark 1994, Flowers 1994, Jolivet 1998). También existen algunas especies que se alimentan de frutos (frugívoros), por ejemplo: *Longitarsus nigripennis* y algunas especies de criptocefalinos (Jolivet 1988, White 1994), incluyendo algunos que pueden consumir los tejidos fibrosos de los tallos de las palmeras y gramíneas tales como Alticinae, Criocerinae y Chrysomelinae (*Calyptocephala marginipennis*) (Jolivet 1988, Oyama y Dirzo 1991). Otros se alimentan de polen (palinófagos), como es el caso de los alticinos, clittrinos y criptocefalinos (Jolivet 1988, Samuelson 1994), y otros más, de ápices de tallos de herbáceas lo cual es típico de las larvas de Aulacoscelinae y Criocerinae (Jolivet 1988).

Anteriormente, existía la idea generalizada de que todas las especies de Chrysomelidae poseían hábitos fitófagos. Sin embargo, en la actualidad autores como Lazell *et al.* (1991), Mafra-Neto y Jolivet (1994) y White (1994) han encontrado algunas especies de criptocefalinos alimentándose de vegetación muerta (detrívoros), que se encuentra en la superficie del suelo. Además, algunos clittrinos y *Oomorpha floridanus* (Lamprosomatinae) se alimentan de excretas de hormigas y roedores (coprófagos). También hay de hábitos depredadores, tal es el caso de algunas especies de Clytrinae, la especie *Diabrotica angulicollis* (Galerucinae) y *Labidomera clivicollis*, quienes depredan huevecillos de hormigas, y al meloide *Epicauta aterrma*,

respectivamente. Otros son hematófagos, e.g. *Aplosomyx nigripennis* (Galerucinae), que se alimenta en las heridas de animales vivos. El grupo de crisomélidos es muy amplio y sus especies se adaptan a su medio ambiente de tal forma que algunos han sido considerados como plagas agrícolas, tal es el caso de *Leptinotarsa undecimlineata*, otras especies de *Leptinotarsa* de climas templados son considerados como algunas de las plagas más dañinas del mundo (Flowers 1994).

Hsiao (1989) menciona que todas las especies de *Leptinotarsa* se alimentan exclusivamente sobre plantas de Solanaceae y Compositae. La especie *Calyptocephala marginipennis* ataca a las hojas de las palmillas (*Chamaedorea tepejilote*) cultivadas en los bosques tropicales (Oyama y Dirzo 1991). Algunas especies de *Phyllodecta* y *Calligrapha* defoliar los sauces (*Salix* spp) y los álamos (*Populus* spp). Además, dos especies del género *Crioceris* atacan al espárrago, *Lema trilineata* a las patatas y *Oulema melanopus* a los granos de cereales (Borror et al. 1989).

Criocerinae es una de las subfamilias mejor conocidas, debido en gran medida a que sus especies son de interés económico (Schmit 1988). Algunas larvas de *Neolema* son minadoras de hojas (sobre Commelinaceae) y otras son de vida libre. *Oulema* ataca a las gramíneas, *Crioceris* ataca a especies de Liliaceae y Asparaginaceae; *Lilioceris* ataca a especies de Liliaceae; *Stethopachys* y *Petauristes* atacan a Orchidaceae (Jolivet 1988). Las larvas de *Adocus obscurus* causan serios problemas a los cereales de Alaska, Nuevo México, Europa y Siberia (DeBach 1981, Borror et al. 1989). Flowers (1994) menciona que las larvas de algunas especies de *Colaspis* (e.g. *Colaspis hypochlora*), causan daño severo en plantaciones de plátano. Este daño consiste en roer la cáscara del fruto en desarrollo, para el combate de esta plaga, los bananeros cubren los frutos con bolsas plásticas impregnadas con plaguicidas. Algunas larvas de la especie *Diabrotica* (conocidas como larvas de la raíz, Arnett 1971), atacan a las raíces de los cereales en EUA, Centroamérica, Sudamérica y Europa, éstas incluyen especies como: *D. virgifera virgifera*, *D. virgifera zea* y *D. longicomis barberi*. Una especie presente en Tamaulipas es *Diabrotica balteata*, la cual se considera que posiblemente transmita virus a granos de soya y frijol en el Norte de Tamaulipas (Rodríguez del Bosque y Magallanes-Estala 1994). Los crisomélidos son esenciales en la polinización de muchos cultivos agrícolas, tal es el caso de los adultos de *Nonarthra* y *Arsipoda*, que se alimentan de polen (Samuelson 1989).

A pesar de que afectan a los cultivos comerciales y repercuten en la economía del productor, sólo menos del 1% de todas las especies son consideradas plagas (Pimentel et al 1992).

Crisomélidos de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC)

En el bosque tropical subcaducifolio, mesófilo de montaña y de encino-pino se reconocen un total de 10 subfamilias, 60 géneros y 128 especies. De las especies de Chrysomelidae presentes en la RBC, es en el bosque tropical subcaducifolio donde se encuentra la mayor diversidad, representada por el 82%, el resto (18%) están presentes en el bosque mesófilo y el bosque de encino-pino. La subfamilia Alticinae es la de mayor diversidad genérica y constituye el 26.1%, la subfamilia Galerucinae ocupa el segundo lugar con 20.3%, seguida en importancia por Hispinae con 17.4% y Cassidinae con 15.9%, el resto de las subfamilias contribuyen en su conjunto con 20.3% (Fig. 1). Las subfamilias con mayor riqueza de especies son: Hispinae (Fig. 4), Cassidinae, Alticinae (Fig. 2 y 3) y Galerucinae con ca. 79% del total de especies en los diferentes tipos de vegetación, las menos diversas son Chlamisinae, Chrysomelinae y Eumolpinae.

Por último, las 128 especies de Chrysomelidae registradas en la RBC integran el 0.2% del total de artrópodos y 1.6% del total de coleópteros descritos para México (Anexo 1), cifra que representa 7.2% de las especies de crisomélidos de México registradas en la *Biología Central Americana*. Sin embargo, si se compara con el valor obtenido por Llorente-Bousquets et al. (1996) de la diversidad de artrópodos registrados para Tamaulipas, esta cifra constituye 17.4%. Sin embargo, si consideramos sólo a los insectos este porcentaje se incrementa hasta 29%. La Reserva de la Biosfera El Cielo es uno de los áreas de mayor importancia para México considerando tan solo la diversidad de este grupo de coleópteros, por lo que es necesario continuar los estudios taxonómicos.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por el apoyo financiero a lo largo de los años de trabajo. El autor principal (SNM) agradece en especial a su esposa Teresa de Jesús Ornelas Linares y a su hijo Atalasis Niño Ornelas por su ayuda y apoyo. Así como a las familias Hernández Martínez, Córdoba Castillo, y a Hugo Hernández, Sergio Hernández,



Figura 1. *Charidotella sexpunctata* en su hospedero natural.



Figura 2. *Blepharida rhois*



Figura 3. Adultos de *Asphaera* sp. en su hospedero.



Figura 4. *Oxychalepus balyanus* en su medio natural

Jesús Hernández, Humberto Osorio y pobladores del ejido Lázaro Cárdenas municipio de Gómez Farías, ya que sin su ayuda y amistad, esta investigación no se hubiera realizado.

Literatura citada

- Arnett Jr., R.H. 1971.** *The Beetles of the United States (a Manual for identification)*. The American Entomological Institute. Ann. Arbor, Michigan, U.S.A. 1112 pp.
- Arnett, R. H. 1985.** *American Insect: A handbook of insect of America north of Mexico*. Van Nostrand Reinhold, New York. 850 pp.
- Boldt, P. E. y C. L. Staines. 1993.** Biology and description of immature stages of *Pentispa suturalis* (Baly) (Coleoptera: Chrysomelidae) on *Baccharis bigelovi* (Asteraceae). *Coleopterists Bulletin*, 47 (2): 215-220 pp.
- Borror, J. D., L. A. Triplehorn y N. F. Johnson. 1989.** *An introduction to the study of insects*. 6^a. Ed. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers. 875 pp.
- Clark, S. M. 1994.** Subfamilia Galerucinae. In: **Solis, A.** (ed.). *Las familias de insectos de Costa Rica*. INBIO, Costa Rica.
- CONABIO. 1998.** *La diversidad biológica de México: Estudio de país*, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 341pp.
- DeBach, P. 1981.** *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Continental. México, DF 949 pp.
- Flowers, R. W. 1994.** Subfamilia Donaciinae. In: **Solis, A.** (ed.). *Las Familias de insectos de Costa Rica*. INBIO, Costa Rica.
- Furth, D. G. 1994.** Subfamilia Alticinae. In: **Solis, A.** (ed.). *Las familias de insectos de Costa Rica*. INBIO, Costa Rica.
- Hammond, P. M. 1992.** Species inventory. En: *Global diversity. Status of the Earth's Living Resources*, B. Groombridge (ed.). World Conservation Monitoring Centre. Chapman and Hall, London. 17-39 pp.
- Hawkeswood, T. J. 1994.** Review of the biology and plants of Australian Chrysomelidae (Coleoptera) associated with *Acacia* (Mimosaceae), pp 191-204. In: **P. H. Jolivet, M. L. Cox and E. Petitpierre** (eds.). *Novel aspects of the biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 592 pp.
- Hsiao, T. 1989.** Medida de la diversidad ecológica. Coordinator of Fisheners and Wild Life Sciences. *Dept. of Zoology and Forestry*. 16: 283-289.
- Janzen, D. H. 1973.** A sweep samples of tropical foliage insects: description of study sites, with date on species abundances and size distributions. *Ecology*. 54: 659-708.
- Jolivet, P. H. A. and M. L. Cox. 1996.** *Chrysomelidae Biology*. Academic Publ., Amsterdam, The Netherlands. 465 pp.
- Jolivet, P. E. 1988.** Food habits and food selection of Chrysomelidae. *Bionomic and Evolutionary Perspectives*. pp. 1-24. In: **P. Jolivet, E. Petitpierre y T. H. Hsiao** (eds.). *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publ. Netherlands. 615 pp.
- Jolivet, P. E., E. Petitpierre y T. H. Hsiao. 1988.** *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publisher. Printed in the Netherlands. Series Entomology. 615 pp.
- Kim, K. C. 1993.** Biodiversity, conservation and inventory: why insect matter. *Biodiversity and Conservation*, 2: 191-214.
- Lazell, J. D., J. E. Keirans y G. A. Samuelson. 1991.** The Sulawesi black racer. *Coluber dipsa* (Ptyas) and a remarkable ectoparasitic aggregation. *Pacific Science*. 45(4): 331-361.
- Lopatin, I. K. 1984.** *Leaf beetles (Chrysomelidae) of Central Asia and Kazakhtan*. Amerind. Publ. Co. New Dehli, India. 416 pp.
- Llorente Bousquets, J., E. González S., A.N. García Aldrete y C. Cordero. 1996.** Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. Pp 3-14. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. **J. Llorente Bousquets, A.N. García Aldrete y E. González Soriano** (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Mafra-Neto, A. y P. Jolivet. 1994.** Entomography an Chrysomelidae adult *Aristobrotica angulicollis* (Erichson) feeding on adult meloids (Coleoptera). Pp. 172-178. In: **P. H. Jolivet, M. L. Cox y E. Petitpierre** (eds.). *Novel aspects of the biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publ. Printed in the Netherlands.
- Matsuda, K. 1988.** Feeding stimulants of leaf beetles. In: **Jolivet, P., Petitpierre, E. y Hsiao, T. H.** (eds.). *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publ. 41-56 pp.
- Metcalf, L. R. 1994.** Chemical ecology of Diabroticites. pp 153-169. In: **P. H. Jolivet, M. L. Cox y E. Petitpierre** (eds.). *Novel aspects of the biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publ. Netherlands.
- Mittermeier, R. A. 1988.** Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brasil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: *Biodiversity*. **E. O. Wilson** (ed.). Nat. Acad. Press, Washington, D. C.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch. 1992.** La importancia de la diversidad biológica en México. En: *México ante los retos de la biodiversidad* (**J. Sarukhán y R. Dirzo**, comps.). CONABIO, México. 63-73 pp.
- Monrós, F. 1959.** Los géneros de Chrysomelidae (Coleoptera). *Opera Lill.* 3: 1-336, 3 pls.
- Oyama, K. y R. Dirzo. 1991.** Ecological aspects of the interaction between *Chamaedorea tepejilote*, a Dioecius palm and rain forest. *Principes*. 35 (2) 86-93.
- Pimentel, D., S. Ulrich, D. E. Takacs, W. Dumas, A. R., Meaney, J. S., O'Neils, D. E. Onsi y D. B. Corzilius. 1992.** Conserving biological diversity in Agricultural/Forestry systems: most biological diversity exists in human managed ecosystems. *Bioscience*. 42 (5): 354-367.
- Reid, C. A. M. 1995.** A cladistic analysis of subfamilial relationships in the Chrysomelidae *sensu lato* (Chrysomeloidea). In: **Pakaluk, J. y Slipinski, S. A.** (eds.). *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. 559-631 pp.
- Riley, E. G. 1994.** Subfamilia Cassidinae. In: **Solis, A.** (ed.). *Las familias de insectos de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.
- Rodríguez del Bosque, L. A. y A. Magallanes-Estala. 1994.** Seasonal abundance of *Diabrotica balteata* and other Diabroticina Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Northeastern Mexico. *Environmental Entomology*. 23 (6): 1,409-1,415.
- Samuelson, G. A. 1989.** Pollen feeding in Alticinae (Chrysomelidae). *Entomography*. 6:407-411.

- Samuelson, G. A. 1994.** Pollen consumption and digestion by leaf beetles, pp 179-183. In: **P. H. Jolivet, M. L. Cox y E. Petitpierre** (eds.). *Novels aspects of the biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Schmit, M. 1988.** The Criocerinae. Biology, phylogeny and evolution. Chapter 28. pp 476- 495. In: **P. Jolivet, E. Petitpierre y T. H. Hsiao.** (eds). *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers. Dordrech, Netherlands. 615 pp.
- Seeno, T. N. y J. A. Wilcox. 1982.** Leaf beetle genera (Coleoptera: Chrysomelidae). *Entomographic*. 1:1221 pp.
- Suzuki, K. 1985.** Phylogenetic relationships among higher taxa of the family Chrysomelidae. *Chrysomela*. 12: 13-14.
- Suzuki, K. 1996.** Higher clasification of the family Chrysomelidae (Coleoptera). In: **P. H. A. Jolivet y M. L. Cox** (eds.). *Chrysomelidae biology*. Academic Publishing, Amstherdam, Netherlands. 35-54 pp.
- Toop, W., P. Beracz y K. Zimmermann. 1989.** Distribution pattern, fecundity, development and survival of *Melanosoma vigintipunctata* (Scop.) (Coleoptera. Chrysomelidae). *Entomography* (6): 355-371 pp.
- Verma, K. K. 1996.** Inter-subfamily relations among Chrysomelidae (Coleoptera) as suggested by organization of the male genital system. Pp. 317-351. In: **P. H. A. Jolivet y M. L. Cox** (eds.). *Chrysomelidae Biology*. Academic Publishing, Amstherdam, Netherlands.
- White, R. E. 1994.** Subfamilia Cassidinae. In: **Solis, A.** (ed.). *Las familias de insectos de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.
- Wolf, E. C. 1987.** *On the brink of extinction: conserving the diversity of life*. Worldwatch paper 78, World Institute.

Anexo 1. Especies de la familia Chrysomelidae colectadas en diferentes meses y tipos de vegetación. BTS = bosque tropical subcaducifolio, BMM = bosque mesófilo de montaña, BEP = bosque de encino-pino.

ESPECIE	MESES	BTS	BMM	BEP
ALTICINAE				
<i>Alagoasa bipunctata</i> Chevrolat	4,7-9	*		
<i>Alagoasa decemguttata</i> Fabricius	4,7-9,11	*		
<i>Asphaera abdominalis</i> Chevrolat	5,7,9,10	*	*	
<i>Asphaera xanthocephala</i> Harold	5,7,9,10,12	*	*	
<i>Blepharida rhois</i> Forster	1 a 12		*	*
<i>Centralaphthona diversa</i> Baly	2 a 12	*	*	*
<i>Centralaphthona fulvipennis</i> Jacoby	2 a 12	*	*	
<i>Cyrsylus recticollis</i> Jacoby	5,7	*		
<i>Dibolia ovata</i> LeConte	7,8,10			*
<i>Diphaltica nitida</i> Jacoby	4 a 8	*	*	*
<i>Diphaulaca aulica</i> Olivier	4,5,7,8	*	*	
<i>Disonycha angulata</i> Jacoby	4,9,11	*		
<i>Disonycha politula</i> Horn	2-8,10-12	*	*	
<i>Dysphenges nr. elongatulus</i> Horn	4 a 8	*	*	*
<i>Epitrix fasciata</i> Blatchley	1 a 12	*	*	*
<i>Lupraea melanocyanea</i> Blake	3 a 12	*	*	*
<i>Macrohaltica jamaicensis</i> Fabricius	5 a 8	*		
<i>Omophoita cyanipennis octomaculata</i> Crotch	4,7	*		
<i>Omophoita recticollis</i> Baly	4-9,12	*		
<i>Scelidopsis rufofemorata</i> Jacoby	4,5	*	*	
<i>Sphaeronychus fulvus</i> Baly	2-6,8	*	*	*
<i>Syphrea pretiosa</i> Baly	4,8-11	*	*	
<i>Systema contigua</i> Jacoby	5,7,8	*	*	
<i>Systema variabilis</i> Jacoby	7,9	*	*	*
<i>Walterianella sublineata</i> Jacoby	1-3,5,6,8,9,11	*	*	
CASSIDINAE				
<i>Agroiconota vilis</i> Boheman	4 a 7	*		
<i>Charidotella biimpressa</i> Boheman	3-5,7-9,12	*	*	
<i>Charidotella egregia</i> Boheman	7,12		*	*
<i>Charidotella emarginata</i> Boheman	8,10		*	*
<i>Charidotella hoegbergi</i> Boheman	2,4,7	*		
<i>Charidotella semiatrata</i> Boheman	3-5,7,9,12	*	*	
<i>Charidotella sexpunctata</i> Fabricius	4,5,7,9-11	*	*	*
<i>Charidotella succinea</i> Boheman	7 a 9			*
<i>Charidotella tuberculata</i> Fabricius	4,5,10	*		
<i>Charidotella annexa</i> Boheman		*		
<i>Charidotis auroguttata</i> Boheman	4,5,7,11	*		*
<i>Chelymorpha pubescens</i> Boheman	3,4,6-9,11,12	*		
<i>Deloyala guttata</i> Olivier	5,7,10,12	*		
<i>Hilarocasis exclamationis</i> Linnaeus	7,8	*		
<i>Metrionella bilimeki</i> Spaeth	3,6-11	*		*
<i>Metrionella erratica</i> Boheman	3 a 12	*	*	
<i>Microctenochira bonvouloiri</i> Boheman	4,5,11	*		
<i>Microctenochira conronata</i> Boheman	4-6,9	*	*	
<i>Microctenochira hieroglyphica</i> Boheman	4,5,10,11	*	*	
<i>Microctenochira punicea</i> Boheman	4 a 10	*	*	

Anexo 1 (continuación) Especies de la familia Chrysomelidae colectadas en diferentes meses y tipos de vegetación. BTS = bosque tropical subcaducifolio, BMM = bosque mesófilo de montaña, BEP = bosque de encino-pino.

ESPECIE	MESES	BTS	BMM	BEP
<i>Microctenochira varicornis</i> Spaeth	4,7	*		
<i>Physonota disjuncta</i> Chevrolat	8,9			*
<i>Plagiometriona crucipennis</i> Boheman	3 a 10	*	*	*
<i>Plagiometriona testudinaria</i> Boheman	4,7,8,11	*	*	
<i>Stolas lebasii</i> Boheman	7 a 11	*	*	
<i>Stolas punicea</i> Boheman	4-7,11	*	*	
CLYTRINAE				
<i>Babia ipsoides</i> Lacordaire	7	*	*	
<i>Babia tetraspilota</i> LeConte	5-7,9,10	*		
CRIOCERINAE				
<i>Lema conjuncta</i> Lacordaire	4,6-9	*		
<i>Lema trabeata</i> Lacordaire	2,4	*	*	
<i>Lema trilinea</i> White		3		*
<i>Oulema nr. collaris</i> Say	1 a 12	*	*	
<i>Oulema margineimpresa</i> Schaeffer	7		*	*
<i>Oulema nr. minuta</i> White	5 a 12	*		
<i>Oulema nr. sayi</i> Crotch	5 a 9	*		
<i>Oulema variabilis</i> White	3 a 12	*		
CRYPTOCEPHALINAE				
<i>Cryptocephalus basalis</i> Suffrian	4			*
<i>Cryptocephalus brunneovittatus</i> Schaeffer	5	*		
<i>Cryptocephalus guttulatus</i> Olivier	8			*
<i>Cryptocephalus trizonatus</i> Suffrian	3,9-12	*		
<i>Cryptocephalus umbonatus</i> Schaeffer	2,7,9,11	*	*	
<i>Diachus auratus</i> Fabricius	2 a 12	*	*	*
<i>Griburius decoratus</i> Suffrian	7,11	*		
<i>Lexiphanes scaphidioides</i> Suffrian	5,7,9,10	*	*	
CHLAMISINAE				
<i>Chlamisus admirabilis</i> Jacoby	6	*		
<i>Chlamisus quadrilobatus</i> Schaeffer	2,4-6,8	*		
<i>Chlamisus episcopalis</i> Lacordaire	4	*		
<i>Fulcidax bacca</i> Kirby		9	*	
CHRYSOMELINAE				
<i>Labidomera suturella</i> Chevrolat	1,7	*		
<i>Plagioderma semivittata</i> Stal	4,5,7	*	*	
<i>Stilodes atromaculata</i> Stal	8	*		
EUMOLPINAE				
<i>Fidia albovittata</i> Lefevre	7 a 9		*	
<i>Xanthonia lateralis</i> Jacoby	4,5	*	*	
GALERUCINAE				
<i>Acalymma blandulum</i> LeConte	1-4,6-12	*	*	
<i>Acalymma fairmairei</i> Baly	5,7,9-11	*	*	
<i>Acalymma nr. gouldi</i> Barber	6,7,11	*	*	
<i>Acalymma trivittatum</i> Mannerheim	5,9,10		*	
<i>Acalymma nr. vinctum</i> LeConte	9 a 12	*	*	

Anexo 1. (continuación) Especies de la familia Chrysomelidae colectadas en diferentes meses y tipos de vegetación. BTS = bosque tropical subcaducifolio, BMM = bosque mesófilo de montaña, BEP = bosque de encino-pino.

ESPECIE	MESES	BTS	BMM	BEP
<i>Acalymma vittatum</i> Fabricius	5,7-12	*	*	
<i>Amphelasma cava</i> Say	5,7,9-12		*	*
<i>Brucita marmorata</i> Jacoby	4,11,12	*		
<i>Cerotoma ruficornis</i> Olivier	2,3,6-12	*	*	
<i>Cyclotrypema furcata</i> Olivier	3,5,7,9-12	*		
<i>Diabrotica balteata</i> LeConte	4-9,11,12	*	*	
<i>Diabrotica longicornis</i> Say	5 a 7	*	*	
<i>Diabrotica porracea</i> Harold	5,7,9-11	*	*	
<i>Diabrotica tibialis</i> Jacoby	7	*		
<i>Diabrotica undecimpunctata howardi</i> Barber	3,9	*	*	
<i>Eccoctopsis mexicana</i> Blake	8			*
<i>Gynandrobrotica lepida</i> Say	2 a 12	*	*	*
<i>Gynandrobrotica nigrofasciata</i> Jacoby	3 a 12	*	*	
<i>Neobrotica schausi</i> Blake	1,6-11	*	*	
<i>Ophraella communis</i> LeSage	3,4,7,8	*	*	*
<i>Ophraea rugosa</i> Jacoby	4,7-9		*	*
<i>Paratriarus curtisii</i> Baly	1 a 12	*	*	
<i>Scelida metallica</i> Jacoby	5,7,12		*	
HISPINAE				
<i>Anisostena gracilis</i> Horn	1,3,6-8	*		
<i>Anisostena pilatei</i> Baly	4,7,9	*		*
<i>Baliosus marmoratus</i> Baly	3 a 12	*		
<i>Brachycoryna pumila</i> Guerin	2,8-12	*	*	
<i>Cephaloleia ruficollis</i> Baly	4 a 11	*	*	*
<i>Cephaloleia tenella</i> Baly	7	*		
<i>Chalepus amabilis</i> Baly	5,7	*	*	
<i>Chalepus bellulus</i> Chapuis	1,3,5-11	*		
<i>Chalepus hornianus</i> Weise	4,6,8	*		
<i>Chalepus pici</i> Decarpentries y Villiers	3,4,6-9	*	*	
<i>Chalepus verticalis</i> Chapuis	5	*		
<i>Heterispa vinula</i> Erichson	1-3,5-12	*	*	
<i>Microrhopala pulchella</i> Baly	1,7,9	*		
<i>Microrhopala rubrolineata</i> Mannerheim	5			*
<i>Octotoma championi</i> Baly	3,4,7,8		*	*
<i>Octotoma marginicollis</i> Horn	1,3-12		*	*
<i>Oxychalepus balyanus</i> Weise	2-4,6-8,10	*		
<i>Pentispa distincta</i> Baly	6 a 8		*	*
<i>Pentispa explanata</i> Chapuis	4,11	*		
<i>Pentispa fairmairei</i> Chapuis	1,2,4,6-9,11,12	*	*	
<i>Pentispa suturalis</i> Baly	3,7,9		*	*
<i>Sumitrosis distincta</i> Baly	1 a 11	*	*	
<i>Sumitrosis pubescens</i> Baly	5,7,8,10	*	*	
<i>Sumitrosis rosea</i> Weber	5	*		
<i>Xenochalepus chapuisi</i> Baly	8,12	*		
<i>Xenochalepus metallescens</i> Weise	4			*
<i>Xenochalepus omogerus</i> Crotch	4,7,9,10		*	*

39. Coleoptera: Curculionoidea

Robert W. Jones¹, Santiago Niño Maldonado² y Charles W. O'Brien³

¹Escuela de Biología, Univ. Aut. de Querétaro, Querétaro, MÉXICO
rjones@sunserver.uaq.mx

²Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. 87090.

³Center for Biological Control, Florida A & M University
Tallahassee, FL 32307-4100 USA

Abstract

A list of the superfamily Curculionoidea (Coleoptera) from the El Cielo Biosphere Reserve (RBC) was compiled, based mainly on identifications of specimens collected from 1985 through 1999, and by means of a literature search. A total of 96 species were identified in 49 genera of which the tribes, Anthonomini, Zygopini, and Baradini had the largest number of species. *Epicaerus* and *Baris* were the genera with the greatest number of individuals. The majority of the Curculionoidea registered in the Reserve had distributions restricted to Mexico or Mexico and Central America, and only 6% had distributions which extended into the United States of America. Five of the species found in the Reserve represent new records for Mexico. An important component of this entomofauna is apparently restricted to the Sierra Madre Oriental. The need for further systematic studies of the Curculionoidea in the region is discussed, as well as the importance of evaluating the significance of this diverse group of insects for the ecology of the Reserve.

Introducción

Los coleópteros de la superfamilia Curculionoidea, comúnmente conocidos como "picudos" o "gorgojos," agrupa cerca de 57,000 especies descritas en 6,000 géneros (O'Brien y Wibmer 1978, Thompson 1992), por lo cual es la superfamilia que contiene el mayor número de especies conocidas del planeta. Los picudos se encuentran en casi cualquier hábitat terrestre y se alimentan de la mayoría de las especies de plantas vasculares, en especial de angiospermas. Además, varios miembros de este grupo son plagas agrícolas de suma importancia en una gran variedad de cultivos. Al igual que casi todos los grupos de insectos, la diversidad de la superfamilia Curculionoidea es mayor en el trópico, donde el conocimiento del grupo y los recursos para su estudio son limitados.

Para México, Anderson y O'Brien (1996) consideran que su estudio está en una etapa de desarrollo inicial y estiman que por lo menos, 50% de las especies de los picudos mexicanos aún está por describirse. La identificación de los picudos es difícil, aún para las especies descritas, y solamente se logra al comparar los individuos colectados con especímenes depositados e identificados en una colección de referencia. Además de estas limitaciones sistemáticas, en general la colecta de Curculionoidea en México ha sido esporádica y localizada, la selección de los sitios de colecta generalmente se determinó en función del tiempo disponible y la cercanía con vías de comunicación.

Diversidad de Curculionoidea

Se han postulado varias razones para explicar la diversidad de especies de Curculionoidea y la "hiper-radiación" de algunos géneros. Uno de los factores determinantes en su diversidad radica en que gran parte de los picudos son fitófagos, estrategia alimenticia que con frecuencia resulta en especialización y rápida especiación. Futuyma (1983) presenta un modelo sencillo que predice como la evolución favorece la especialización de un insecto fitófago hacia la monofagia (sólo se desarrolla sobre una especie de planta). Para los insectos, es más eficiente reconocer y aprovechar una sola especie de planta, en lugar de mantener la habilidad de reconocer y alimentarse de varias plantas hospederas, especialmente cuando algunas de esas plantas no son muy abundantes o tienen una distribución agregada. La especialización resulta en: 1) dejar vacíos varios nichos (plantas hospederas) antes ocupados por una especie, permitiendo que sean ocupado por otras especies distintas, ó 2) a partir de una especie que inicialmente se alimentaba de varias especies de plantas, evolucionan varias especies, cada una utilizando una sola especie de las distintas hospederas originales (radiación de una especie polífaga a varias monófagas).

Una segunda característica de Curculionoidea que ha sido un factor importante de su gran diversidad, es la evolución de la ubicación de las partes bucales en el ápice de un rostro alargado (con excepciones notables en Entiminae). Este alargamiento del rostro proporciona a las hembras la habilidad para hacer una profunda y delgada excavación en una parte específica de la planta hospedera, que funciona como el sitio de oviposición (Anderson 1995). Usando esta excavación, la hembra puede colocar sus huevecillos en tejidos de alta calidad nutricional, como es el polen en botones florales, los tejidos del fruto en desarrollo, los embriones de semillas, o los brotes de hojas nuevas, entre otros. En estos sitios, los huevecillos eclosionan y las larvas cumplen su desarrollo dentro de la estructura, en parte protegidos de depredadores, parasitoides y factores abióticos. El rostro alargado asegura el alimento para las larvas y permite la selección de hábitats alimenticios muy específicos. Así, una planta puede ser hospedera de varias especies de picudos, cada uno se aprovecha y alimenta de una estructura o tejido específicos durante una determinada etapa fenológica de la planta, sin competir entre ellos.

Además de la utilización de plantas vivas para su alimentación (herbivoría), hay otros nichos alimenticios entre los Curculionoidea. Una importante diversificación ocurrió en varios grupos (Ithaurinae y Cossoninae, entre otros) que aprovechan material en descomposición (detritivoria). La explotación de este tipo de nichos incluye una gran diversidad de especies de Curculionidae en la hojarasca y el detritus de las selvas húmedas, en troncos y otras estructuras leñosas en descomposición.

Otra forma de vida y de hábitos de los Curculionoidea es como depredadores e.g. algunos miembros de la subfamilia Pterocolinae (Rhychitinidae), los cuales aprovechan los nidos (hojas enrolladas) construidos por otros picudos de la familia Atelabidae, donde las hembras se comen el huevecillo del atelábido y en su lugar ponen su propio huevo donde se desarrollará la larva (Vogt 1992).

Rareza de las especies de picudos en México

Es difícil interpretar el grado de rareza y la distribución de la mayoría de las especies de Curculionoidea de México, debido a que la colecta ha sido en general limitada y esporádica. Generalmente es cuestión de quién, dónde y

cuándo se realizó la colecta. Un ejemplo ilustrativo es una especie de *Anthonomus*, no descrita, que se desarrolla en los frutos de *Robinsonella discolor* (Malvaceae) en la selva baja y mediana de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC). Un árbol puede producir miles de frutos, una buena proporción están infestados con larvas de este picudo. Sin embargo, la única manera de obtener el adulto del picudo es recoger los frutos caídos y criarlos de frutos infestados, debido a que los adultos se quedan en el árbol muy por arriba del alcance de una red. Además, para hacer la colecta de frutos hay solamente una época muy reducida, ya que la reproducción de la planta ocurre en un tiempo limitado. Este ejemplo es representativo de numerosas especies de picudos que pueden ser abundantes en un lugar y época del año, pero que están muy poco representados en las colecciones.

Las características del ciclo de vida de los Curculionoidea y su estrecha relación con sus plantas hospederas, resaltan la necesidad de realizar colectas y estudios de largo plazo en una localidad, documentando los cambios de: abundancia, ubicación y las especies vegetales hospederas. Este tipo de estudios resulta un excelente tema de tesis, ya que brindan la oportunidad de observar las interacciones entre distintos niveles tróficos (plantas, herbívoros y parasitoides), conocer la biología de poblaciones y generar nueva información sobre plantas hospederas, así como obtener especímenes valiosos para estudios sistemáticos.

Curculionoidea en la RBC

La RBC es de gran importancia para México, en términos de extensión de área, ubicación biogeográfica y diversidad de hábitats. A pesar de esta importancia, el conocimiento de la superfamilia es muy incipiente. En una revisión de la literatura (25 referencias), no encontramos ninguna mención de alguna especie colectada en Tamaulipas anterior a 1960 y ningún registro en la RBC hasta 1970.

Por ejemplo, en la revisión de *Rhodobaenus* (Vaurie 1981) se revisaron más de 5,000 especímenes de 17 colecciones mundiales y no había ningún espécimen registrado para Tamaulipas. Esto refleja la ausencia de colectas, ya que estos picudos son grandes y comunes en el estado y la RBC, tal es el caso de *Atractomerus albolateralis* (Fig. 1).

Dado que la RBC ha sido muy poco colectada y estudiada desde esta perspectiva, la estimación de Anderson y O'Brien (1996) de que en México al



Figura 1. Curculionoidea de la Reserva de la Biosfera El Cielo: *Atractomerus albolateralis* Clark.

menos el 50% de los picudos no ha sido descrito, es probable que esta estimación también sea válida para la RBC.

El listado (**Apéndice 1**), se basa en colectas realizadas con manta y red de golpeo entre 1985 y 1999. Adicionalmente, se colectó con red de golpeo en 19 sitios localizados en transectos de 100 hasta 1,900 metros en 1994 y 1996. Como un aspecto colateral, se efectuó una revisión (no exhaustiva) de la literatura que incluyera información de colectas en la región.

Se presenta la identificación de especímenes hasta especie. Las identificaciones se realizaron con el uso de claves taxonómicas y la comparación con especímenes identificados en la colección del tercer autor (CWOB). La organización sistemática utilizada es la de Alonso-Zarazaga y Lyal (1999). Aunque la lista representa una fracción de la fauna de Curculionoidea de la RBC, es útil establecer una base de información para estudios del grupo en el futuro. Los datos permiten obtener conclusiones sobre las afinidades biogeográficas, en términos generales de esta entomofauna particular.

Se identificaron 96 especies de 49 géneros de la superfamilia Curculionoidea en la RBC (**Apéndice 1**). Las tribus con mayor representación fueron Anthonomini, Zygopini y Baradini. *Epicaerus*

y *Baris* fueron los géneros más abundantes en número de especímenes. Aunque esos grupos parecen ser los dominantes, es un artificio del método de colecta (red de golpeo), así como por el conocimiento sobre los grupos, y no representa necesariamente, las proporciones de los taxones de Curculionoidea en la Reserva

La fauna de Curculionoidea registrada, presenta una mayor afinidad con las regiones hacia el Sur de la RBC y no con las situadas al Norte. De las 96 especies enlistadas, 68% tiene una distribución registrada para México o México y Centro América (**Fig. 2**). De este porcentaje, la mayoría (67%) tiene una distribución limitada a México y el norte de Centro América, región que corresponde al "Mega-México 2" (Rzedowski 1993).

Es interesante notar que la proporción de endemismo en especies de plantas para la selva baja y el bosque mesófilo para "Mega-México 2", se estima en 60%, una proporción semejante a la estimada para Curculionoidea en la RBC. Este resultado es el esperado, dado la especificidad de los picudos por sus plantas hospederas.

Solamente 16% de los picudos registrados tiene una distribución que se extiende hasta los Estados Unidos de América, a pesar que la RBC está situada entre 300 a 400 km de la frontera.

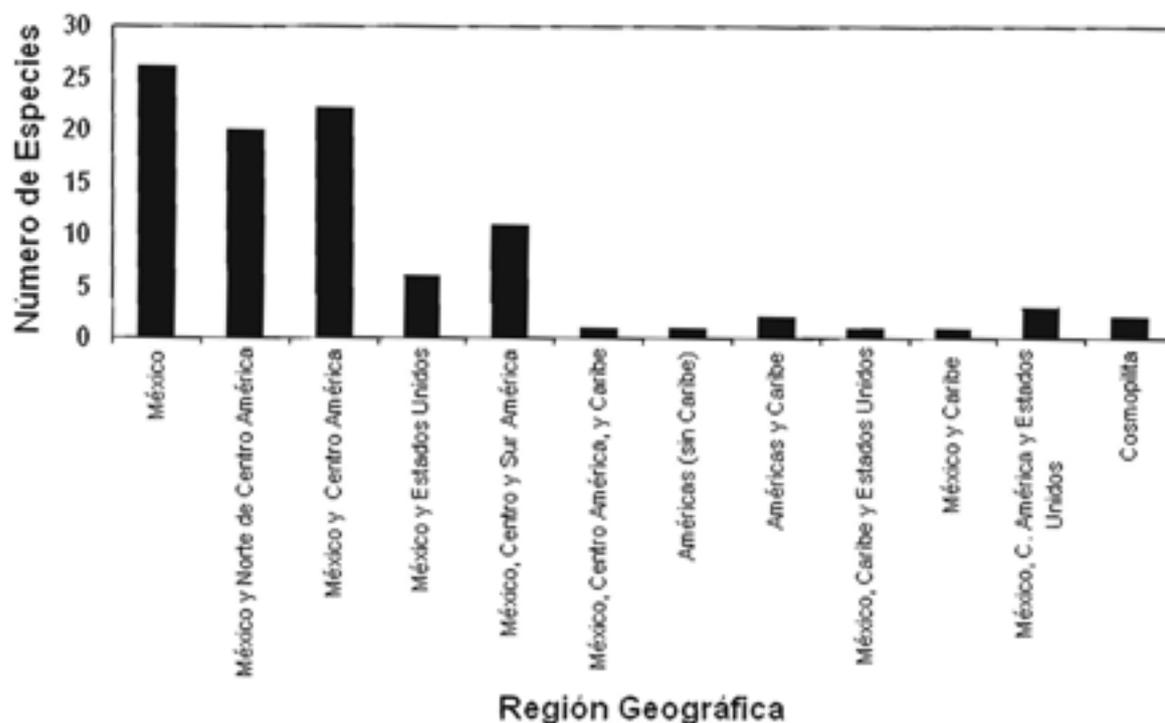


Figura 2. Distribución geográfica de las especies de Curculionoidea de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.

Este bajo porcentaje, señala claramente que la RBC representa la extensión más al norte de muchas especies tropicales. Los resultados indican también, porqué las claves de Curculionoidea publicadas para América y Norte de México, resultan de poca utilidad para identificar especies de picudos de México.

La falta de claves recientes para muchos de los géneros de Curculionoidea obliga a utilizar las claves y descripciones de la Biología Central-Americana (Sharp y Champion 1889-1911, Champion 1906-1909). Afortunadamente, el listado de O'Brien y Wibmer (1982) y sus suplementos (O'Brien y Wibmer 1982, O'Brien y Wibmer 1984 y O'Brien 1989) incluyen las especies registradas para México, además, O'Brien y Wibmer (1981, 1984) mencionan claves disponibles para ciertos grupos de picudos mexicanos. Nuevos registros para México son: *Pseudauletes centralis* (Sharp), *Piazorhinus albofasciatus* (Champion) y *Metriophilus ramosus* Champion, anteriormente señaladas de Guatemala, *Isotrachelus tibialis* (Champion), mencionada para Centro América y *Cylindrocopturus binotatus* (LeConte) antes registrada para los Estados Unidos de América.

Aunque faltan datos sobre la distribución de los picudos colectados en México, es evidente que una proporción están restringidos a la Sierra Madre Oriental (desde Nuevo León hasta Hidalgo). Por ejemplo, 26% de las especies de Anthonomini se restringen a este sistema montañoso (*Pseudanthonomus tau* Clark únicamente se ha colectado en la RBC).

Este patrón de endemismo de la Sierra Madre Oriental es más marcado en los elementos del bosque mesófilo que en los de las selvas tropicales o los bosques de encino. No se conoce mucho sobre las hospederas de los picudos encontrados de la RBC. Aunque un buen número de adultos se colectaron sobre una planta, es difícil asegurar que los estados inmaduros sean los herbívoros de la misma. Por ejemplo, *Atractomerus albolateralis* Clark, *Conotrachelus humerosus* Fahr y *Atractomerus indicivus* Clark, se encontraron sobre *Eugenia capuli*, pero sólo se ha criado *A. indicivus* en sus frutos (Fig. 3). Sin embargo, se conoce que *Anthonomus alboannulatus* y *A. triensis*, utilizan como hospedera a *Eugenia* sp.

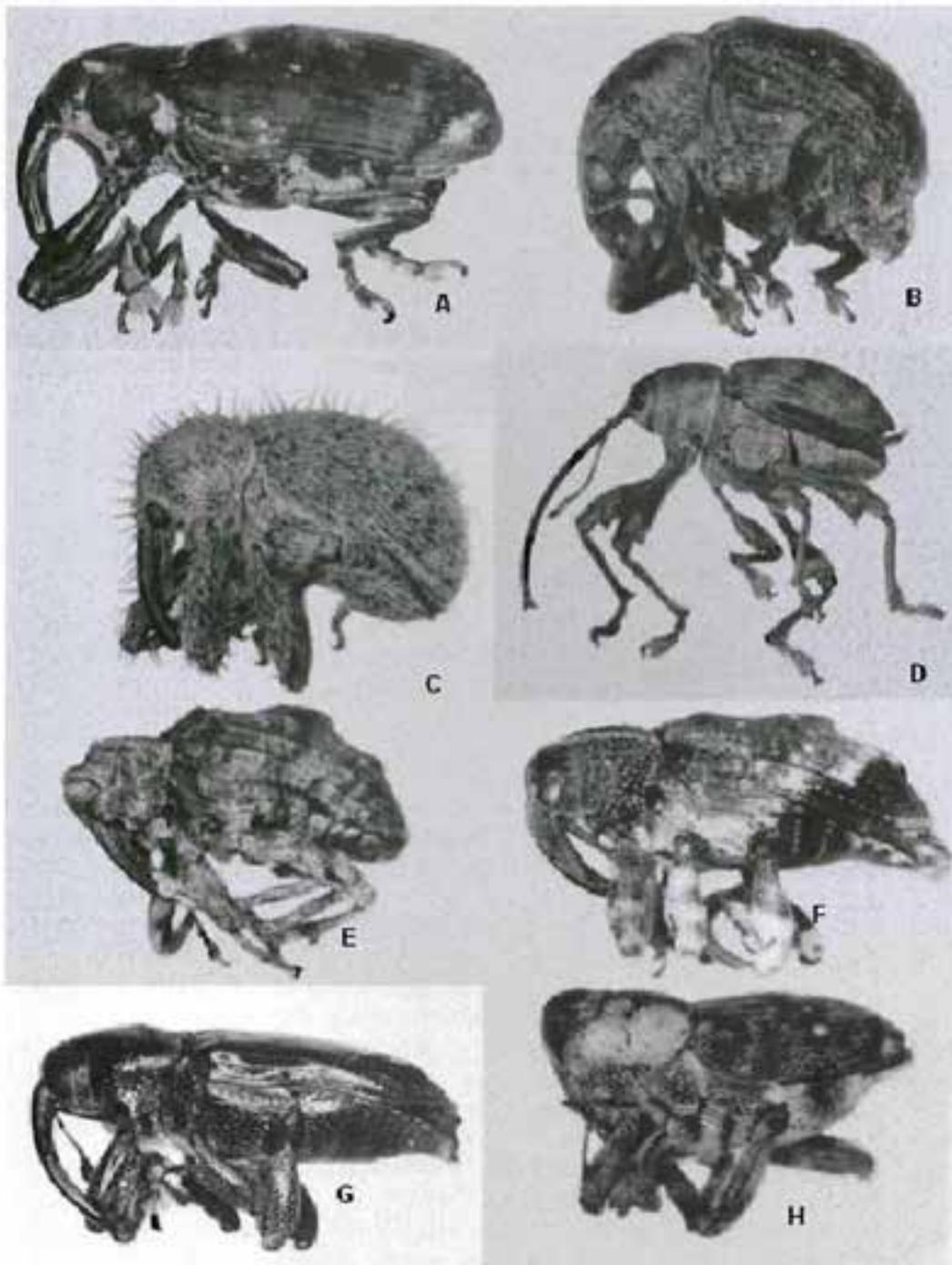


Figura 3. Curculionoidea de la Reserva de la Biosfera El Cielo. **A.** *Ileomus distinguendus* Boh., **B.** *Xestolabus sedatus* (Sharp), **C.** *Melexerus hispidis* (Champion), **D.** *Curculio ortegai* Gibson (23), **E.** *Conotrachelus humerosus* Fahr., **F.** *Conotrachelus cristatus* Fahr., **G.** *Pseudobaris gibbicollis* Champion, **H.** *Lechriops festiva* Champion.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jesús Luna Cozar de la Universidad Autónoma de Querétaro por su ayuda en la preparación e identificación de material. A Plácido Ornelas, Julián Maldonado, Jesús Hernández, Humberto Osorio, Joaquín Parra, Juan Córdoba y Teresa Ornelas agradecemos su ayuda en el trabajo de campo. Mahinda Martínez y Díaz de la Universidad Autónoma de Querétaro, Guillermo Wibmer e Ignacio Báez de la Universidad de Florida A y M quienes revisaron y corrigieron el manuscrito.

Literatura Citada

- Alonso-Zarazaga, M. A. y C. H. C. Lyal. 1999. *A World Catalogue of Families and Genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera), (Excepting Scolytidae and Platypodidae)*. The Natural History Museum, London y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Entomopraxis, Barcelona, España 315 pp.
- Anderson, R. S. 1988. An evolutionary perspective on diversity in Curculionoidea. *Mem. Ent. Soc. Wash.* 14: 103-114.
- Anderson, R. S. y C. W. O'Brien. 1996. Curculionidae (Coleoptera). En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su Conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, México, D. F.
- Burke, H. R. 1979. New species of Mexican and Central American *Anthonomus* (Coleoptera: Curculionidae). *Southwest. Entomol.* 4: 201-208.
- Champion, G. C. 1906-1909. *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Curculioninae.*, vol 4, pt. 4, pp. i-viii, 1-144 (1902); 145-312 (1903); 313-440 (1904); 441-600 (1905); 601-750 (1906); illus.
- Champion, G. C. 1906-1909. *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Curculioninae, (continuado)*, vol 4, pt. 5, pp. i-viii, 1-136 (1906); 137-240 (1907); 241-400 (1908); 401-513 (1909); illus., pt 7.
- Clark, W. K. 1978. Revision of the *Anthonomus* subgenus *Anthomorphus* Weise (Coleoptera: Curculionidae). *Quaest. Entomol.* 23: 317-364
- Clark, W. K. 1978. The weevil genus, *Sibinia* Germar: Natural history, taxonomy, phylogeny, and zoogeography, with revision of the new world species (Coleoptera: Curculionidae). *Quaest. Entomol.* 14: 91-387
- Clark, W. K. 1985. Revision of the *venustus* species group of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 111: 103-170
- Clark, W. K. 1987. Revision of the *Anthonomus* subgenus *Anthomorphus* Weise (Coleoptera: Curculionidae). *Quaest. Entomol.* 23: 317-364
- Clark, W. K. 1987. Revision of the *Anthonomus* subgenus *Anthonomocyllus* Dietz (Coleoptera: Curculionidae). *Quaest. Entomol.* 26: 559-600
- Clark, W. K. 1988. The species of the *Anthonomus* in the *albolineatus* group (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 113: 309-359
- Clark, W. K. 1989. Revision of the Neotropical weevil genus *Atractomerus* Duponchel and Chevorolet (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 114: 313-413
- Clark, W. K. 1990. Revision of the *calvescens* species group of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 116: 643-654.
- Clark, W. K. 1990. Revision of the *flavirostris* species group of the genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 116: 261-294.
- Clark, W. K. 1990. The neotropical species of *Pseudanthonomus* Deitz (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 116: 655-695.
- Clark, W. K. 1991. Revision of the *Anthonomus alboannulatus* and *Anthonomus triensis* species groups (Coleoptera: Curculionidae). *Coleop. Bull.* 45: 206-226.
- Clark, W. K. 1991. Revision of the *unipustulatus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Coleop. Bull.* 41: 73-88.
- Clark, W. K. 1991. The *Anthonomus rubiginosus* species group (Coleoptera: Curculionidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 117: 145-166.
- Clark, W. K. 1993. The weevil genus *Neomastix* Dietz (Coleoptera: Curculionidae: Anthonomini). *Coleop. Bull.* 47: 1-19.
- Clark, W. K. and H. R. Burke. 1996. The species of *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) associated with plants of the family Solanaceae. *Southwest. Entomol. Suppl.* 19: 1-114.
- Futuyma, D. J. 1983. Selective factors in the evolution of host choice by phytophagous insects. pp. 227-244. In Ahmad, S. (ed.), *Herbivorous Insects: Host seeking behavior and mechanisms*. Academic Press, New York.
- Gibson, L. 1977. Monograph of the genus *Curculio* in the New World (Coleoptera: Curculionidae), Part II. Mexico and Central America. *Misc. Pub. Entomol. Soc. Amer.*, Dec. 1977
- Hamilton, R. W. 1992. Revision of the New World genus *Himatolabus* Jekel (Coleoptera: Attelabidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 118: 197-226
- Hamilton, R. W. 1994. Revision of the New World genus *Pilolabus* Jekel (Coleoptera: Attelabidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 120: 369-411
- Hamilton, R. W. 1998. Taxonomic revision of the New World Pterocolinae (Coleoptera: Rhynchitidae). *Trans. Amer. Entomol. Soc.* 124: 203-269
- O'Brien, C. W. 1972. A review of the Mexican and Central American genus *Trachyphloeomimus*, with new species and new synonymy (Coleoptera: Curculionidae, Otorhynchinae). *Coleop. Bull.* 26: 165-178
- O'Brien, C. W. y G. J. Wibmer. 1981. An annotated bibliography of keys to Latin American weevils, Curculionidae *sensu lato* (Coleoptera: Curculionidae). *Southwest. Entomol. Suppl.* No. 2, 1-58
- O'Brien, C. W. y G. J. Wibmer. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of North America, Central America and the West Indies (Coleoptera: Curculionidae). *Mem. Am. Entomol. Inst.* 34: i-ix, 1-382.

- O'Brien, C. W. y G. J. Wibmer. 1984. An annotated bibliography of keys to Latin American weevils, Curculionidae *sensu lato* (Coleoptera: Curculionidae) (Supplement 1). *Southwest. Entomol.* 9: 279-285
- O'Brien, C. W. y G. J. Wibmer. 1984. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of North America, Central America and the West Indies – Supplement 1. *Southwest. Entomol.* 9: 286-307.
- Sharp, D. y G. C. Champion, 1889-1911. *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Attelabinae, Pterocolinae, Allocoryninae, Apioninae, Thecesterninae, Otiorhynchinae*, vol 4, pt. 3, pp. 1-40 (1889); 41-80 (1890); 81-168 (1891); 169-178 (1911); illus.
- Thompson, R. T. 1992. Observations on the morphology and classification of weevils (Coleoptera: Curculionidae) with a key to major groups. *J. Natural History* 26:835-891.
- Vaurie, P. 1981. Revision of *Rhodobaenus*. Part 2. Species in North America (Canada to Panama) (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 171 : 117-198
- Vogt, G. B. 1992. Leaf rolling weevils (Coleoptera: Attelabidae), their host plants, and associated rhynchitid weevils
- Wibmer, J. y O'Brien, C. W. 1989. Additions and corrections to Annotated checklists of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of North America, Central America and the West Indies and of South America. *Southwest. Entomol. Suppl.* No. 13, 1-49

Apéndice 1. Lista preliminar del Curculionoidea de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" Tamaulipas, México. Tipos de hábitat: SMB= Selva Mediana o Baja, BM = Bosque Mesófilo, y BE = Bosque de Encino. Clasificación de los grupos mayores (tribus, subfamilias y familias), basado en parte de Alonso-Zarazaga y Lyal (1999) y distribuciones basadas en O'Brien y Wibmer (1981).

Nombre de la Especie (Número de referencia con clave)	Sitio donde la especie fue colectada	Hábitat y Altitud	Distribución
Familia ATTELABIDAE			
Attelabinae			
<i>Himatolabus rudis</i> (Boh.) (24)	Agua Prieta, Mpio : Gómez Farías	BE, 1900	México
<i>Himatolabus vestitus</i> (Gyllenhal) (24)	Agua Prieta, La Mina, Mpio : Gómez Farías	BE1100-1900 m	México
<i>Ptilolabus californicus</i> Voss (25) Tam., B.C.)	17 km SW Cd. Victoria	SMB	México (Hgo., N.L., Ver., S.L.P.,
<i>Ptilolabus purpureus</i> Voss (25)	Pozo Azul, Mpio : Gómez Farías	SMB	México (Ver., S.L.P., Tam.)
<i>Xestolabus corvinus</i> (Gyllenhal)	Agua Prieta, La Mina, Mpio : Gómez Farías	BE1100-1900 m	México, C. Amer., S. Amer.
<i>Xestolabus sedatus</i> (Sharp)	El Peñon Mpio : Liera de Canales	SMB100 m	México, Guat.
FAMILIA RHYCHITIDAEPTEROCOLINAE			
<i>Pterocolus setosus</i> Hamilton (26)	Lindero, Chapulin, Mpio : Gómez Farías	BE1600-1700 m	México (Guer., Hgo., S.L.P., Tam.)
RHYCHITINAE			
<i>Eugnamptus cinctus</i> Sharp	Varias localidades, Mpio : Gómez Farías	BM, BE700-1400 m	México
<i>Involvulus scutellaris</i> (Sharp)	El Julilo, La Mina, Mpio : Gómez Farías	BM1100-1400	México, Guat., Hond.
<i>Pseudauletes centralis</i> (Sharp)	La Calzada, Mpio : Gómez Farías	BM1000 m	Guat.
FAMILIA CURCULIONIDAE			
CURCULIONINAE			
Anthonomini			
<i>Anthonomus aeneolus</i> Dietz (21)	20.5 km S Cd. Victoria	SMB	México (Coah., N.L.) ; USA : TX

			Hond. ; Haití, P. Rico, Venezuela ; USA : Florida
<i>Anthonomus altamnis</i> Clark (12)	El Dos, Mpio : Gómez Farías S.L.P.)	200 m	México (Tam., Ver.,
<i>Anthonomus caracasius</i> (Faust) (9)	Nacimiento Río Frio, 5 km W. El Encino, y 8 km N. Llera de Canales	SMB	México (B.C.S, Camp., Chis., Guer., Q. Roo, S.L.P., Sin., Tam., Yuc.) ; Trinidad; Ecuador ; Venezuela
<i>Anthonomus elutus</i> Clark (21)	8 km N de El Encino, Mpio : Llera de Canales,	SMB	México (Camp., Q.Roo, Tab., Chis., Guer., Hgo., Oax., S.L.P., Tam., Ver., Yuc.) ; Guat. ; El Salv.; Hond. ; Nic., C. Rica , Belize
<i>Anthonomus flavirostris</i> Champion (15)	Gomez Farías		México (Tam., Guer, Mor., N.L.) ; Guat. , Panama
<i>Anthonomus griseisquamis</i> Champion	Mpio : Jaumave Los Nogales	Matorral xerófilo	México (Ver., Oax., Chis., Tam., S.L.P.) ; Hond.
<i>Anthonomus lomonga</i> Clark (14) S.L.P.) ; Venezuela : Aragua	Rancho del Cielo, Mpio : G. Farías	BM1000 m	México (Tam., Hgo.,
<i>Anthonomus nullus</i> Clark (19) S.L.P., Tam., Hgo., Ver.)	Nacimiento de Río Frio, Mpio : G. Farías		México (Yuc., Q.Roo,
<i>Anthonomus phymosiae</i> Burke (4) Hgo., Ver.)	Cerca Altas Cimas, Mpio : G. Farías	SMB, 800 m	México (Pue., Tam.,
<i>Anthonomus quechpini</i> Clark (12)	15 km SW Cd. Victoria		México (Tam., N.L., Mich.)
<i>Anthonomus ruffoi</i> Clark (10)	Cañon de Novillo, Mpio : Victoria	SMB	México (Tam., SLP)
<i>Anthonomus schwarzi</i> Clark (9)	8 km N. Llera de Canales	SMB	México (Tam., Camp., Sin., Yuc. Coah.) ; Cuba, Jamaica USA : TX
<i>Anthonomus somniculosis</i> Clark (21)	Camino a Rancho del Cielo, cerca Gómez Farías	SMB	México : (Chis., Guer., Hgo., Oax., S.L.P., Tam., Ver.) ; Guat. ; El Salv.; Hond. ; Nic.
<i>Anthonomus triensis</i> Clark (17)	cerca estación Biol. Calindo, , Mpio : G. Farías	BM1200 m	México : (Ver., Oax., Chis., Tam., S.L.P.) ; Hond.
<i>Anthonomus unipustulatus</i> Clark (18)	5 mi N Llera de Canales, Tamps USA	SMB	México; Belize ; Guat. ; C. Rica ; Nic. Panama ;
<i>Anthonomus xanthoxyli</i> Linell (11)	35 km SE Cd. Victoria	SMB	México (Tam., N.L., Chis.) ; USA : TX
<i>Atractomerus albolateralis</i> Clark (13)	Above Altas Cimas, Mpio : Gómez Farías	BM, 800 m, sobre <i>Eugenia capuli</i> ,	México : (Edo. Mex., S.L.P., Tam., Chis.)
<i>Atractomerus indicivus</i> Clark (13)	Cerca de Rancho de Cielo, Mpio :	BM, 1000 m,	México : (Morelos,

	Gómez Farias	Larva en frutos de <i>Eugenia capuli</i>	Veracruz); Hond., Brasil
<i>Melexerus hispidis</i> (Champion)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB200-500 m	Mexico, Cuba, Jamaica
<i>Neomastix spatium</i> Clark (20)	Cd. Victoria	SMB	México
<i>Pseudanthonomus positron</i> Clark (16)	Cañon de Novillo Mpio : Victoria	SMB	México (Tam., N.L.)
<i>Pseudanthonomus tau</i> Clark (16)	Camino a Rancho del Cielo, Mpio : Gómez Farias	SMB500 m única localidad	México, (El Cielo, Tamp,
	registrada)		
Curculionini			
<i>Curculio ortegai</i> Gibson (23)	Rancho del Cielo, Gómez Farias	BM 1400 m	México (Pue., Tam., Hgo., Ver.)
OTIDOCEPHALINI			
<i>Myrmex cylindricollis</i> (Champion)	Charco del Lindero, Mpio : Gómez Farias	BE1600 m	México
PRIONOBRACHIINI			
<i>Prionobrachium schoenherr</i> Faust	El Descanso, La Enchapapota, Mpio : Gómez Farias	SMB500-600 m	México ; Cen. Amer., S. Amer.
Piazorhinini			
<i>Piazorhinus albofasciatus</i> (Champion)	Cueva de Ajoles : Mpio : Gómez Farias	BE1500 m	Guat. *
<i>Piazorhinus scutellaris</i> (Say)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM400-1100 m	Guat., Nic., Pan.*
<i>Piazorhinus uniformis</i> (Champion)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM400-1100 m	USA; México ; Cen. Amer.
Tychiini			
<i>Sibinia grypa</i> (Casey) (8)	Límite sur de la RBEC, cerca Antiguo Morelos	Hospedera : <i>Lysitoma divericata</i>	México ; C. Amer.
<i>Sibinia suturalis</i> (Schaeffer) (8)	Varias localidades al límite sur de la RBEC	Hospedera : <i>Mimosa</i> spp.	México ; USA
ERIRHININAE			
Derelomini			
<i>Phyllotrox marcidus</i> Champion	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	SMB, BM, BE200-1600 m	México, C. Rica, Nic. Pan.
<i>Phyllotrox suturalis</i> (Boh.)	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	SMB, BM, BE 500-1600 m	México, Guat.
Smicronychini			
<i>Smicronyx spretus</i> Dietz	La Viente, Agua Prieta Mpio : Gómez Farias	BE1800- 1900 m	USA : AZ, NM., TX.
ENTIMINAEOPHRYASTINI			
<i>Ophryastes cinereus</i> Fahr.	Mpio : Jaumave Los Nogales	Matarrol xerófilo	USA (TX) ; Mexico
OTIORHYNCHINI			

Sección: V. Los Invertebrados

<i>Trachyphloeomimus mexicanus</i> O'Brien (27)	Rancho del Cielo, Mpio : Gómez Farias	BM, 1200 m (hojarasca)	México
Tanymecini			
<i>Pandeteleus brevipes</i> Champion	La Viente, Mpio : Juamave	BE1800	México, Guat.
<i>Pandeteleus nodifer</i> Champion	Los Nogales Mpio : Juamave	Matorral	México, El Salv., Hond., Nic., Jam., S. Amer. USA, (FL., TX.)
<i>Pandeteleus ornatifrons</i> Champion	El Pino, Mpio : Gómez Farias	BE	México
HYPERINAE			
CEPURINI			
<i>Isorhinus undatus</i> (Champion)	El Dos, Mpio : L. de Canales	SMB 200 m	México
<i>Phelypera distigma</i> (Boh.)	La Enchapotada, Mpio : Gómez Farias	SMB 500 m	México, C. Amer.
LIXINAE			
LIXINI			
<i>Ileomus distinguendus</i> Boh.	Varias localidades, Mpio : Gómez Farias	SMB y BM 600-1100 m	México, C. Amer.
MOLYTINAE			
CONOTRACHELINI			
<i>Conotrachelus corallinus</i> Champion	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB 500-700 m	México
<i>Conotrachelus cristatus</i> Fahr.	El Seis : Mpio : Gómez Farias	SMB, 700 m	USA (MS), México, C. Amer., S. Amer.
<i>Conotrachelus humerosus</i> Fahr.	Rancho del Cielo : Mpio : Gómez Farias	BM 1100 m	México, C. Amer., S. Amer
<i>Pheloconus rubicundulus</i> (Boh.)	La Virgen : Mpio : Gómez Farias	SMB, 800 m	México, C. Amer., S. Amer.
CRYPTORHYNCHINAE			
CRYPTORHYNCHINI			
<i>Metriophilus ramosus</i> Champion	El Seis : Mpio : Gómez Farias	SMB 700 m	Guat. *
<i>Phyrdenus setiferus</i> (Boh.)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM, 100-1200	México, C. Amer., S. Amer
CONODERINAE (formally ZYGOPINAE)			
Lechriopini			
<i>Lechriops festiva</i> Champion	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM 300-1200 m	México, C. Amer.
<i>Lechriops lebasii</i> (Boh.)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM 400-1200 m	México, C. Amer. S. Amer.
<i>Lechriops stictica</i> Champion	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB, BM 300-1200 m	México
<i>Microzurus championi</i> Hustache	El Seis, Mpio : Gómez Farias	SMB700 m Salv.	México, Belize, Hond. El
<i>Philides comans</i> Champion	El Alamillo, Mpio : Gómez Farias	SMB900	México, El Salv.
Lobotrachelini			
<i>Isotrachelus tibialis</i> (Champion)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB 300-700 m	Guat., Nic., Pan. *
Piazurini			

<i>Piazurus succivus</i> Boh.	El Diez, Mpio : Gómez Farias	BM1200	México, Guat., Hond. Pan., C. Rica.
Zygopini			
<i>Copturomimus confluentis</i> Champion	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	BM900-1200 m	México, Hond. Pan.
<i>Copturus lamprothorax</i> Heller	El Diez, Mpio : Gómez Farias	BE1300 m	México, Belize, Guat., Hond. Nic., Pan.
<i>Cylindrocopturus albonotatus</i> Champion	Varias localidades : Mpio: Gómez Farias	SMB400-700 m	México, Hond.
<i>Cylindrocopturus armatus</i> Champion	Varias localidades : Mpio: Gómez Farias	SMB, BM, BE 100-1900 m	México
<i>Cylindrocopturus binotatus</i> (LeConte)	El Chapulin : Mpio : Gómez Farias	BE1700 m	USA : (Este y TX)
<i>Cylindrocopturus tetralobus</i> Champion	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB300 m	México, Hond.
BARIDINAE Baridini			
<i>Pseudobaris gibbicollis</i> Champion	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	BE1500-1900 m	México
<i>Lepidobaris latisquamis</i> Champion	La Viente Mpio : Gómez Farias	BE1800 m	México
Madarini			
<i>Glyptobaris rugata</i> (Boh.)	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	SMB, BM 500-1000 m	México, C. Amer.
<i>Anisorhamphus squamiventris</i> Champion	Rancho del Cielo Mpio : Gómez Farias	SMB, BM 200-1200 m	México, C. Amer.
<i>Madarus bistrigellus</i> Boh.	Varias localidades Mpio: Gómez Farias	BM, 1000-1200 m	México, C. Amer.
Madopterini			
<i>Geraeus bipustulatus</i> Champion	Entre Altas Cimas y Calindo, Mpio: Gómez Farias	SMB300 m	México, Nic.
<i>Geraeus farinosus</i> Champion	El Peñon, Mpio : Liera de Canales	SMB100 m	México, Belize, Hond. Nic.
<i>Geraeus hospes</i> Casey	El Chapiulin Mpio : Gómez Farias	BE1700 m	México, USA (AZ, NM, TX), C. Amer
<i>Geraeus incolatus</i> Champion	Entre Altas Cimas y Calindo, Mpio: Gómez Farias	SMB600 m	México
<i>Geraeus lentiginosus</i> Boh.	Entre Altas Cimas y Calindo, Mpio: Gómez Farias	SMB600 m	México, C. Amer
<i>Geraeus metoecus</i> Champion	Varias localidades, Mpio : Gómez Farias	SMB600 m	México, Guat., Nic., Pan.
<i>Geraeus picumnis</i> (Hbst.)	Varias localidades : Mpio : Gómez Farias	SMB 100-500 m	México, USA, C. Amer.
<i>Geraeus podagrosis</i> Boh.	Mina del Mármol : Mpio : Gómez Farias	SMB300 m	México, C. Amer.
<i>Geraeus simulator</i> Champion	Varias localidades : Mpio: Gómez Farias	SMB y BM 200-1200 m	Guat. y México
<i>Geraeus x-notatum</i> Champion	Varias localidades, Mpio: Gómez Farias	BM, BE, 1200-1900 m	México, Pan.
<i>Zygobarella tristicula</i> (Champion)	La Viente Mpio: Gómez Farias	SMB, BM 300-1300 m	México, Guat. Nic.
Pantotelini			
<i>Cyriorix championi</i> Huast.	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	SMB, BM	México, Guat.

		800-1200	
<i>Cyrtomyx clathratus</i> Champion	Varias localidades Mpio : Gómez Farias	SMB, BM	México, Guat., Hond
		400-1200	
COSSONINAE Dryotribini			
<i>Allopentarthrum efumbe</i> (Boh.)	La Enchapapota Mpio : Gómez Farias	SMB, 500 m	Hond., Nic., Pan., S. Am. ; Ascension*
Familia Dryophthoridae			
RHYNCHOPHORINA			
ESPHENOPHORINI			
<i>Rhodobaenus deltooides</i> Chevrolat (34)	Varias localidades, Mpio : Gómez Farias	SMB300- 900 m	México; C. Amer.
<i>Rhodobaenus lebasii</i> (Gyllenhal) (34) Amer.	Varias localidades, Mpio : Gómez Farias	SMB200-300 m	México; C. Amer.; S.
<i>Rhodobaenus sanguineus</i> (Gyllenhal) (34)	Rancho del Cielo, Mpio Gómez Farias	SMB200-300 m	México; C. Amer.
<i>Rhodobaenus thoracicus</i> (Gyllenhal) (34)	Peña Güera, Mpio Gómez Farias	SMB400 m	México; C. Amer.
LITOSOMINI			
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	La Mina, El Diez Mpio : Gómez Farias	BM 1100-1100 m	Cosmopolita.
<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	La Mina, La Catzada Mpio : Gómez Farias	BM1000-1100 m	Cosmopolita.

*Nuevos registros para México

40. Diptera: *Pantophthalmus roseni* (Enderlein)

Santiago Niño Maldonado¹, Pedro Reyes-Castillo², Gerardo Sánchez-Ramos³
y J. Rafael Herrera Herrera¹

¹ Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. 87090.

² Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO

³ Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928, Cd. Victoria, Tamps., 87040, MÉXICO.

Abstract

In the Biosphere Reserve El Cielo, the dipteran *Pantophthalmus roseni* (Enderlein) is distributed from 700-1,500 m asl, in the semideciduous tropical forest, cloud forest and pine-oak forest. Among seven host species, *P. roseni* shows preference for *Quercus sartorii* Liebm. Oviposition occurs from May to September on the bark of live trees; larvae penetrate bark and xylem, excavating a system of galleries with a main external opening. Pupation lasts two months and the adult emerges between May and October. The duration of the larva and pupa stages is over two years inside the host trees and the adult longevity is up to 20 days. We found 133 infested oaks, out of 1,000 surveyed: 56.4% in *Quercus sartorii*, 39.1% in *Q. rysophylla*, and 4.5% in *Q. germana*. On the stems of these trees, a total of 2,040 external holes were counted: 50.5% of them showed larval activity. The main damage to the trees is caused by the larvae that perforate the wood, producing a dark exudate.

Introducción

Los insectos del orden Diptera están representados por cerca de 150,000 especies descritas en el planeta (Brusca y Brusca 1990), entre las cuales, 20 especies pertenecen a los géneros: *Pantophthalmus* y *Opetiops*. Estas son exclusivas de la región Neotropical y son poco conocidas biológicamente, son miembros de la familia Pantophthalmidae (Val 1976), antes Acanthomeridae (Knab 1914). La distribución de Pantophthalmidae abarca las regiones tropicales, desde México hasta Argentina (Fonseca 1950). De las 19 especies conocidas de *Pantophthalmus*, se han registrado cuatro especies en los siguientes estados mexicanos: En Chiapas y Veracruz *P. bellardii* (Bigot), en Puebla *P. planiventris* (Wiedemann), en México, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz *P. roseni* (Enderlein), y *P. zoos* (Enderlein) endémica de Oaxaca (Flores y Sánchez-Ramos 1988, Val 1992, Cibrián Tovar *et al.* 1995).

El registro en el Sur de México de *P. tabaninus* (Thunberg), broca del árbol del hule (*Hevea brasiliensis*) por MacGregor y Gutiérrez (1983) debe ser confirmado, puesto que se trata de una especie propia de Panamá y Sudamérica (Val 1992). En la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), *Pantophthalmus*, fue citado por vez primera del bosque mesófilo de montaña por Reyes-Castillo (1985) de larvas obtenidas de un encino (*Quercus* sp.). Más tarde, fue identificado el adulto como *P. roseni* y denominado barrenador del encino (Flores y Sánchez-Ramos 1989). Esta región representa el límite de distribución septentrional de la familia en el Continente Americano, donde *P. roseni* vive en distintos árboles de los bosques tropical subcaducifolio, mesófilo de montaña y de encino-pino (Sánchez-Ramos y Flores 1989, Herrera 1992).

Pantophthalmus roseni se distribuye en un gradiente de 700 a 1,500 m snm. En la RBC se localizó en siete especies de árboles del bosque mesófilo (**Cuadro 1**). De éstas, prefiere las especies de *Quercus*, especialmente al encino blanco (*Q. sartorii* Liebm). Esta última, fue la hospedera del límite altitudinal inferior (700 m) y el nogalillo *Carya ovata* var. *mexicana* Manning la del límite superior (1,500 m). Sin embargo, su mayor incidencia se registró en diversos encinos de los bosques mesófilo de montaña y de pino-encino, situados entre 1,100 a 1,200 m snm. La distribución de los árboles hospederos de *P. roseni* se extiende por el Este de México, la mayoría son típicos de la Sierra Madre Oriental (Puig 1993) y característicos del dosel (18-30 m de altura), o del segundo estrato arbóreo (12-18 m de altura) en el bosque mesófilo de montaña (Puig *et al.* 1987), excepto *L. pulverulenta*, árbol de la vegetación secundaria en altitudes inferiores a 1,000 m, y *Q. rysophylla* que abunda más en el bosque de pino-encino, entre los 1,000 - 1,400 m de altitud.

Cuadro 1. Especies hospederas de *Pantophthalmus roseni* con base a sus rangos diamétricos (D.A.P.), medias y desviaciones estándares de infestación.

Hospedero	No. de árboles	Rango (cm)	Media (cm)	Desviación estandar (± 1 D.E.)
<i>Quercus sartorii</i>	158	19.3 - 115.1	56.34	17
<i>Quercus germana</i>	30	29.8 - 85.3	51.97	13.6
<i>Quercus rysophylla</i>	54	34.0 - 72.3	50.04	10.4
<i>Clethra pringlei</i>	2	45.6 - 49.5	47.55	1.95
<i>Leucaena pulverulenta</i>	1	13.0	-	-
<i>Acer skutchii</i>	1	67.9	-	-
<i>Carya ovata</i>	1	29.0	-	-

Un somero análisis sobre la distribución y la altitud de las localidades de varias especies de *Pantophthalmus* en Sudamérica (Carrera y D'Andretta 1957, Val 1976) sugiere una tendencia por preferir los bosques tropicales húmedos, lo que explica la distribución de *P. roseni* en el bosque mesófilo de montaña, la formación vegetal más húmeda del Noreste de México. El reducido número de hospederos nativos conocidos para *P. roseni*, comparado con al menos 20 especies de árboles hospederos nativos e introducidos donde se ha encontrado a otra especie *P. pictus* (Wiedemann) en Brasil (Carvalho 1950), parece indicar cierta tolerancia por hospederos provenientes de provincias biogeográficas disímiles.

Historia natural de barrenos de los encinos: Biología y hábitos

La emergencia de las hembras adultas de *Pantophthalmus roseni* se inicia a fines de la primavera y finaliza a principios del otoño, periodo durante el que ovipositan grupos de 2 a 4 con un máximo de 26 a 35 huevos, que colocan entre las grietas y fisuras de la corteza en árboles vivos. El huevo mide de 4.0-4.2 mm de longitud por 1.0-1.2 mm de diámetro, el corión presenta una ornamentación alveolar que le confiere el aspecto de panal, recién ovipositados son de color rosa metálico brillante, que más tarde cambia a verde olivo o grisáceo brillantes. En Brasil, *P. pictus* y *P. tabaninus* presentan un periodo de oviposición similar de seis meses, que se inicia en octubre y finaliza en marzo, los huevos, en grupos de 3 a 11 hasta masas de 50 ó 100, los colocan en la corteza de árboles vivos, recién abatidos o muertos (Carrera y D'Andretta 1957).

Cuando la larva aviva (Fig. 1), perfora la corteza y el xilema de tres a 12 mm, iniciando la excavación radial de una galería central permanente en forma de arco y con tres a cinco ramificaciones secundarias, sistema de galerías que se extiende en un plano horizontal y ocupa la mayor parte del área en árboles con diámetro pequeño y solo una parte en los de diámetro mayor a 30 cm. Este sistema de galerías tiene un solo orificio externo y una larva que se desarrolla en su interior (Fig. 2). La excavación de este sistema de galerías es similar en *P. pictus* del Brasil, dentro del que se encuentra una larva o a veces dos (Fonseca 1950).

Dependiendo del árbol hospedero, por la parte inferior del orificio externo es visible una exudación líquida de color amarillo, marrón oscuro o negro, producto de la actividad excavadora de la larva y de la fermentación del tejido vegetal. Al aproximarse el invierno, la larva obstruye el orificio externo con restos de madera evitando los cambios bruscos de temperatura en el interior del sistema de galerías. La larva próxima a pupar limpia la galería central y elimina los residuos al exterior, en el interior de la galería gira y dirige su porción frontal hacia el orificio externo. La pupa permanece cerca del exterior la mayor parte del tiempo y es frecuente observar su tórax fuera del orificio externo, siempre retrocede al interior de la galería ante cualquier ruido y algunas logran desarrollarse en galerías inundadas. Es probable que en el estadio de pupa este díptero tenga un periodo de duración superior a los dos meses, similar al registrado en *P. pictus* del Brasil (Carrera y D'Andretta 1957). La pupa es de mayor tamaño en la hembra que en el macho, la hembra mide de 24-53 mm de largo por 6-13 mm de diámetro y el



Figura 1. Vista ventral de larva de *Pantophthalmus roseni*, se aprecian las bránqueas que permiten el intercambio gaseoso dentro de la galería, (Foto. Jaime Flores Lara).



Figura 2. Galería de *P. roseni* en un encino rojo (*Quercus germana*) del bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Cielo. (Foto. Jaime Flores Lara).

macho de 24-46 mm de largo por 6-12 mm de diámetro.

Al aproximarse la emergencia, el adulto abre el pupario con ayuda del ptilinum, presionando y empujando para sacar primero la cápsula cefálica y después las patas anteriores, con las que libera las patas medias y posteriores; sale por completo de la exuvia mediante una serie de movimientos pendulares del cuerpo y se queda colgado cabeza abajo en el fuste del árbol; después de un tiempo, gira hacia arriba, lubrica sus alas con un líquido café amarillento y las extiende varias veces moviéndolas con rapidez. Las alas son de color amarillo claro al emerger, después de un tiempo se torna anaranjada la parte superior con franjas negras inferiores; las patas son de coloración cremosa o blanco-verdosa, posteriormente son de color café-rojizo y negro del tarso a la coxa. El tórax con la banda intermedia negra y el abdomen de color verde-acuoso o celeste, parecido al de los alterios. Después de unos minutos de emergido el adulto, el tórax y el abdomen toman el color café rojizo o negro, característico de la especie (Fig. 3). La hembra es más grande que el macho, en un trabajo desarrollado por Flores y Sánchez-Ramos (1989) utilizando un tamaño de muestra $n=83$ adultos (51 hembras y 32 machos), los autores midieron los

adultos, resultando la hembra con una dimensión promedio 27.0 - 47.0 mm de largo, por 47.0 - 86.0 de envergadura, y el macho de 27.0 - 41.0 mm de largo y 45.0 - 76.0 mm de envergadura. La pupa de ambos sexos de *P. roseni* es de talla mayor a la de *P. pictus* (Fonseca 1950). La emergencia del adulto se inicia en mayo para ambos sexos (Flores y Sánchez-Ramos 1989) y termina durante septiembre en la hembra y octubre en el macho. Durante el mes de mayo emerge mayor número de machos que de hembras, en una relación de 10:1; en el periodo julio-agosto es cuando mayor actividad se observa, e ese periodo se logró la captura de 31 hembras y 24 machos, disminuyendo hacia el mes de octubre. Sin embargo, durante el periodo completo de emergencia existe una ligera proporción mayor de hembras que machos, la relación macho/hembra es de 1:1.6 (Sánchez-Ramos *et al.* 1994, Niño 1992), relación menor a la de *P. pictus* que es de 1:1.96 (Andrade 1929).

La emergencia ocurre durante la mañana hasta el mediodía y en la tarde de 16:00 a 19:00 horas, tanto en días soleados como lluviosos, horario de emergencia similar al de *P. pictus* (Andrade 1929). Una gran parte de hembras y machos emergen de galerías mayores a 12 mm de diámetro y en menor número de galerías con diámetro de 4.5 a 7.5 mm (Fig. 4).



Figura 3. Adulto de *P. roseni* emergiendo de un encino rojo (*Quercus germana*) en la Reserva El Cielo, (Foto Gerardo Sánchez).

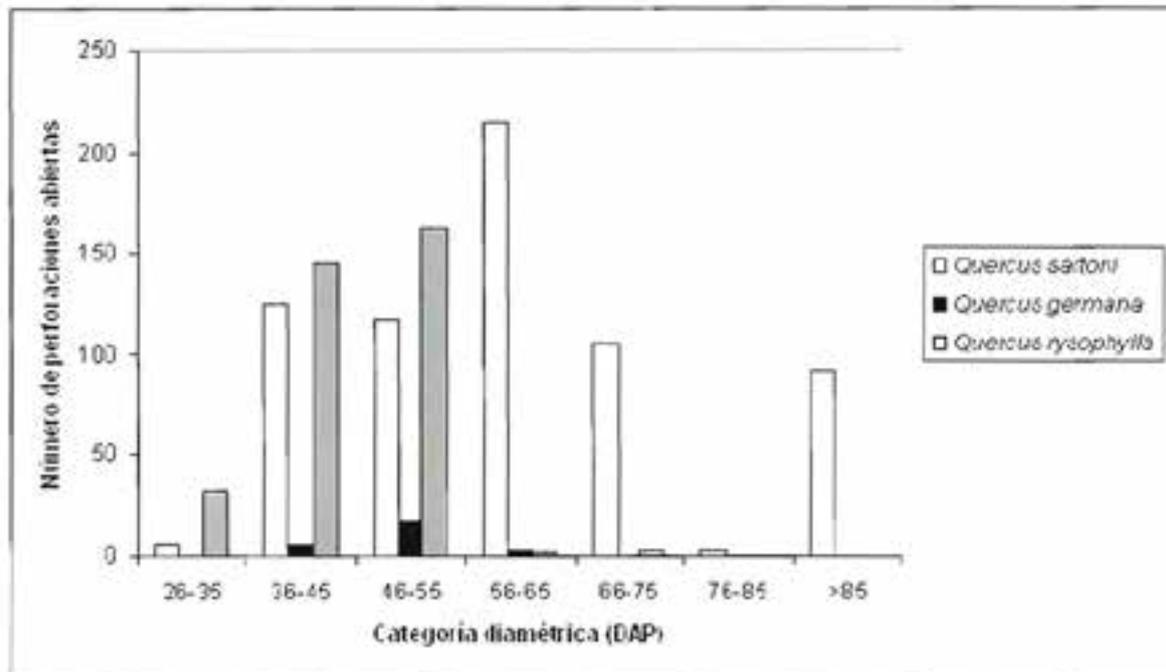


Figura 4. Categorías diamétricas (DAP) y número de perforaciones producidas por *Pantophthalmus roseni* en tres especies de *Quercus* (encinos) representativas del bosque mesófilo de montaña.

La mayoría de los machos emergen de galerías situadas a una altura de tres a seis metros sobre el fuste de los árboles. La emergencia del adulto se desencadena al aumentar la temperatura y la precipitación, factores abióticos que parecen jugar un papel importante en el ciclo de vida de esta especie. A temperaturas inferiores ($< 20^{\circ}\text{C}$), la emergencia se reduce, incrementándose cuando la temperatura ambiental aumenta (mayo a agosto). La emergencia es mínima o nula a precipitaciones menores de 200 mm (de enero a abril y de octubre a diciembre), y aumenta gradualmente conforme se presentan precipitaciones por arriba de este valor hasta alcanzar su valor máximo de mayo a agosto. En septiembre baja la emergencia de adultos, este mes exhibe una precipitación mayor a 200 mm, pero con una temperatura inferior ($< 20^{\circ}\text{C}$).

Se estima que *P. roseni* vive más de dos años dentro del árbol en los estados larval y pupal, el adulto alcanza una longevidad de cinco a 20 días en condiciones de cautiverio, duración de vida adulta en cautiverio menor a la de *P. pictus* (Andrade 1929). En condiciones de cautiverio los adultos se rechazan fuertemente entre ellos sin distinción de sexo.

Metodología

Ecología en el bosque mesófilo de montaña

Para determinar la abundancia de la población nativa de *Pantophthalmus roseni* en árboles del bosque mesófilo de montaña, se realizaron tres tipos de muestreo: 1) un inventario general en un trayecto de 8.2 km, situado entre 700 a 1,500 m snm, 2) un muestreo sistemático al azar en 1,000 árboles de encino, y 3) un muestreo de puntos por cuadrantes (Camacho-Vera *et al.* 1985), que cubrió una superficie de 50 ha, donde en 200 puntos se censaron 800 árboles de encino. En estos muestreos se incluyeron los siguientes parámetros: altura de las perforaciones, especies dañadas, número de perforaciones y orientación cardinal del daño en el fuste del árbol.

Resultados

El inventario general manifestó una tendencia preferencial de *P. roseni* por vivir en el fuste de árboles de encino y una menor proporción en otras cuatro especies arbóreas. Por su presencia en un número significativo de árboles y mayor diversidad de hospederos, se determinó el bosque mesófilo de montaña como la formación vegetal característica del barrenado del encino.

En el muestreo sistemático ($n=1,000$ encinos), *P. roseni* se encontró viviendo en 133 árboles. En estos últimos 56.4% perteneció a encinos blancos (*Quercus sartorii*), 39.1% al encinos rojos (*Q. rysophylla*), y 4.5% al encinos negros (*Q. germana*). Sobre el fuste de estos encinos se contabilizó un total de 2,040 orificios externos, de los cuales 50.5% estaban abiertos con signos de actividad larval, el número más alto de orificios abiertos correspondió a *Q. sartorii* con 663, seguido con 345 en *Q. rysophylla* y 26 en *Q. germana*. De los orificios externos abiertos 56.3% se localizó de la base a los 11 m de altura del tronco, con mayor incidencia por debajo de seis metros. En Brasil, los árboles donde *P. pictus* vive, se encontraron orificios externos hasta los 14 m de altura del tronco, pero puede haber más de 100 por abajo de tres metros (Carrera 1957). En general, la larva de *P. roseni* es más frecuente en árboles de encino con un DAP (diámetro a la altura del pecho= 1.30m) de 36-65 cm. El 85% de los orificios externos abiertos en *Q. sartorii* (encino blanco) se encontró en árboles con DAP de 36 a 75 cm y en los de DAP con 36 a 55 cm, el 89% y 88% en *Q. rysophylla* y *Q. germana* (encino rojo y negro), respectivamente. Además, no se registraron orificios externos en los árboles con diámetros intermedios (< 25 cm) en encinos blancos y rojos, ni en los mayores (< 35 cm) en encinos negros (Fig. 4).

Por último, el muestreo de puntos en cuadrantes determinó una densidad de 32.7 encinos por hectárea con DAP mayor a 16 cm. Los valores más altos de densidad, dominancia y frecuencia relativa correspondieron a los encinos libres de *P. roseni*. En los árboles habitados por *P. roseni*, se registraron los valores más altos de densidad, dominancia y frecuencia relativa en *Q. sartorii*, valores intermedios en *Q. rysophylla* y los más bajos en *Q. germana*. El encino rojo es la especie con los valores más bajos de densidad, dominancia y frecuencia relativa, pero presenta valores intermedios de árboles habitados con el barrenado del encino. Mientras *Q. germana* fue la de mayor frecuencia relativa de árboles sin *P. roseni*. El índice del valor de importancia fue más alto en las tres especies de *Quercus* sin presencia de *P. roseni* y la suma de los porcentajes de importancia de los encinos habitados con la broca representó 14.26% del total de los árboles analizados. A los datos de orientación y emergencia de los adultos en cuanto a diámetro y altura de las perforaciones de *P. roseni* en los diferentes hospederos, se les aplicó la prueba estadística de Bondad de ajuste (χ^2

cuadrada) y de acuerdo a ésta se observó que no existe una distribución uniforme, por consiguiente se puede argumentar que existe una diferencia significativa entre las frecuencias observadas y las esperadas, y una preferencia hacia alguno(s) de los puntos cardinales, intervalos de diámetro y altura. A los datos recopilados de altura, donde se sitúan las perforaciones del barrenador de los encinos (*P. roseni*), se les aplicó las pruebas estadísticas de Poisson, Binomial negativa, el parámetro K , X cuadrada, los Índices de dispersión (Southwood 1978) y el de Green. De acuerdo a éstos análisis se observó una concordancia en el patrón de dispersión de *P. roseni*, que es de contagio o agregados en el fuste de sus hospederos. De acuerdo con Southwood *op cit.* valores pequeños del parámetro K indican una mayor agregación, mientras que valores grandes, sobre 8 se aproximan a Poisson (al azar), de igual manera Ludwig y Reynolds (1988) mencionan que el valor de 0 se presenta para una distribución al azar y de 1 para una máxima agrupación en el caso del Índice de Green. Los valores obtenidos para la especie en estudio fueron de 5.96 y 0.000241, respectivamente. Por lo antes mencionado se observó que dicha especie sí presenta un patrón de agregación pero en un grado muy bajo.

Importancia forestal

La población humana del área de influencia de la RBC utilizan el recurso forestal y obtiene materiales de valor económico. Entre las principales especies aprovechadas del bosque mesófilo de montaña están los encinos, que son los árboles preferidos por *Pantophthalmus roseni*. Los pobladores de la RBC detectaron el daño de este insecto hace cerca de 20 años en los rodales de encino. El principal daño lo causa la larva, que barrena la madera húmeda de árboles vivos, en apariencia sanos y vigorosos, y aunque rara vez origina su muerte sí provoca la degradación de su madera, manchándola por la acción de bacterias y hongos causantes de pudriciones (Flores y Sánchez-Ramos 1989, Cibrián *et al.* 1995). Para la obtención de datos periódicos sobre el desarrollo del ataque de *P. roseni* en los árboles hospederos de *Quercus*, un muestreo por transectos se sugiere como el más rápido, útil, sencillo y eficiente. De acuerdo al número de orificios externos abiertos (activos) por árbol Sánchez-Ramos y Flores (1989) establecieron tres categorías, de acuerdo a los niveles de daño producido por *P. roseni* específicamente para *Quercus* spp: Daño leve (de

1-8 oradaciones externas abiertos), daño medio (9-15) y daño severo (> 15). Del total de árboles dañados 46% presentó un nivel de ataque leve, el 25.5% medio y 28.5% severo. Los niveles de daño leve y medio fueron frecuentes en *Quercus germana* y *Q. ryzophylla*, en tanto que los niveles leve y severo ocurrieron en *Q. sartorii*. El hospedero preferido fue *Q. sartorii*, sin embargo, en *Q. ryzophylla* se presentó el mayor porcentaje proporcional de daño y *Q. germana* resultó ser la especie menos atacada. Las oradaciones externas abiertas de *P. roseni* se orientan cardinalmente como sigue: Al Este 31%, al Oeste 27% y al Norte 18%. Asimismo, para los hospederos de encino negro, pomarrosa y álamo plateado se observa una preferencia hacia los puntos cardinales hacia el Sur y el Este, no siendo así para el encino blanco y encino rojo, ya que en estas especie fue hacia el Este y Oeste.

Los datos sobre la preferencia del diámetro en el fuste (891), donde se sitúan las perforaciones de *P. roseni* fueron integradas de acuerdo a su incidencia por intervalos o categorías de DAP, como sigue: El 88.55% de los árboles dañados se presentó en el intervalo de 31-60 cm de diámetro, no se registraron daños en árboles abajo del valor mínimo y tampoco en fustes con diámetros mayores (> 100 cm). Es posible que este díptero barrenador tenga una distribución aún más amplia, en las zonas forestales de la Sierra Madre Oriental, produciendo daños similares a los detectados en Paraguay y Brasil por *P. pictus* y *P. tabaninus*, respectivamente. Por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de la biología, ecología y distribución de esta especie forestal.

Literatura Citada

- Andrade, E.N. de. 1929. A mosca da madeira. *Chácaras e Quintais*, São Paulo, 40: 595-597.
- Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- Camacho Vera, A., D. Ascencio Almaza y E. Ezcurra. 1985. *Diseño de un método de muestreo para descortezadores del pino*. SARH Publ. Esp. 46: 389-414.
- Carvalho, A.L. 1950. Contribuição ao estudo da biologia na estacao Florestal dos Pardos. *Ano. Bras. Econ. Florestal*; Rio de Janeiro, 3(3): 208-222.
- Carrera, M. 1957. As moscas da madeira. *Chácaras e Quintais*, São Paulo, 95 (6): 817-820.
- Carrera, M. y M.A.V. D'Andretta. 1957. Sobre a familia Pantophthalmidae (Diptera). *Arq. Zool.* 10(4): 253-329.
- Cibrián Tovar, D., J.T. Méndez Montiel, R. Campos Bolaños, H.O. Yates III, J. Flores Lara y L. Arango Caballero. 1995. *Insectos forestales de México. Forest insects of México*. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo México.
- Flores L., J. y G. Sánchez-Ramos. 1988. *Datos preliminares del barreno del encino Pantophthalmus roseni Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera "El Cielo"*. Memorias Primer Simposio de Investigación en la Reserva "El Cielo", Cd. Victoria, Tamaulipas.
- Flores L.J. y G. Sánchez-Ramos. 1989. Estudios del barreno del encino *Pantophthalmus roseni* Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Biotam* 1(1): 9-13.
- Fonseca, J.P. 1950. A mosca da madeira. *Pantophthalmus pictus*. *O. Biologico São Paulo*, 16:191-197.
- Herrera-Herrera, J.R. 1992. *Evaluación del daño de Pantophthalmus roseni Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en la Reserva de la Biosfera El Cielo, en Tamaulipas, México*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Cd. Victoria, Tam. México. 100 pp.
- Knab, F. 1914. A new *Pantophthalmus* (Dipt. Pantophthalmidae). *Ins. Insc. Menstr. Washington*, 2: 27-29.
- MacGregor, R. y O. Gutiérrez. 1983. *Guía de insectos nocivos para la agricultura en México*. Ed. Alahambra, S. A. México, D. F. 166 pp.
- Niño, M.S. 1992. *Contribuciones al conocimiento de la biología de Pantophthalmus roseni Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en el bosque mesófilo de la Reserva de la Biosfera El Cielo, en Tamaulipas, México*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Cd. Victoria, Tam. México. 118 pp.
- Puig, H. 1993. *Arboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México. 84 p.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. *El Bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 186 pp.
- Reyes-Castillo, P. 1985. *Reporte del barrenador del encino Pantophthalmus sp. en la región de Gómez Farias, Tamaulipas*. Instituto de Ecología, A. C. México. 5 p. (informe mecanografiado).
- Sánchez-Ramos, G., J.R.H. Herrera, S.M. Niño y J.L. Flores. 1994. Emergencia y técnicas de captura del barreno del encino *Pantophthalmus roseni* Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Biotam* 5(3): 1-10.
- Sánchez-Ramos, G. y J. Flores. 1989. *Distribución y control del barreno de los encinos Pantophthalmus roseni Enderlein (Diptera: Pantophthalmidae) en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas*. Resúmenes XXIV Congreso Nacional de Entomología, Soc. Mex. de Entomol. 220-221 pp.
- Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insects populations*. Chapman and Hall, London. 326 p.
- Val, F. C. 1976. Systematic and evolution of Pantophthalmidae (Diptera: Brachycera). *Arq. Zool. (São Paulo)*, 27 (2): 51-164.
- Val, F.C. 1992. Pantophthalmidae of Central America and Panama (Diptera). Pp. 600-610. In: D. Quintero and A. Aiello (eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica, select studies*. Oxford Science Publications, Oxford University Press.

41. Hymenoptera

Enrique Ruíz Cancino y Juana María Coronado Blanco

Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. 87090.

Abstract

Hymenoptera is one of the major orders in Insecta, with minimum estimates of 250,000 species in the world. It includes parasitoids, predators and phytophagous species. It is the most important group for biological control of insect pests. The majority of the families have not been revised in Mexico, and thus we lack adequate keys for many groups; hundreds of species remain to be identified. This chapter includes information of 44 families of Hymenoptera present in the Biosphere Reserve "El Cielo", including 138 genera and 55 species.

Introducción

Hace dos décadas, el Orden Hymenoptera contenía más de 100,000 especies descritas (Brown 1982). Sin embargo, Gauld y Bolton (1988) estimaron que cuando menos en el Planeta existen unas 250,000 especies. Muchas de ellas poseen valor económico, al utilizarse como parasitoides o depredadores de insectos plaga y como polinizadores de plantas. Es un grupo muy interesante en términos de su biología por desarrollarse en una gran diversidad de hábitats y por la complejidad de su conducta que culmina en la organización eusocial de las avispas, abejas y hormigas (Borror *et al.* 1989).

Para la identificación de especies de himenópteros de México existe escasa literatura y colecciones científicas disponibles. Para separar las familias, se utilizan las claves de Borror *et al.* (1989) y de Goulet y Huber (1993). Las primeras fueron escritas especialmente para Norteamérica, por lo que el material neártico de México puede ser clasificado con ellas. Las segundas claves incluyen los himenópteros del mundo, aunque todavía existen diferencias a nivel de superfamilia y familia. Además, también son útiles las claves de Gauld y Bolton (1988), elaboradas para material de Gran Bretaña, las cuales incluyen 18 superfamilias y 82 familias. Borror *et al.* (1989) incluyen 20 superfamilias y 78 familias, mientras que Goulet y Huber (1993) anotan 20 superfamilias y 99 familias. Aunque estos autores coinciden en el número de superfamilias, en algunas de ellas las familias, subfamilias y tribus incluidas no son las mismas.

Townes (1988), enlistó la bibliografía más importante de Hymenoptera Parasítica del mundo,

la cual puede ser consultada para seleccionar las claves más adecuadas para identificar material neártico o neotropical de México.

En el **Cuadro 1** se enlistan otras claves publicadas en la última década (excepto Ichneumonidae, Braconidae, Aphelinidae y Eulophidae) y otras que pertenecen a grupos fitófagos y depredadores. No existe un catálogo de los himenópteros de México, por lo que se usa el catálogo de Krombein *et al.* (1979), siendo útil el catálogo de DeSantis (1979) para Chalcidoidea neotropicales y los listados de Ayala *et al.* (1996) para Apoidea, Domínguez y Carrillo (1976) para diversos himenópteros, Rodríguez (1996) para Polistinae (Vespidae), Rojas (1996) para Formicidae, y Trjapitzin y Ruíz (1995) para Encyrtidae, así como los contenidos en algunas de las claves citadas. En el **Apéndice 1** se enlistan los himenópteros de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), depositados en el Museo de Insectos de la UAM Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Cd. Victoria, Tamaulipas, México, en orden decreciente del número de géneros. Se excluyen las familias Ichneumonidae, Braconidae, Aphelinidae y Eulophidae por tratarse por separado en este libro.

En total, el Museo cuenta con 138 géneros, 183 especies y 55 especies identificadas de 25 familias de Hymenoptera. Las familias más conocidas y estudiadas en la RBC son: Vespidae (24 géneros, 51 especies y 29 especies identificadas), Sphecidae (19 géneros, 29 especies y 14 especies identificadas), Encyrtidae (18 géneros, 24 especies y 5 especies identificadas) y Pompilidae (12 géneros y 14 especies). Además, existen representantes no identificados de otras 19 familias de Hymenoptera: Agaonidae, Andrenidae, Argidae, Cynipidae, Diapriidae, Dryinidae, Eucilidae, Eulophidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Evaniidae, Perilampidae, Platygastriidae, Proctotrupidae, Pteromalidae, Scelionidae, Tenthredinidae, Torymidae y Trichogrammatidae.

Sin duda, existen en la RBC cientos de nuevas especies que no han sido descritas por falta de especialistas en México, para la mayoría de las familias de Hymenoptera, así como por

Cuadro 1. Claves taxonómicas para algunas familias de Hymenoptera, considerando familia, autores de las claves, géneros, especies y regiones en donde se encuentran.

Familia	Autores	Géneros, especies y regiones
Apoidea	Michener <i>et al.</i> , 1994	Géneros de Norte y Centroamérica
Megachilidae	Mitchel, 1980	Megachilini Hemisferio Occidental
Chalcidoidea	Gibson <i>et al.</i> , 1997	Géneros neárticos
Chalcididae	Delvare y Boucek, 1992	Géneros de América y especies de Chalcidini
Encyrtidae	Noyes y Woolley, 1994	Géneros neárticos
	Noyes y Ren, 1995	Especies de <i>Aenasius</i> de Costa Rica en piojos harinosos
	Noyes y Hanson, 1996	Especies de Costa Rica asociadas con Psylloidea
	Noyes, 2000	Especies Tetracneminae Costa Rica
	Trjapitzin y Ruíz, 1997a	Géneros Habrolepidina América
	Trjapitzin y Ruíz, 1997b	Especies <i>Homalotylus</i> América
	Trjapitzin y Ruíz, 1998	Especies <i>Prionomastix</i> del mundo
	Trjapitzin y Ruíz, 1999	Géneros Homalotidini y especies <i>Isodromus</i> de América
	Trjapitzin y Ruíz, 2000	Especies mexicanas de <i>Aenasius</i> , <i>Anagyrus</i> , <i>Leptomastidea</i> , <i>Pseudaphycus</i> y <i>Psyllaephagus</i> Géneros Copidosomatina y especies <i>Arrenophagus</i> y <i>Copidosoma</i> de América Especies <i>Blepyrus</i> del mundo Especies holárticas <i>Cheiloneurus</i> grupo <i>elegans</i>
Mymaridae	Yoshimoto, 1990	Especies de América
Formicidae	Bolton, 1994	Géneros neotropicales
Sphécidae	Bohart y Menke, 1976	Géneros del mundo
Vespidae	Richards, 1978	Especies de América, excepto Vespinae
	Akre <i>et al.</i> , 1980	Especies neárticas de Vespinae
	Snelling, 1981	Géneros de América
	Carpenter y Cumming, 1985	Géneros neárticos Eumeninae

deficiencias en el apoyo adecuado para el trabajo taxonómico, para la formación y el desarrollo de colecciones científicas en universidades e institutos nacionales y estatales. En cuanto a las abejas, 7 familias, 144 géneros y 1,800 especies y subespecies están presentes en México, destacando Apidae con 597 especies y Andrenidae con 522; Baja California, Chihuahua y Sonora son los estados con mayor número de especies de abejas registradas. En Tamaulipas se registran 92 especies de Apoidea de las 7 familias (Ayala *et al.* 1996). Por otra parte, Ayala (1988) registra 228 especies de abejas de 87 géneros y 7 familias en la Estación de Biología Chamela, Jalisco y algunas áreas colindantes. En "El Cielo", se conocen solamente 26 géneros de Apoidea de 5 familias, por lo que es necesario continuar con las colectas y la identificación.

Los véspidos están representados en nuestro país por 47 géneros y 346 especies, siendo Veracruz el estado con mayor número de especies registradas (100) (Rodríguez 1996).

Sin embargo, en el presente trabajo se incluyen otros 4 géneros que dicha autora no registró para México (*Leptochiloides*, *Pachymini*, *Paranortonia* y *Stelopolybia*).

En Tamaulipas se encuentran 64 especies (Rodríguez 1996) y en el presente capítulo se reportan otras 12 especies más de Vespidae (Figs. 1, 2 y 3), siendo un total de 76 especies para el Estado de Tamaulipas (67% de ellas en la RBC). Rodríguez (1988) encontró 7 géneros y 14 especies de Polistinae en la región de Chamela Jalisco, mientras que en la RBC se han encontrado 5 géneros y 12 especies, siendo también *Polistes* el género más común y con mayor número de especies (7). Los formicidos están representados por 96 géneros y 501 especies en México, siendo Veracruz (157 especies), Chiapas (83) y Nuevo León (76) los que presentan mayor número de registros, en Tamaulipas se han enlistado 44 especies aunque Rojas (1996) no indica la presencia de otros cuatro géneros en dicho estado (*Azteca*, *Camponotus*, *Conomyrma*, y *Zacryptocerus*).

Es interesante hacer notar que de la gran cantidad de especies de hormigas que existen en México, según Quiroz (1999) solamente 8 especies son reportadas como plagas de cultivos agrícolas en nuestro país. La gran mayoría de las especies no llegan a ser plagas o son benéficas por sus hábitos depredadores. El Centro de Investigación de la UAM Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas inició el Programa de Taxonomía de Hymenoptera de México en 1989 con la finalidad de coleccionar y clasificar himenópteros de México, crear el Museo de Insectos, así como contribuir a la formación de especialistas mexicanos (Ruiz et al. 1999).

Actualmente, se conoce para la RBC de Tamaulipas la presencia de 44 familias de himenópteros (más Ichneumonidae, Braconidae, Anthophoridae, Aphelinidae y Eulophidae), es decir un 61% del total de familias de Hymenoptera, comparando con Borror *et al.* (1989), lo cual ha contribuido al estado actual del conocimiento de los himenópteros de dicha Reserva.

Agradecimientos

Al proyecto CONACYT "Taxonomía de cuatro familias de Hymenoptera Parasitica importantes en el control biológico de plagas en México". A los especialistas que han identificado material del Museo de Insectos-UAT: Prof. Vladimir A. Trjapitzin (Encyrtidae), Dr. James Carpenter (Vespididae), Dr. George Eickwort † (Apoidea), Dr. Serguei Triapitsyn (Mymaridae), Dra. Luciana Musseti (Pelecinidae) y Prof. Svetlana N. Myartseva (Signiphoridae).

Literatura Citada

- Akre, R.D., A. Greene, J.F. McDonald, P.J. Landolt y H.G. Davis. 1980. Yellowjackets of America North of Mexico. USDA Hand. 552. 102 pp.
- Ayala R. 1988. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:395-493.
- Ayala R., T.L. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera), pp. 423-464. En: Llorente B., J., A. N. García A. y E. González S. (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM. México. 660 pp.
- Bohart, R.M. y A.S. Menke. 1976. *Sphecid wasps of the world. A generic revision*. Univ. California Press. 695 pp.
- Bolton B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard Univ. Press. USA. 222 pp.
- Borror, D.J., C. A. Triplehorn and N.F. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. Saunders. 6th ed. USA. 875 pp.
- Brown, W.L. Jr. 1982. Hymenoptera, pp. 652-680. In: S.P. Parker (Ed.). *Synopsis and classification of living organisms* 2. N.Y.
- Carpenter J.M. y J.M. Cumming. 1985. A character analysis of the North American potter wasps (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). *J. Nat. Hist* 19: 877-916.
- Delvare G. y Z. Boucek. 1992. On the New World Chalcidoidea (Hymenoptera). *Mem. Entomol. Inst.* 53. 463 pp.
- De Santis L. 1979. Catálogo de los himenópteros chalcidoideos de América al sur de los Estados Unidos. *Pub. Especial. Comisión de investigaciones científicas de la Provincia de Buenos Aires*. 488 pp.
- Dominguez Y.R. y J.L. Carrillo S. 1976. Lista de los insectos en la Colección Entomológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Segundo Suplemento. INIA, SAG. Folleto misceláneo No. 29. México. 245 pp.
- Gauld I. y B. Bolton (Eds.). 1988. *The Hymenoptera*. Oxford. 332 pp.
- Gibson G.A.P., J.T. Huber y J.B. Woolley (eds.). 1997. *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Research Press. Ottawa, Canada. 794 pp.
- Goulet, H. y J.T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. *Agriculture Canada Pub.* 1894/E. 668 pp.
- Krombein, K.V., P. D. Hurd Jr., D.R. Smith y B.D. Burks (eds.). 1979. *Catalog of the Hymenoptera in America North of Mexico*. Smithsonian. USA. 2735 pp.
- Michener, C.D., R.J. McGinley y B. N. Danforth. 1994. *The bee genera of North and Central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian. USA. 209 pp.
- Mitchell, T. B. 1980. *A generic revision of the Megachilinae bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Megachilidae)*. North Carolina State Univ. 95 pp.
- Noyes, J.S. 2000. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera:Chalcidoidea), 1. The subfamily Tetracneminae, parasitoids of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Mem. Amer. Entomol. Inst.* 62. 355 pp.
- Noyes, J.S. y J.B. Woolley. 1994. North American encyrtid fauna (Hymenoptera: Encyrtidae): taxonomic changes and new taxa. *Journal of Natural History* 28:1327-1401.
- Noyes, J.S. y H. Ren. 1995. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea): The genus *Aenasius* Walker, parasitoids of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). *Bull. Nat. Hist. Mus. Entomology Series* 64(2): 117-163.
- Noyes, J.S. y P. Hanson. 1996. Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Costa Rica, genera and species associated with jumping plant - lice (Homoptera: Psyllodea). *Bull. Nat. Hist. Mus. Entomology Series* 65(2): 105-164.
- Quiroz R., L.M. 1999. Hymenoptera, Formicidae. pp. 99-105. En: Deloya L., C.A. y J.E. Valenzuela G. (Eds.). Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México. *Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Pub. Esp. No. 1*. México. 144 pp.
- Richards, O.W. 1978. *The social wasps of the Americas, excluding the Vespinae*. British Museum (Natural History). Great Britain. 580 pp.
- Rodríguez P., A. 1988. Las avispa sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 495-516.



Figura 1. Vespidae. *Mischocyttarus* sp.



Figura 2. Vespidae. *Stelopolybia* sp.



Figura 3. Anthophoridae. *Xylocopa* sp.

- Rodríguez P., A. 1996. Vespidae (Hymenoptera), pp. 465-482. En: Llorente B., J., A. N. García A. y E. González S. (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, México. 660 pp.
- Rojas F., P. 1996. Formicidae (Hymenoptera), pp. 483-500. En: Llorente B., J., A. N. García A. y E. González S. (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM, México. 660 pp.
- Ruiz Cancino, E., V.A. Trjapitzin, D.R. Kasparyan, S.N. Myartseva y J.M. Coronado Blanco. 1999. *Programa de Taxonomía de Hymenoptera de México. Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas*. Memoria VII Simposium Internacional de Fauna Silvestre. México. pp. 77-81.
- Snelling R.R. 1981. Systematics of social Hymenoptera, pp. 369-453. In: H.R. Hermann (Ed.). *Social insects*. Vol 2. Academic Press.
- Townes H.K. 1988. The more important literature on Parasitic Hymenoptera, pp. 491-518. In: V. K. Gupta (Ed.). *Advances in Parasitic Hymenoptera Research*. E.J. Brill, Leiden. 546 pp.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz-Cancino. 1995. Annotated checklist of encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) of México. *Folia Entomológica Mexicana*. 94: 7-32.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz C. 1997a. *Pseudomalopoda prima* Girault (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), un parasitoide de la escama roja de Florida *Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus) (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). *Biotam* 9 (1): 1-6.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz C. 1997b. *Homalotylus terminalis* Say (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), un parasitoide de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) en el Estado de Morelos, México. *Ceiba* 38(2):157-160.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz C. 1998. Descripción de una nueva especie del género *Prionomastix* Mayr (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) del Estado de Puebla, México, con una clave para las especies conocidas del género. *Acta Zoológica Mexicana* 75:163-169.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz C. 1999. Biología y distribución de *Isodromus iceryae* Howard (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), un parasitoide de crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) en México. *Acta Científica Potosina* 14 (1):26-35.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz C. 2000. Encyrtidos (Hymenoptera: Encyrtidae) de importancia agrícola en México. *Serie Publicaciones Científicas 2, CIDAFF-UAT*. México. 162 pp.
- Yoshimoto, C.M. 1990. *A review of the genera of New World Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea)*. Flora y Fauna Handbook No. 7. Sandhill Crane Press, Inc. 166 pp.

Apéndice 1. Hymenoptera de "El Cielo".

Familia/ Género y/o especie	Municipio*	BTS	BMM	BE	BPE	BP	MX
Vespidae							
<i>Brachygastra</i> sp.	G.F., Jaumave	X					X
<i>Eumenes</i> sp.	Jaumave						X
<i>Euodynerus cliviculus</i> (Saussure)	G.F.	X					
<i>E. guerrero</i> (Saussure)	Jaumave						X
<i>Euodynerus</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Hypalastoroides mexicanus</i> (Saussure)	G.F., Jaumave	X					X
<i>Hypalastoroides</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Leptochiloides</i> sp.	G.F., Jaumave	X					X
<i>Leptochilus acolhuus</i> (Saussure)	G.F.	X					
<i>Minixi mexicanus</i> (Saussure)	G.F.	X					
<i>Minixi</i> sp.	G.F., Llera	X					
<i>Mischocyttarus</i> sp. 1	G.F., Llera, Ocampo	X	X				
<i>Mischocyttarus</i> sp. 2	G.F.	X	X				
<i>Monobia texana</i> (Cresson)	G.F.	X					
<i>Monobia</i> sp.	G.F.	X					
<i>Montezumia</i> sp.	G.F.	X					
<i>Pachodynerus acuticarinatus</i> (Cameron)	Llera, Jaumave	X					X
<i>P. praecox</i> Saussure	Llera	X					
<i>P. nasidens</i> (Latreille)	G.F.	X					
<i>Pachodynerus</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Pachymenes aztecus</i> (Saussure)	G.F., Llera	X					
<i>Pachymenixi</i> sp.	G.F., Ocampo	X					
<i>Parancistrocerus ?macfarlandi</i> (Cameron)	G.F.	X					
<i>P. productus</i> (Smith)	G.F.	X					
<i>Parancistrocerus</i> sp.	G.F., Jaumave	X					X
<i>Paranortonia symmorphus</i> (Saussure)	Ocampo	X					
<i>Polistes annularis</i> (Linnaeus)	G.F.	X					
<i>P. canadensis</i> (Linnaeus)	G.F.	X					
<i>P. carnifex</i> (Fabricius)	G.F.	X					
<i>P. dorsalis</i> (Fabricius)	G.F.	X					
<i>P. exclamans</i> Viereck	G.F.	X					
<i>P. instabilis</i> Saussure	G.F.	X					
<i>Polistes</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Polybia</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Pseudodynerus quadrisectus</i> (Saussure)	G.F.	X	X				
<i>Santamenes santaanna</i> (Saussure)	Llera	X					
<i>Stelopolybia multipicta</i> (Haliday)	G.F.	X					
<i>Stelopolybia</i> sp.	G.F.	X					
<i>Stenodynerus iolans</i> (Cameron)	G.F.	X					
<i>Stenodynerus ca. victoriae</i> (Saussure)	Jaumave						X
<i>Stenodynerus</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X					X
<i>Vespula squamosa</i> (Drury)	G.F.	X					
<i>Vespula</i> sp.	G.F.		X				
<i>Zethus aztecus</i> Saussure	Jaumave						X
<i>Z. dreisbachi</i> Bohart et Stange	G.F.	X	X				
<i>Z. menkei</i> Bohart et Stange	Llera	X					
<i>Z. miscogaster</i> Saussure	Llera, Jaumave	X					X
<i>Z. montezuma</i> Saussure	G.F.	X					
<i>Z. otomitus</i> Saussure	G.F.	X					
<i>Z. spinosus</i> Saussure	G.F., Ocampo	X					
<i>Zethus</i> sp.	G.F., Llera	X					
Sphecidae							
<i>Ammophila centralis</i> Cameron	G.F.	X					
<i>A. gaumeri</i> Cameron	G.F.		X				
<i>Ammophila</i> sp.	G.F., Ocampo	X					
<i>Aulacophilus</i> sp.	G.F.	X					

<i>Bembix</i> sp.	G.F.	X		
<i>Bicyrtes</i> sp.	Jaumave			X
<i>Cerceris</i> sp. 1	Jaumave			X
<i>Cerceris</i> sp. 2	G.F.	X		
<i>Chalybion californicum</i> (Saussure)	Jaumave, Ocampo	X		X
<i>Chalybion</i> sp.	G.F.	X		
<i>Chlorium aerarium</i> Patton	Jaumave			X
<i>Isodontia mexicana</i> (Saussure)	G.F.	X		
<i>Isodontia</i> sp.	G.F.	X		
<i>Larra</i> sp.	G.F.	X	X	
<i>Lestica</i> sp.	G.F.	X		
<i>Liris aequalis</i> (W. Fox)	G.F.		X	
<i>Liris partitus</i> Krombein	Llera	X		
<i>Philanthus gibbosus</i> (Dahlbom)	Jaumave			X
<i>Sagenista</i> sp.	G.F.	X		
<i>Sceliphron caementarium</i> (Drury)	G.F.	X		
<i>Sphecius</i> sp.	G.F.	X		
<i>Sphex habenus</i> Say	G.F.	X	X	
<i>Sphex</i> sp.	G.F.	X	X	
<i>Tachytes</i> sp.	G.F.	X	X	
<i>Trachypus mexicanus</i> (Cameron)	G.F.	X		
<i>Trypoxylon lactitarse</i> Saussure	G.F.	X	X	
<i>T. mexicanum</i> Saussure	G.F.	X		
<i>T. rubrocinctum</i> Packard	G.F., Jaumave	X		X
<i>Trypoxylon</i> sp.	G.F.	X		
Encyrtidae				
<i>Adelencyrtus</i> sp.	G.F.		X	
<i>Aenasius</i> sp.	G.F.	X		
<i>Anagyrus paralia</i> Noyes et Menezes	G.F.		X	
<i>Anagyrus shahidi</i> Hayat	G.F.		X	
<i>Caldencyrtus</i> sp.	G.F.		X	
<i>Cerchysiella</i> sp. 1	G.F.	X	X	
<i>Cerchysiella</i> sp. 2	G.F.			X
<i>Cheiloneurus</i> sp. 1	G.F.		X	
<i>Cheiloneurus</i> sp. 2	G.F.		X	
<i>Cheiloneurus</i> sp. 3	G.F.		X	
<i>Cheiloneurus</i> sp. 4	G.F.		X	
<i>Cheiloneurus</i> sp. 5	G.F.		X	
<i>Copidosoma floridanum</i> (Ashmead)	G.F.		X	X
<i>Ectrogonatopus</i> sp.	G.F.		X	
<i>Holcencyrtus</i> sp.	G.F.	X		
<i>Meromyzobia</i> sp.	G.F.	X	X	
<i>Metaphycus</i> sp.	G.F.		X	
<i>Microterys</i> sp.	G.F.	X		
<i>Neodusmetia sangwani</i> (Subba Rao)	G.F.		X	
<i>Paralitomastix</i> sp.	G.F.		X	
<i>Plagiomerus</i> sp.	G.F.		X	
<i>Psyllaephagus gyces</i> Noyes et Hanson	G.F.		X	
<i>Rhytidothorax</i> sp.	G.F.		X	X
<i>Syrphophagus</i> sp.	G.F.		X	
Pompilidae				
<i>Ageniella</i> sp.	Llera	X		
<i>Anoplus</i> sp.	G.F., Llera	X		
<i>Aplocharis</i> sp.	G.F.	X		
<i>Aporinellus</i> sp.	G.F., Jaumave	X		X
<i>Auplopus mollis</i> Townes	G.F.	X		
<i>Auplopus</i> sp.	G.F.	X		
<i>Austrocharis</i> sp.	G.F.	X		
<i>Epipompilus</i> sp.	Jaumave			X
<i>Episyron</i> sp.	Llera	X		
<i>Euplaniceps</i> sp.	Llera	X		

Sección: V. Los Invertebrados

<i>Pepsis</i> sp.	Jaumave				X
<i>Poecilopompilus interruptus interruptus</i> (Say)		G.F.	X		
<i>Poecilopompilus</i> sp.	G.F.	X			
<i>Psorthaspis</i> sp.	G.F.	X			
Formicidae					
<i>Atta</i> sp.	G.F., Jaumave	X			X
<i>Azteca</i> sp.	G.F., Llera	X			
<i>Camponotus</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X			X
<i>Conomyrma</i> sp.	Jaumave				X
<i>Crematogaster</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X			X
<i>Eciton</i> sp.	Jaumave				X
<i>Pachycondylia</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave, Ocampo	X		X	X
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	G.F., Llera, Jaumave	X			X
<i>Solenopsis</i> sp.	Jaumave				X
<i>Zacryptocerus</i> sp.	Llera	X			
Anthophoridae					
<i>Centris</i> sp.	Jaumave				X
<i>Ceratina</i> sp.	G.F.	X			
<i>Eucera</i> sp.	G.F., Llera	X			
<i>Hexepeolus</i> sp.	G.F.	X			
<i>Loxoptilus</i> sp.	G.F.	X			
<i>Melissodes</i> sp.	G.F.	X			
<i>Nomada</i> sp.	G.F.	X			
<i>Paratetrapedia</i> sp.	G.F., Llera	X			
<i>Xylocopa</i> sp.	G.F., Jaumave	X			X
Apidae					
<i>Apis mellifera</i> L.	G.F., Llera, Jaumave, Ocampo	X		X	X
<i>Bombus</i> sp.	G.F., Llera	X		X	
<i>Eufriesea</i> sp.	G.F.	X			
<i>Euglossa</i> sp.	G.F.	X			
<i>Melipona</i> sp.	G.F.	X			
<i>Trigona</i> sp.	G.F., Llera	X			
Halictidae					
<i>Agapostemon</i> sp.	Llera	X			
<i>Augochlorella</i> sp.	G.F.	X			
<i>Augochloropsis</i> sp.	G.F.	X			
<i>Halictus</i> sp.	G.F.	X		X	
<i>Lasioglossum</i> sp.	G.F.			X	
<i>Neocorynura</i> sp.	G.F.	X			
Chalcididae					
<i>Brachymeria</i> sp.	G.F.	X			
<i>Chalcis</i> sp.	G.F.	X			
<i>Conura</i> sp.	G.F.			X	
<i>Corumbichalcis</i> sp.	G.F.	X		X	
<i>Dirhinus</i> sp.	Llera	X			
<i>Metadontia</i> sp.	Llera	X			
Bethylidae					
<i>Anisepyris</i> sp.	G.F.	X			
<i>Goniozus</i> sp.	G.F.	X			
<i>Epyris</i> sp.	G.F.	X			
<i>Parasierola</i> sp.	G.F.	X			
<i>Rhabdepyris</i> sp.	G.F.	X			
Megachilidae					
<i>Coelioxys</i> sp.	G.F., Llera	X			
<i>Eumegachile</i> sp.	Jaumave				X
<i>Megachile</i> sp.	G.F., Jaumave	X			X

<i>Pseudocentron</i> sp.	G.F.	X		
Chrysididae				
<i>Chrysis</i> sp.	G.F.	X		
<i>Cleptes</i> sp.	G.F.	X		
<i>Trichrysis</i> sp.	G.F.	X		
Scoliidae				
<i>Campsomeris pillipes</i> (Saussure)	Jaumave			X
<i>Scolia</i> sp.	Jaumave			X
Tiphidae				
<i>Myzinum quinquecinctum</i> (Fabricius)	Llera, Jaumave	X		X
<i>Tiphia</i> sp.	Llera	X		
Mymaridae				
<i>Gonatocerus</i> sp.	G.F., Llera	X	X	
<i>Polynema</i> sp.	Llera	X		
Ceraphronidae				
<i>Ceraphron chouvakhinae</i> Alekseev et Trjapitzin		G.F.		X
Peleciniidae				
<i>Pelecinus polyturator</i> (Drury)	G.F.		X	
Colletidae				
<i>Colletes</i> sp.	G.F.	X		
Elasmidae				
<i>Elasmus</i> sp.	G.F.	X	X	
Eucharitidae				
<i>Kapala</i> sp.	G.F., Llera	X	X	
Gasteruptiidae				
<i>Gasteruption</i> sp.	G.F.	X	X	
Leucospidae				
<i>Leucospis</i> sp.	Llera	X		
Mutillidae				
<i>Dasymutilla</i> sp.	G.F.	X		
Rhopalosomatidae				
<i>Rhopalosoma</i> sp.	G.F.		X	
Signiphoridae				
<i>Signiphora</i> sp.	G.F.	X	X	

42. Hymenoptera, Ichneumonidae

Enrique Ruíz Cancino¹, Dmitri Kasparyan², Juana María Coronado Blanco¹ y
Sonia Guadalupe Hernández Aguilar¹

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87090

²Instituto Zoológico, Academia de Ciencias de Rusia,
San Petersburgo 199034, RUSIA.

Abstract

Ichneumonidae is one important family of parasitic wasps in the order Hymenoptera. They attack mainly larvae of Lepidoptera, while other species parasitize immatures of Coleoptera, Diptera, Hymenoptera and other holometabolous insects; some groups attack spiders. A total of 243 genera were previously registered for Mexico, and 168 genera and 33 species for the State of Tamaulipas. The Insects Museum of the University of Tamaulipas has representatives of 155 genera and 310 species from the Biosphere Reserve "El Cielo" (including 126 identified species). The genera best represented (more than five species each) are: *Dusona* (9), *Eiphosoma* (9), *Neotheronia* (9), *Enicospilus* (8), *Diapetimorpha* (7), *Hyposoter* (7), *Polycyrtus* (7), *Cryptanura* (6), *Exochus* (6), *Lymeon* (6), *Orthocentrus* (6) and *Pimpla* (6). On the other hand, 92 genera are represented by only one species each. The vegetational types where more ichneumonids have been collected are the semideciduous tropical forest and the cloud forest.

Introducción

Ichneumonidae es la familia más grande de Hymenoptera (y una de las más grandes de Insecta), con al menos 60,000 especies (Townes 1969); se encuentra en todo el mundo, con más especies en climas templados y húmedos que en los calientes y secos (Wahl 1993). Los ichneumonidos son parasitoides de artrópodos, atacan principalmente larvas de insectos holometábolos, sus huéspedes preferidos son los estados inmaduros de lepidópteros aunque existen especies parásitas de coleópteros, dípteros, himenópteros y arañas (Porter 1980). Los adultos de numerosas especies necesitan beber agua todos los días y alimentarse de néctar o polen en determinadas especies de plantas. Esto puede influir sobre su presencia en ciertas localidades (De Bach 1976). Las investigaciones más completas con ichneumonidos de México son las efectuadas por Townes y Townes (1966), quienes registraron

171 géneros y 535 especies (308 del Estado de Veracruz) y por Ruíz (1988), quien registró 243 géneros en nuestro país. Por su parte, Ruíz (1989) en el noreste de México registra 143 géneros de Ichneumonidae. Townes y Townes (1966) registraron cuatro géneros y cuatro especies de Ichneumonidae para Tamaulipas, mientras que Ruíz y Tejada (1986) encontraron 47 géneros. Por su parte, Ruíz (1995) registró la presencia de 168 géneros y 33 especies para dicho estado, indicando que es el estado de la República Mexicana donde se han determinado más géneros.

En relación con la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), Ruíz (1992) señaló que de 30 familias de parasitoides, Ichneumonidae presentó la mayor diversidad con 59 géneros, predominando los cosmopolitas sobre los neotropicales y neárticos. Respecto al número de géneros y su distribución en la RBC, Ruíz y Tejada (1986) señalaron cinco para Gómez Farías, Thompson y Ruíz (1993) 31 para Gómez Farías y uno para Llera, Calderón y Ruíz (1992) aportaron seis para Jaumave, Ruíz *et al.* (1993) citaron 17 para Gómez Farías y Llera, Varela *et al.* (1994) mencionaron 28 géneros para Gómez Farías y cinco para Ocampo (2 exclusivos), Ruíz *et al.* (1999) enlistaron 121 géneros para los cuatro municipios de la RBC; Kasparyan y Ruíz-Cancino (2000) describieron una nueva especie de *Ethelurgus* de la Reserva. Los géneros y especies de Ichneumonidae encontrados en la RBC, depositados en el Museo de Insectos de la UAM Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Cd. Victoria, Tamaulipas, se enlistan en el **Apéndice 1**. En aquellas especies aún no determinadas o no descritas, el número anotado corresponde al que tienen en la Colección de Ichneumonidae del Museo de Insectos. En total, se cuenta con representantes de 19 subfamilias, 155 géneros y 310 especies. La subfamilia Cryptinae es la más común, con cerca del 30% de todas las especies, seguida por Pimplinae, Ichneumoninae y Campopleginae (aprox. 10% c/

u), y por Anomaloninae, Metopiinae, Cremastinae, Tryphoninae y Banchinae con 4 a 6% cada una.

Es decir, nueve subfamilias están representadas por el 85% de las especies mientras que las otras diez subfamilias (Ctenopelmatinae, Tersilochinae, Ophioninae, Helictinae, Diplazontinae, Labeninae, Oxytorinae, Rhyssinae, Mesochorinae, Orthocentrinae), contienen solamente el 15% de las especies. Además, 126 especies (41%), están ya determinadas y al menos 36 son especies nuevas. De 12 géneros se conocen más de cinco especies: *Dusona*, *Eiphosoma* y *Neotheronia* con nueve, *Enicospilus* con ocho, *Diapetimorpha*, *Hyposoter* y *Polycyrtus* con siete y *Cryptanura*, *Exochus*, *Lymeon*, *Orthocentrus* y *Pimpla* (Fig. 1), con seis cada uno.

Los tipos de vegetación donde se han colectado más ichneumonidos son el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo de montaña. Por otra parte, 92 géneros están representados por una especie, a pesar de haberse colectado en más de 30 localidades y en distintas épocas del año durante la última década. Esta situación refuerza lo indicado por LaSalle y Gauld (1993), en relación a que los himenópteros son un grupo "propenso a la extinción", en

particular las especies parasíticas, en este grupo destacan, *Apechthis zapoteca* (Fig. 2), *Labena chausi* (Fig. 3) y *Macrojoppa* sp. (Fig. 4).

La diversidad de Ichneumonidae es muy grande, pero contiene muchas especies que presentan una distribución restringida, o que son poco abundantes en los ecosistemas donde habitan. Porter (1977) colectó con trampas Malaise y red entomológica especímenes de la tribu Mesostenini en el valle del Bajo Rio Grande (frontera de Texas y Tamaulipas, 400 km al norte de la RBC), encontró 22 especies, sólo dos eran comunes (38 y 24% del total de especímenes), seis moderadamente escasas (3 a 5%), y 26 raras o muy raras (menos del 2% de cada una).

Únicamente siete especies compartidas con la RBC: *Acerastes pertinax* (Cresson), *Diapetimorpha introita* (Cresson), *D. pareia* Porter, *D. sphenos* Porter, *Lymeon cinctiventris* (Cushman), *Mesostenus longicaudis* Cresson y *Polycyrtidea limitis* Cushman. Una gran cantidad de especies de Ichneumonidae es desconocida aún en "El Cielo", no sólo su identificación, sino sus hospederos y aspectos de su comportamiento.



Figura 1. *Pimpla caeruleata* (Cresson) (Pimplinae).



Figura 2. *Apechtlis zapoteca* (Cresson) (Pimplinae)



Figura 3. *Labena schausi* Cushman (Labeninae)



Figura 4. *Macrojoppa* sp. (Ichneumoninae).

Por tanto, la conservación de las áreas formalmente protegidas se vuelve una tarea más importante y responsable, ya que éstas contienen en su interior una diversidad (aún no cuantificada y menos aún estudiada), de especies de insectos benéficos, una parte de los cuales puede ser utilizada en programas de Control Biológico de plagas agrícolas, forestales y de frutales, contribuyendo a la disminución del uso de plaguicidas y de los costos de producción.

Agradecimientos

Al Dr. Charles C. Porter (Florida Department of Agriculture y Consumer Services, E.U.) por la determinación de algunos especímenes de Ichneumonidae y al Dr. David Wahl (American Entomological Institute, E.U.) por su ayuda en las visitas al Museo de dicho Instituto. A la CONABIO por el apoyo al Museo de Insectos de la UAM Agronomía y Ciencias – UAT. Al CONACyT por su constante apoyo económico a proyectos de investigación de la UAT respecto a himenópteros parasíticos, especialmente al proyecto "Taxonomía de cuatro familias de Hymenoptera Parasítica importantes en el control biológico de plagas en México".

Literatura Citada

- Calderón, M.S. y E. Ruiz C. 1992. Géneros de Ichneumonidae y Braconidae (Hymenoptera) en localidades del sur de Tamaulipas. *Biotam* 2 (2): 38-46.
- De Bach, P. (ed.). 1976. *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Mundi-Prensa. 1ª. ed. España. pp. 49-51.
- Kasparyan, D. R. and E. Ruiz-Cancino. 2000. A new species of *Ethelurgus* Foerster from Mexico (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Acta Zool. Mex.* 79:57-60.
- Lasalle, J. and I.D. Gauld. 1993. Hymenoptera: their diversity, and their impact on the diversity of other organisms, pp. 1- 26. In: J. LaSalle y I.D. Gauld (Eds.), *Hymenoptera and biodiversity*. CAB International. U.K. 348 pp.
- Porter, C.C. 1977. Ecology, zoogeography and taxonomy of the Lower Rio Grande Valley mesostenines (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Psyche* 84 (1):28-91.
- Porter, C.C. 1980. Zoogeografía de las Ichneumonidae latinoamericanas (Hymenoptera). *Acta Zoológica Lilloana* 36: 5-52.
- Ruiz C., E. 1988. *Ichneumonidae (Hymenoptera) de Tamaulipas, Nuevo León y de otros estados de la República Mexicana*. Tesis doctoral. ITESM. México. 67 pp.
- Ruiz C., E. 1989. Contribuciones al estudio de Ichneumonoidea en el noreste de México. *Cuadernos de Investigación (UANL)* 14:1-9.
- Ruiz C., E. 1992. Hábitos parasíticos y alimenticios de las familias de himenópteros de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas. *Biotam* 2(3): 1-8.

- Ruiz C., E. 1995. *Ichneumonidos (Hymenoptera) del Estado de Tamaulipas, México*. Memoria 6ª Conferencia de los Estados Fronterizos México/EUA sobre Recreación, Áreas Protegidas y Fauna Silvestre. pp. 16-19.
- Ruiz C., E. y L.O. Tejada. 1986. Géneros de Ichneumonidae del Noreste de México. *The Southwestern Entomologist* 11(1):37-41.
- Ruiz C., E., J.M. Coronado B. y A. Guzmán L. 1993. Géneros de Ichneumonidae (Hymenoptera) obtenidos con redes de golpeo en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas. Memoria XVI Congreso Nacional de Control Biológico. Monterrey, N.L. pp. 51-52.
- Ruiz C., E., D.R. Kasparyan, J.M. Coronado B. y S.G. Hernández A. 1999. *Avispas benéficas Ichneumonidae (Hymenoptera) en la Reserva "El Cielo" de Tamaulipas, México*. Memoria VII Simposium Internacional de Fauna Silvestre. Cd. Victoria, Tam. pp. 87-90.
- Thompson F., R.M. and E. Ruiz C. 1993. Ichneumonoidea y Vespoidea (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Científica Potosina* XII (1): 25-37.
- Townes, H.K. 1969. The genera of Ichneumonidae, Part 1. *Mem. Amer. Entomological Institute* 11: 1-300.
- Townes, H.K. and M. Townes. 1966. A catalogue and reclassification of Neotropical Ichneumonidae. *Memoir American Entomological Institute* 8: 1-367.
- Varela F., S.E., E. Ruiz C. y L. Martínez P. 1994. Himenópteros en localidades de Gómez Farías y Ocampo, Tamaulipas, México. *Biotam* 4(2):1-12.
- Wahl, D.B. 1993. Family Ichneumonidae, pp. 395-448. In: Goulet, H. and J.T. Huber (Eds.). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Research Branch Agricultural Publication 1894/E*. Canadá. 668 pp.

Apéndice 1. Ichneumonidos colectados en la RBC.

Especie	Tipo de vegetación					
	BTS	BMM	BE	BPE	BP	MX
<i>Acerastes pertinax</i> (Cresson)	X					
<i>Acerastes</i> n. sp.	X					
<i>Agrypon</i> sp. 4		X				
<i>Allophrys</i> sp.	X	X	X		X	
<i>Ambloplisus</i> sp.	X	X				
<i>Aneuclis</i> sp.		X				
<i>Anomalon ejuncidum</i> Say	X	X				
<i>A. fuscipes</i> Cameron	X					
<i>A. ?karlae</i> Gauld et Bradshaw		X				
<i>Anomalon</i> sp. 4	X					
<i>Apechthis zapoteca</i> (Cresson)	X					
<i>Aptesis</i> sp.	X					
<i>Ateleute carolina</i> n. ssp.	X					
<i>Ateleute</i> n. sp. 1	X	X				
<i>Ateleute</i> n. sp. 2	X					
<i>Atopotrophos</i> sp.		X				
<i>Atractodes</i> sp.		X				
<i>Baltazaria</i> n. sp. 1		X				
<i>Baltazaria</i> n. sp. 2	X	X			X	
<i>Baltazaria</i> n. sp. 4	X	X				
<i>Baltazaria</i> sp.	X					
? <i>Baltazaria</i> sp.	X					
<i>Barichneumon</i> sp.			X			
<i>Barichneumon</i> sp. 1		X				
<i>Barichneumon</i> sp. 13		X				
<i>Baryceros</i> sp.			X			
<i>Baryceros</i> sp. 1		X				
<i>Baryceros</i> n. sp. 1		X				
<i>Bathythrix</i> sp.		X				

Sección: V. Los Invertebrados

<i>Bathyzonus</i> n. sp. 1	X			
<i>Bicristella univittata</i> Cresson	X			
<i>Bicristella</i> n.sp.	X			
<i>Campoletis</i> sp.		X		X
<i>Campoplex</i> sp.	X	X		
<i>Campoletis</i> sp. 2	X			
<i>Campothreptus nasutus</i> Cresson	X	X		
<i>Carinodes</i> sp.	X	X		
<i>Casinaria</i> sp. 1	X			
<i>Casinaria</i> sp. 2	X	X		
<i>Casinaria</i> cf. Sp. 2	X			
<i>Casinaria</i> sp. 4	X	X		
<i>Catastenus femoralis</i> Foerster				X
<i>Cestrus admotus</i> Cresson	X	X		
<i>C. aztecus</i> Cresson	X	X		
<i>Cestrus</i> n. sp. 1	X	X		
<i>Cestrus</i> n. sp. 2	X	X		
<i>Cestrus</i> n. sp.	X			
<i>Charops</i> sp.	X			
<i>Chilocyrtus</i> sp.		X		
<i>Chiloplatys mexicanus</i> Cresson		X		
<i>Chiloplatys</i> sp.		X		X
<i>Chirotica</i> sp.			X	
<i>Clistopyga calixtoi</i> Gauld		X		
<i>C. henryi</i> Gauld	X	X		
<i>C. n. sp. cf. maculifrons</i> Cushman		X		
<i>Clistopyga</i> sp.				X
<i>Coelichneumon</i> sp. 1	X	X		
<i>Coelorhachis decorosa</i> (Cresson)	X			
<i>C. heineri</i> Gauld		X		
<i>Colpotrochia concinna</i> (Cresson)	X			
<i>Colpotrochia</i> n. sp.	X	X		
<i>Colpotrochia</i> n. sp. cf. <i>fasciatus</i> Uchida		X		
<i>Compsocryptus xanthostigma</i> Brullé	X	X		
<i>Conocalama</i> sp.	X	X		
<i>Cormobius</i> n. sp.				X
<i>Corsoncus magus</i> (Cresson)	X			
<i>C. minori</i> Gauld	X			
<i>Cratichneumon</i> sp.				X
<i>Cryptanura championi</i> Cameron	X			
<i>C. ectypus</i> (Cresson)	X			
<i>C. ?incerta</i> (Cresson)		X		
<i>C. orizabensis</i> Cameron	X			
<i>C. propinqua</i> Cresson	X			
<i>C. sp. cf. lineatifemur</i> Cushman	X			
<i>Cryptophion</i> sp.	X			
<i>Cymodusa montana</i> Sanb.		X		
<i>Cymodusa</i> sp. 1		X		
<i>Diadegma</i> sp. 1	X			
<i>Diadegma</i> sp.	X	X		
<i>Diapetimorpha introita</i> (Cresson)	X			
<i>D. communis</i> (Cresson)	X			
<i>D. macula</i> (Cameron)	X			
<i>D. scitula</i> Cresson	X			
<i>Diapetimorpha</i> n. sp. 1	X			
<i>Diapetimorpha</i> n. sp. 3	X	X		
<i>Diapetimorpha</i> n. sp. 6	X	X		

<i>Dicaelotus</i> sp.			X
<i>Dicamixus</i> n. sp.		X	
<i>Diplazon laetatorius</i> (Fabricius)	X		
<i>Diradops</i> sp. 1		X	
<i>Diradops</i> sp. 2	X		
<i>Diradops</i> sp. 3		X	
<i>Dismodix</i> sp. 1	X		
<i>Dismodix</i> sp. 3		X	
<i>Dolichomitus irritator</i> (Fabricius)		X	
<i>Dreisbachia ?avivae</i> Gauld		X	X
<i>Dusona gnara</i> Cresson	X		
<i>D. melliventris</i> Cresson	X	X	
<i>Dusona</i> sp. 1	X	X	
<i>Dusona</i> sp. 4	X	X	X
<i>Dusona</i> sp. 9	X	X	
<i>Dusona</i> sp. 13		X	
<i>Dusona</i> sp. 14		X	
<i>Dusona</i> sp. 15	X	X	
<i>Dusona</i> sp. 16	X	X	
<i>Eiphosoma dentator</i> Fabricius	X		
<i>E. vitticolle</i> Cresson	X		
<i>Eiphosoma</i> sp. 1	X		
<i>Eiphosoma</i> sp. 3	X		
<i>Eiphosoma</i> sp. 6	X	X	
<i>Eiphosoma</i> sp. 7	X		
<i>Eiphosoma</i> sp. 8			X
<i>Eiphosoma</i> sp. 13	X		
<i>Eiphosoma</i> sp. 14	X		
<i>Endasys</i> sp.		X	X
<i>Enicospilus aktites</i> Gauld	X		
<i>E. deveiesi</i> Gauld		X	
<i>E. dispilus</i> (Szépligeti)	X		
<i>E. monticola</i> (Cameron)	X		
<i>E. purgatus</i> Say	X		
<i>Enicospilus glabratus</i> Say	X	X	
<i>E. sanchezi</i> Gauld	X	X	
<i>Enicospilus</i> sp.	X		
<i>Epirhyssa mexicana</i> (Cresson)	X		
<i>Eruga lineata</i> Townes	X	X	
<i>Ethelurgus annulicornis</i> Kasparyan et Ruiz-Cancino	X	X	
<i>E. syrphicola syrphicola</i> (Ashmead)		X	
<i>Eudeleboea mirabilis</i> (Cresson)	X		
<i>E. subflava</i> (Davis)	X		
<i>Eudeleboea</i> sp. cf. <i>mirabilis</i> (Cresson)		X	
<i>Exochus atriceps</i> Walsh		X	
<i>E. enodis</i> Townes et Townes		X	
<i>E. ?enodis</i> Townes et Townes	X	X	
<i>E. ?postfurcalis</i> Townes	X		
<i>E. sulcatus</i> Townes	X	X	
<i>Exochus</i> sp.			X
<i>Gelis</i> sp.	X	X	
? <i>Gelis</i> sp.		X	
<i>Glodianus graciliventris</i> Cameron	X		
<i>Grotea mexicana</i> Cresson		X	
<i>Hemihoplis</i> sp.	X		
<i>Hylophasma</i> n. sp.	X	X	

Sección: V. Los Invertebrados

<i>Hyposoter</i> sp. 1	X	X		
<i>Hyposoter</i> sp. 2	X	X		
<i>Hyposoter</i> sp. 3	X	X		
<i>Hyposoter</i> sp. 4	X	X		
<i>Hyposoter</i> sp. 5		X		
<i>Hyposoter</i> sp.			X	
? <i>Hyposoter</i> spp.	X	X		X
<i>Ischnus celaya</i> Cresson	X			
<i>I. laevifrons</i> Townes	X	X		
<i>I. velutinus</i> Townes			X	
<i>Ischnus</i> n. sp.	X	X		
<i>Joppa verticalis sumichrasti</i> Cresson	X	X		
<i>Joppidium brochum</i> Townes	X			
<i>J. ?rubriceps</i> Cresson	X	X		
<i>Joppocryptus esurialis</i> (Cresson)	X	X		
<i>J. occiputalis</i> Cresson	X	X		
<i>Jorgeus jimenezi</i> Gauld	X	X		
<i>Labena schausi</i> Cushman	X	X		
<i>Lagoleptus palans</i> Townes		X		
<i>Lamprocryptidea calcarata</i> (Cresson)	X	X		
<i>Lamprocryptus niger</i> Szépligeti	X			
<i>Lathrolestes</i> n. sp.	X	X		
<i>Leurus caeruliventris borealis</i> Townes et Townes	X	X		
<i>Limonethe</i> sp. cf. <i>maurator</i> Brullé	X			
<i>Linyctus</i> sp.	X		X	
<i>Lissocaulus emaceratus</i> (Cresson)	X	X		
<i>Lissonota</i> sp.		X		
<i>Lobaegis</i> sp.	X	X		
<i>Lophojoppa</i> sp.	X			
<i>Lymeon leucosoma</i> Cameron	X	X		
<i>L. moratus</i> (Cresson)	X			
<i>Lymeon</i> sp. 1	X	X		X
<i>Lymeon</i> sp. 2	X	X		
<i>Lymeon</i> sp. 3	X			
<i>Lymeon</i> sp. 5	X			
<i>Macrojoppa</i> sp.	X			
? <i>Mastrus</i> sp.		X		
<i>Matara suturalis</i> (Brullé)	X	X		
<i>Matara</i> sp.	X			
<i>Megastylus</i> sp.		X		
<i>Mesochorus ?hastatus</i> Dasch				X
<i>M. ?mulleolus</i> Dasch				X
<i>Mesochorus</i> sp.		X		
<i>Mesoleptus ?n. sp.</i>		X		
<i>Messatoporus compressicornis</i> Cushman	X			
<i>Messatoporus</i> n. sp. 2	X			
<i>Messatoporus</i> spp.	X			
<i>Metopius notatus</i> Townes et Townes	X	X		
<i>Microsage</i> sp.	X			
? <i>Monoblastus</i> sp.		X		
<i>Narthecura</i> sp.		X		
<i>Neliopisthus yui</i> Gauld		X		X
<i>Neotheronia concolor</i> Krieger	X	X	X	X
<i>N. jugaldei</i> Gauld	X	X		
<i>N. lineata</i> (Fabricius)	X	X		
<i>N. mellosa</i> Cresson	X	X		

<i>N. montezuma</i> (Cresson)	X	X		
<i>N. septemtrionalis</i> Krieger	X	X		
<i>N. tacubaya</i> (Cresson)	X	X		
<i>Neotheronia</i> sp.n. cf. <i>lineata</i> Fabricius	X	X		
<i>Neotheronia</i> sp.n. cf. <i>lizzae</i> Gauld		X		
? <i>Nepiesta</i> sp.		X		
<i>Netelia</i> sp. 2		X		
<i>Nomosphaea solisi</i> Gauld	X			
<i>Nonnus atratus</i> Cresson		X		X
<i>Nonnus</i> sp. 1	X			
<i>Nonnus</i> sp. 2	X			
<i>Oedemopsis</i> sp. n. cf. <i>haberi</i> Gauld	X			
<i>Oedicophalus</i> sp. 1	X	X		
<i>Oedicophalus</i> sp. 2		X		
<i>Ophioneillus foutsii</i> (Cushman)				X
<i>Ophioneillus</i> sp.	X	X		
<i>Orehoplis</i> sp.				X
<i>Orthocentrus</i> sp. 3				X
<i>Orthocentrus</i> sp. 4		X		
<i>Orthocentrus</i> sp. 6		X		
<i>Orthocentrus</i> sp. 8			X	
<i>Orthocentrus</i> sp. 13		X		
<i>Orthocentrus</i> ?n. sp.				X
<i>Oxytorus isabellae</i> Gauld		X		
<i>Oxytorus</i> n. sp.		X		
<i>Parania</i> sp.				X
<i>Patroclus</i> sp.			X	
<i>Periope aethiops</i> Cresson				X
<i>Phaeogenes</i> sp.		X		
<i>Phobetor</i> sp.		X		
<i>Phobocampe</i> sp. 1	X	X		X
<i>Photocryptus ater</i> Cushman	X			
<i>Physotarsus maculipennis</i> Cresson	X			
<i>Phytodietus lindus</i> Gauld		X		
<i>P. rubellus</i> Loan		X		
<i>Phytodietus</i> sp. cf. <i>lindus</i> Gauld	X			
<i>Phytodietus</i> sp.		X		
<i>Pimpla caeruleata</i> (Cresson)	X	X		
<i>P. croceipes</i> (Cresson)	X	X		X
<i>P. punicipes</i> (Cresson)	X	X		X
<i>P. sanguinipes</i> Cresson	X	X		
<i>P. segnestami</i> Gauld	X	X		
<i>P. sumichrasti</i> Cresson	X	X		
<i>Platymystax</i> n. sp. 1		X		
<i>Platymystax</i> sp.		X		
<i>Podogaster eldæ</i> Gauld	X			
<i>P. ruthae</i> Gauld	X			
<i>P. vitticollis</i> (Cresson)	X	X		
<i>Podogaster</i> sp. cf. <i>ruthae</i> Gauld	X			
<i>Polycyrtus bulbosus</i> Cushman	X			
<i>P. macer</i> Cresson	X			
<i>P. major</i> Cresson		X		
<i>P. melanoleucus</i> Brullé	X			
<i>P. paululus</i> Cresson	X			
<i>Polycyrtus</i> sp. 1	X			
<i>Polycyrtus</i> sp. 2	X			
<i>Polysphincta ?gutfreundi</i> Gauld			X	

Sección: V. Los Invertebrados

<i>P. purcelli</i> Gauld	X	X		
<i>Polytribax</i> sp.				X
<i>Pristomerus mexicanus</i> Cresson	X	X		X
<i>Pristomerus spinator</i> Fabricius	X			
<i>Pristomerus</i> sp.				X
<i>Probles</i> sp.	X	X		
<i>Prochas</i> sp.		X		
<i>Proclitus ?fulvicornis</i> Foerster				X
<i>Proclitus</i> sp.	X			X
n. gen. cf. <i>Rhabdosis</i>	X	X		
<i>Rhinium</i> n. sp.	X			
<i>Scambus basseyi</i> Gauld	X			
<i>Schachticraspedon juniori</i> Gauld et Hanson			X	
<i>Scrobiculus</i> n. sp.		X		
<i>Setanta</i> sp.	X	X		X
<i>Seticornuta</i> n. sp.	X			
<i>Sphelodon ?annulicornis</i> Morley	X	X		
<i>Sussaba callosa</i> Dasch	X	X		
<i>Stenichneumon</i> sp.	X			
<i>Stenomacrus</i> sp.			X	
<i>Stethantyx</i> sp.		X		
<i>Stictopisthus</i> sp.		X		
<i>Syzeuctus laminatus</i> Townes et Townes	X			
<i>Tamaulipeca</i> gen. et n. sp. (cf. <i>Ateleute</i>)	X			
<i>Temelucha</i> sp.	X			X
<i>Therion morio</i> (Fabricius)		X		
<i>Toechorychus abactus</i> (Cresson)	X			
<i>Trichionotus fumipenne</i> Cresson	X			
<i>Trichionotus</i> sp.	X			
<i>Tricholabus</i> sp.	X			
<i>Tricholabus</i> sp. 3		X		
<i>Triclistus chosis</i> Townes et Townes		X		
<i>T. pallipes</i> Holmgren		X		
<i>Triece</i> sp. cf. <i>aquilus</i> Townes et Townes			X	
<i>Trogomorpha arrogans</i> (Cresson)	X			
<i>Tromatobia blancoi</i> Gauld	X	X		
<i>T. notator</i> (Fabricius)	X	X		
<i>Whymeria</i> n. sp.				X
<i>Xanthocampoplex</i> sp.	X	X		
<i>Xanthopimpla aurita</i> Krieger	X	X		
<i>Xiphosomella ?setoni</i> Johnson	X			
<i>Xiphosomella</i> sp.	X	X		
<i>Zaglyptomorpha</i> sp.	X	X		X
<i>Zaglyptus arizonicus</i> Townes	X		X	
<i>Z. pictilis</i> Townes	X			
<i>Z. romeroae</i> Gauld		X		
<i>Z. simonis</i> (Marshall)	X	X		X
<i>Z. varipes</i> (Gravenhorst)	X	X		
<i>Zatypota alborhombarta</i> (Davis)	X	X		X
<i>Zatypota</i> sp. cf. <i>medranoi</i> Gauld		X		
<i>Zatypota patellata</i> Townes	X	X		
<i>Zatypota ?patellata</i> Townes		X		
<i>Zonopimpla atriceps</i> Cresson		X		

43. Hymenoptera, Ichneumonidae: Pimplinae

Sonia Guadalupe Hernández Aguilar¹, Dmitri Kasparyan² y Enrique Ruíz Cancino¹

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. 87090.

²Instituto Zoológico, Academia de Ciencias de Rusia,
San Petersburgo 199034, RUSIA.

Abstract

Pimplinae is one of the more speciose subfamilies of Ichneumonidae. The pimplines are parasitoids associated to a wide range of hosts, including insects and spiders. The group has cosmopolitan distribution, represented by about 1400 species in all the world, 173 in the Nearctic and 297 in the Neotropical regions; in Mexico, 70 species have been recorded and 36 are present in the Biosphere Reserve "El Cielo". This area contains 17 genera; the genera with more species are *Neotheronia* (7 species), *Pimpla* (6) and *Zaglyptus* (5), *Pimpla picipes* (Cresson) is the most common species we collected, with 35% of the specimens.

Introducción

Pimplinae es una subfamilia moderadamente grande de Ichneumonidae con aproximadamente 1,400 especies descritas en el mundo, de las cuales 173 se encuentran en la región Neártica y 339 en la Neotropical (Yu y Horstman 1997, Gauld *et al.* 1998). En México está representada por 70 especies, de las que el 50% se encuentra en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC). En México, la subfamilia Pimplinae es muy poco conocida a nivel de especie y menos aún la participación de algunas de sus especies nativas en la regulación de insectos plaga. Gauld *et al.* (1998) mencionan que las especies este grupo son más o menos grandes, fáciles de coleccionar e identificar. Además, algunas especies son comunes en agrosistemas, donde juegan un papel importante en el control de insectos plaga, siendo posible su utilización en programas de control biológico.

Ubicación Taxonómica

De acuerdo a Wahl y Sharkey (1993), presentan las características morfológicas siguientes: tamaño de pequeño a grande (ala anterior de 3-28 mm de longitud); el clipeo se encuentra separado de la cara por un surco; el primer segmento abdominal generalmente corto y ancho, usualmente con glima y el espiráculo presente antes de la mitad; los

segmentos abdominales 2-4 algunas veces con impresiones y abultamientos en su superficie; el ovipositor puede ser corto o muy largo, sin muesca subapical. La coloración es variable, predominando el color amarillo.

La clasificación de Townes (1969 a,b,c, 1971) fue la más utilizada, dividiendo la subfamilia en siete tribus, de las que una no se encuentra en la región Neotropical. Debido a que en algunos casos, Townes se rehusó a seguir el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, Fitton *et al.* (1988) propusieron el uso de otros nombres distintos a los utilizados por Townes. Sin embargo, Gauld (1991) con algunas modificaciones sigue la clasificación propuesta por Eggleton (1989), elevando tres tribus a nivel de subfamilia y la clasificación es aceptada para la determinación de Ichneumonidae. Una comparación de las clasificaciones que han sido utilizadas para Pimplinae se presenta en el **Apéndice 1**. Las especies de Pimplinae para México pueden ser identificadas con las claves de Gauld *et al.* (1998) para Costa Rica, que incluyen especies Neotropicales y para las especies Neárticas las claves de Townes y Townes (1960).

Biología

De acuerdo a Gauld (1991), Pimplinae es el grupo más diverso biológicamente de las subfamilias de ichneumonidos y está asociado con un amplio rango de hospederos. Muchos son ectoparasitoides idiobiontes de larvas y pupas de insectos holometábolos. Los hospederos son generalmente inyectados con veneno durante la oviposición, el cual los puede matar o paralizar. Los Pimplini son frecuentes endoparasitoides de prepupas y pupas de Lepidoptera. *Tromatobia* y géneros relacionados parasitan ovisacos y adultos de araña, una tendencia de los Polysphinctini koinobiontes, que paralizan Araneae exclusivamente (Wahl y Sharkey 1993).

Estudios de Pimplinae en México

En nuestro país, el trabajo más completo sobre Pimplinae fue realizado por Townes y Townes (1966), en el cual registraron 16 géneros y 43 especies. Carlson (1979), anotó nueve especies en su catálogo de Hymenoptera de América al norte de México. Por su parte, Ruiz (1988) registró 10 especies. En México se conocen géneros y/o especies de Pimplinae de Tamaulipas y Nuevo León (López *et al.* 1985, Ruiz y Tejada 1986, Ruiz y Tejada 1987, Hernández *et al.* 1987, Del Valle 1987, Ruiz 1988, Calderón y Ruiz 1990, Thompson y Ruiz 1990, Ruiz y Rocha 1991, Varela *et al.* 1992, Covarrubias 1996, Hernández *et al.* 1997, Ruiz *et al.* 1997, Hernández *et al.* 1999), de Coahuila (Flores *et al.* 1991), de San Luis Potosí (Ruiz y Thompson 1991), de Jalisco (Ruiz 1993), del Distrito Federal (Pérez 1997), de Morelos (Ramírez *et al.* 1990), de Puebla (Ruiz *et al.* 1991), y del sureste del país (Townes y Townes 1966, Martínez *et al.* 1999).

Pimplinae en la Reserva

Durante 1989 a 1992 se realizaron tres trabajos en la Reserva sobre taxonomía de Ichneumonidae a nivel de género (Thompson 1989, Ruiz y Rocha 1991, Varela *et al.* 1992), en los cuales se citan sólo cuatro géneros de esta subfamilia: *Pimpla* (como *Coccygomimus*), *Neotheronia* (como *Theronia*), *Zaglyptus* y *Calliephialtes*. Hernández *et al.* (1999) realizaron el primer trabajo a nivel de especie de Pimplinae en la RBC, enlistando 14 especies de la Pimplini de dos localidades del municipio de Gómez Farías. El Museo de Insectos de la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas cuenta con la colección más completa de Pimplinae de la RBC, con aproximadamente 800 individuos obtenidos en 25 localidades, siendo Canindo, Estación Los Cedros y Alta Cima las localidades con mayor número de colectas. El material se ha colectado con redes entomológicas, trampas Malaise y trampas de agua.

Pimplinae está representada en la RBC por tres tribus, 17 géneros y 35 especies (Apéndice 2). *Pimpla punicipes* Cresson (Fig. 1) es la más abundante, mientras que *Apechthis zapoteca* (Fig. 2) Cresson, *Eruga lineata* Townes (Fig. 3) y *Dolichomitus irritator* (Fabricius) (Fig. 4) son especies muy raras, de las que sólo se han colectado menos de cuatro especímenes.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo al proyecto "Taxonomía de cuatro familias de Hymenoptera Parasítica importantes en el control biológico de plagas en México", a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad por el apoyo al proyecto "Ichneumonidae (Hymenoptera) de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas".

Al Centro de Investigación de la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas por el apoyo otorgado a los diferentes proyectos de investigación que se llevaron a cabo en la Reserva El Cielo. Al Dr. David Wahl del Instituto Entomológico Americano en Gainesville, Florida por las facilidades otorgadas al Dr. D. Kasparyan durante su estancia. Al Dr. I. Gauld por la donación de material de referencia, invaluable apoyo para la determinación de especies.

Literatura Citada

- Calderón M., S. y E. Ruiz C. 1990. Géneros de Ichneumonidae y Braconidae (Hymenoptera) en localidades del sur de Tamaulipas. *Biotam* 2(2):38-46.
- Carlson, R.W. 1979. Family Ichneumonidae, pp. 315-740. In: Krombein K.V., P.D. Hurd Jr., D.R. Smith y B.D. Burks (Eds.) *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*. Vol. 1 Smithsonian Press. USA.
- Covarrubias D., C.A. 1996. Géneros de Ichneumonidae (Hymenoptera) del centro y sur de Tamaulipas colectados con redes entomológicas y trampas Malaise. Tesis de Maestría en Ciencias. U.A.M. Agronomía y Ciencias, UAT. México. 67 pp.
- Del Valle, A.L. 1987. Géneros de Ichneumonidae (Hymenoptera) del Cañón del Novillo, Cd. Victoria, Tam. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, UAT. México. 83 pp.
- Eggleton, P. 1989. *The Phylogeny and Evolutionary Biology of the Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumoninae)* Ph. D. thesis. University of London. 295 pp.
- Fitton, M.G., M.R. Shaw and I.D. Gauld. 1988. *Pimplinae ichneumon-flies Hymenoptera: Ichneumonidae (Pimplinae)*. Handbooks for the identification of British insects 7(1):100 pp.
- Flores D., M., L.A. Aguirre y E. Ruiz C. 1991. *Ichneumonidae (Hymenoptera) del sureste de Coahuila*. Memorias XIV Congreso Nacional de Control Biológico. Saltillo, Coahuila. México. pp. 82-87.
- Gauld, I.D. 1991. The Ichneumonidae of Costa Rica, 1. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 47. 589 pp.
- Gauld, I.D., J.A. Ugalde G. y P. Hanson. 1998. Guía de los Pimplinae de Costa Rica (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Revista de Biología Tropical*, 46(Supl.1). 89 pp.

- Hernández R., J., E. Ruiz C. y S. Varela F. 1987. Géneros de *Ichneumonidae*, *Braconidae* y *Vespididae* (Hymenoptera) del Cañón de La Libertad, Victoria, Tamaulipas. Memorias XXII Congreso Nacional de Entomología. Cd. Juárez, Chihuahua. México. pp. 194-195.
- Hernández A., S.G.; C. A. Covarrubias D. y E. Ruiz C. 1997. Nuevos registros de *Ichneumonidae* (Hymenoptera) en México y en el Estado de Tamaulipas. *Folia Entomológica Mexicana* 99:57-58.
- Hernández A., S.G., D. Kasparyan y E. Ruiz C. 1999. Especies de *Pimplini* (Hymenoptera: *Ichneumonidae*) de dos localidades de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas. Memorias XXII Congreso Nacional de Control Biológico. Montecillo, Edo. de México. pp.35-36.
- López V., F. E. Ruiz C. y T.A. Reyes M. 1985. Géneros de *Ichneumonidae* (Hymenoptera) del Cañón del Novillo, Tamaulipas. Memorias XX Congreso Nacional de Entomología. Cd. Victoria, Tam. México. p. 213.
- Martínez R., J.A., E. Ruiz C., D. Kasparyan y J.M. Coronado B. 1999. *Ichneumonidae* (Hymenoptera) de algunas localidades del sureste mexicano. Memorias, XXXIV Congreso Nacional de Entomología. Aguascalientes, Ags. México. pp. 194-195.
- Pérez V.R., J.C. 1997. *Ichneumonidos* (Hymenoptera) del Bosque de Chapultepec. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 51 pp.
- Ramírez A., S., A. Equihua M.; H. Bravo M. y H. González H. 1990. *Ichneumonidae* (Hymenoptera) del noreste del Estado de Morelos. *Agrociencia Serie Protección Vegetal* (1): 11-24.
- Ruiz C., E. 1988. *Ichneumonidae* (Hymenoptera) de Tamaulipas, Nuevo León y de otros estados de la República Mexicana. Tesis Doctoral. I.T.E.S.M. México. 67 pp.
- Ruiz C., E. 1993. Géneros de *Ichneumonidae* (Hymenoptera) de la Estación Biológica Chamela, UNAM. Memorias XVI Congreso Nacional de Control Biológico. Monterrey, Nuevo León. México. pp. 49-50.
- Ruiz C., E. y L.O. Tejada. 1986. Géneros de *Ichneumonidae* del noreste de México. *The Southwestern Entomologist* XI(1):37-41.
- Ruiz C., E. y L.O. Tejada. 1987. *Ichneumonidos* (Hymenoptera) en una selva baja subcaducifolia de la Sierra de Tamaulipas. Memorias XXII Congreso Nacional de Entomología. Cd. Juárez Chihuahua. México. pp. 190-191.
- Ruiz C., E., G. Peña y S. Varela F. 1991. *Ichneumonidae* y *Braconidae* (Hymenoptera) de algunas localidades de Puebla y Morelos. Memorias XIV Congreso Nacional de Control Biológico. Saltillo, Coahuila. México. pp. 72-76.
- Ruiz C., E. y L. Rocha A. 1991. *Ichneumonidae* (Hymenoptera) en la Reserva "El Cielo" de Tamaulipas. Memorias XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver. México. p.383.
- Ruiz C., E. y M.R. Thompson F. 1991. *Ichneumonidae* (Hymenoptera) de localidades del centro de San Luis Potosí. Memorias XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver. México. p.386.
- Ruiz C., E., J.M. Coronado B., O.S. Escamilla, S.G. Hernández A. y C.A. Covarrubias D. 1997. Himenópteros colectados en follaje de *Pinus cembroides* Zucc. y *P. nelsoni* Shaw en Tamaulipas, México. *Biotam* 8(2y3): 33-40.
- Thompson F., R.M. 1989. *Ichneumonoidea* y *Vespoidea* (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México. Tesis de Maestría en Ciencias. I.T.E.S.M. México. 61 pp.
- Thompson F., R.M. y E. Ruiz C. 1990. *Ichneumonoidea* y *Vespoidea* (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Científica Potosina* XII (1):25-37.
- Townes H. y M. Townes. 1960. *Ichneumon-flies of America North of Mexico*:2. Subfamilies Ephialtinae, Xoridinae, Acaenitinae. *Bulletin* 216. Part 2. *United States National Museum*. 676 pp.
- Townes H. y M. Townes. 1966. A catalogue and reclassification of the Neotropic *Ichneumonidae*. *Memoirs of the American Entomological Institute*. No. 8. 367 pp.
- Townes H. 1969. The genera of *Ichneumonidae*, Part 1. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 11. 215 pp.
- Townes H. 1969a. The genera of *Ichneumonidae*, Part 1. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 11. 215 pp.
- Townes H. 1969b. The genera of *Ichneumonidae*, Part 2. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 12. 537 pp.
- Townes H. 1969c. The genera of *Ichneumonidae*, Part 3. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 13. 307 pp.
- Townes H. 1971. The genera of *Ichneumonidae*, Part 4. *Memoirs of the American Entomological Institute* No. 17. 572 pp.
- Varela F., S., E. Ruiz C. y L. Martínez P. 1992. Himenópteros en localidades de Gómez Farias y Ocampo, Tamaulipas, México. *Biotam* 4(2):1-12.
- Wahl, D.B. y M.J. Sharkey. 1993. Superfamily *Ichneumonoidea*, pp. 358-509. In: H. Goulet y J.T. Huber (Eds.). *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. *Agriculture Canada Pub.* 1894/E. Ottawa. 668 pp.
- Yu, D.S. y K. Horstmann. 1997. A Catalogue of world *Ichneumonidae* (Hymenoptera). *Memories of the American Entomological Institute* 58 (1):1- 763.



Figura 1. *Pimpla punicipes*



Figura 2. *Apechthis zapoteca*



Figura 3. *Eruga lineata*



Figura 4. *Dolichomitus irritator*

Apéndice 1. Comparación de las clasificaciones de Pimplinae realizadas por diversos autores.

Townes 1969 EPHIALTINAE	Fitton et al., 1988 PIMPLINAE	Gauld (1991) PIMPLINAE
PimpliniA Grupo <i>Pimpla</i>	Ephialtini	Ephialtini Grupo <i>Ephialthes</i> (Incluye <i>Acropimpla</i> , <i>Iseropus</i> y taxas emparentadas) Grupo <i>Tromatobia</i> Grupo <i>Pseudopimpla</i> Grupo <i>Alophosternum</i> Grupo <i>Camptotypus</i> Grupo <i>Delomerista</i>
Grupo <i>Pseudopimpla</i> Grupo <i>Alophosternum</i> Grupo <i>Camptotypus</i> Theroniini (parte)	Delomeristini (parte)	
Polysphinctini	Polysphinctini	Polysphinctini
Ephialtini	Pimplini	Pimplini Grupo <i>Xanthopimpla</i> Grupo <i>Pimpla</i> (incluye <i>Itoplectis</i>) Grupo <i>Theronia</i>
Theroniini (parte)	Delomeristini (parte)	
Poemeniini	Poemeniini Delomeristini (parte)	POEMENIINAE Grupo <i>Poemenia</i> Grupo <i>Pseudorhyssa</i> Grupo <i>Rodrigama</i>
Rhyssini	Rhyssini	RHYSSINAE
Dacritini	Dacritini	DACRITINAE

Apéndice 2. Especies de Pimplinae colectadas en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Especie	Mes de colecta	Tipo de vegetación ^a	Tipo de colecta ^b
Tribu Pimplini			
<i>Neotheronia concolor</i> Krieger	2-3, 5-7, 9	BTMS, BMM, BPE, BTS	1,2,3
<i>N. jugaldei</i> Gauld	2, 5-6, 9	BMM	1
<i>N. lineata</i> (Fabricius)	2-7	BTS, BTC, BMM	1,2
<i>N. mellosa</i> Cresson	2-6	BTC, BMM	1,2,3
<i>N. montezuma</i> (Cresson)	2, 4-5, 7, 10	BMM, BTC, BTMS	1,2
<i>N. septemtrionalis</i> Krieger	1-7	BMM, BTC, BTMS	1,2
<i>N. tacubaya</i> (Cresson)	1-6	VSH, BMM, BTC	1,2
<i>Nomosphacia solisi</i> Gauld	1, 5	BTS	1,2
<i>Xanthopimpla aurita</i> Krieger	1-2, 5-6	BTC, BMM	2
<i>Pimpla caeruleata</i> Cresson	1-5, 11-12	BMM, BTS	1,2
<i>P. croceipes</i> Cresson	1, 3-5, 6	SMS, BP, BMM, BTS, SBS	1,2
<i>P. punicipes</i> Cresson	2-7, 9	BP, BTMS, BTS, BMM, BPE, BTC	1,2,3
<i>P. sanguinipes</i> Cresson	1-6	BTS, BMM	2
<i>P. segnestami</i> Gauld	7	BTMS	1
<i>P. sumichrasti</i> Cresson	2-5	BTS, BMM	2
<i>Apechthis zapoteca</i> Cresson	5, 7, 10	BTC, BMM	1,2
Tribu Ephialtini			
<i>Scambus basseyi</i> Gauld	4-5	BTMS, BTC	1
<i>Dolichomitus irritator</i> (Fabricius)	5	BMM	1
<i>Dolichomitus annulicornis</i> (Cameron)	4-5	BMM	2
<i>Zonopimpla atriceps</i> (Cresson)	11	BMM	1
<i>Tromatobia blancoi</i> Gauld	1-5, 12	BTS, BMM	2
<i>T. notator</i> (Fabricius)	1-5	BTS, BMM	2
<i>T. ovivora</i> (Boheman)	2-3,5	BTS, BMM	2
<i>Zaglyptus arizonicus</i> Townes	2, 5	BPE, BTS	1,2
<i>Z. pictilis</i> Townes	2	BTS	1
<i>Z. simonis</i> (Marshall)	2-3, 5	BTMS, BP, BTC, BMM	1,2
<i>Z. varipes</i> (Gravenhorst)	1, 4, 12	BTS, BMM	2
<i>Clistopyga calixtoi</i> Gauld	4-6	BMM	2
<i>C. henryi</i> Gauld	7	BTS	2
Tribu Polysphinctini			
<i>Dreisbachia avivae</i> Gauld	4-5	BMM, BP	1
<i>Polysphincta purcelli</i> Gauld	7	BTMS	2
<i>Acrothapus tibialis</i> (Cameron)	2-5	BMM, BTS	2
<i>Eruga lineata</i> Townes	7	BTMS	1,3
<i>Zatypota patellata</i> Townes	5	BMM	1
<i>Z. alborhombarta</i> (Davis)	1-5	BTS, BMM	1,2

aBTC=Bosque Tropical Caducifolio, BTS= Bosque Tropical Subcaducifolio, BMM= Bosque Mesófilo de Montaña, BP= Bosque de Pino, BTMS= Bosque Tropical Medio Subcaducifolio, BPE= Bosque de Pino-Encino, VSH= Vegetación Secundaria Herbacea.

b1= Red entomológica, 2= Trampa Malaise, 3= Trampas de agua

44. Hymenoptera, Chalcidoidea: Aphelinidae y Eulophidae

Svetlana N. Myartseva¹ y Enrique Ruiz Cancino²

¹Instituto Nacional de Desiertos, Flora y Fauna,
Ashgabat 74400, TURKMENISTÁN

²Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Cd. Victoria, Tamaulipas. MÉXICO. 87090.

Abstract

Aphelinidae is the most important family in biological control of insect pests, especially of scales and whiteflies (Homoptera). For the Nearctic region 140 described species are known, but only 70 are in Mexico. In the Biosphere Reserve El Cielo nine species are registered, six of them for the first time.

The species of Eulophidae have more host diversity, attacking mainly Lepidoptera, Coleoptera, Diptera and Hymenoptera. Six hundred described species in 110 genera are known in the Nearctic region and only 140 species and 40 genera are recorded in Mexico. Eleven species have been registered in "El Cielo".

Introducción

Los parasitoides son componentes de diferentes ecosistemas y juegan un importante papel como agentes de control natural y de control biológico aplicado de varios grupos de insectos. Los parasitoides están representados por diferentes familias de Ichneumonoidea, Chalcidoidea y de otros grupos. Las avispas chalcidoideas, muchas de las cuales son parasitoides de insectos, han recibido poca atención por taxónomos y ecólogos.

En México han sido pobremente estudiados aunque recientemente apareció una lista comentada de las especies de Encyrtidae (Trjapitzin y Ruiz-Cancino 1995) y de Aphelinidae (Myartseva y Ruiz-Cancino 2000). La información sobre las especies mexicanas de Aphelinidae y Eulophidae es escasa. Se conocen alrededor de 140 especies de Aphelinidae de la región Neártica (Woolley 1997) y 70 de México (Myartseva y Ruiz-Cancino 2000). Cerca de 600 especies agrupadas en 110 géneros de Eulophidae son conocidas de la región Neártica y 140 especies en 40 géneros de México (Schauff *et al.* 1997).

Aphelinidae

En la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) se han encontrado nueve especies de Aphelinidae. Se han descrito una nueva especie de *Coccobius* (Myartseva 2000), una de *Marietta* (Myartseva y

Ruiz-Cancino 2000) y una de *Encarsia* (Myartseva 2001). Éste es el primer registro de otras seis especies que habitan en la RBC. En el **Apéndice 1** se enlistan las especies conocidas, proporcionando datos sobre localidades, biología y distribución. La biología y las relaciones con hospederos de las avispas colectadas en 'El Cielo' no han sido especialmente estudiadas. *Encarsia pinella*, *Coccobius juliae* y *Marietta montana* emergieron de la escama diaspídida *Melanaspis* sp., en rametos infestados de pinos, las primeras dos especies son parasitoides primarios y la tercera hiperparasitoide. Posiblemente la escama *Melanaspis* sp. solo tenga distribución local debido al control biológico natural.

Encarsia titillata es parasitoide de *Chionaspis* sp. (Homoptera: Diaspididae) que habita en hojas de pinos.

Marietta graminicola es comúnmente encontrada en diferentes pastos, es parasitoide de algunos encirtidos que son enemigos naturales del piojo harinoso: *Antonina graminis* Maskell.

Encarsia citrella fue introducida a Florida como enemigo natural de la mosquita blanca de los cítricos, *Dialeurodes citri* (Ashmead); posteriormente emergió de otros hospederos, incluyendo al complejo *Bemisia tabaci* (Gennadius) en *Lepidium* (Evans y Polaszek 1997). En Gómez Farías, algunos adultos de *E. citrella* emergieron de especies polífagas de mosquitas blancas en varias especies de árboles.

Encarsia luteola es un parasitoide polífago de mosquitas blancas, incluyendo las del complejo *Bemisia tabaci* que infestan plantas de diversas familias de pastos, árboles y arbustos. En México, se conoce de Sinaloa y Colima (Polaszek *et al.* 1997) y es nuevo registro para Tamaulipas.

Encarsia perplexa (**Fig. 1**), es una especie polífaga que parasita aleiródidos, incluyendo la mosca prieta de los cítricos. *Eretmocerus portoricensis* es parasitoide de la mosquita blanca *Aleurothrixus floccosus* Maskell que se alimenta de plantas distintas, incluyendo la guayaba *Psidium guajava* L.

Por tanto, en la RBC se ha descubierto un complejo de enemigos naturales de dos especies de escamas diaspididas en pinos que efectúan un control natural y protegen a los pinos. Por otra parte, en la Reserva se encuentran especies polífagas de Aphelinidae que atacan algunos homópteros plaga de cultivos en zonas agrícolas. Por ejemplo, *Encarsia luteola* y *E. citrella* también son parasitoides del complejo *Bemisia tabaci*, plagas muy serias en muchos cultivos extensivos en la actualidad; *E. perplexa* es un parasitoide eficiente de la mosca prieta de los cítricos y de otras especies de Aleyrodidae que infestan árboles.

Eulophidae

En relación con Eulophidae registrados para la RBC, no se conoce su biología ni las especies hospedadas; son de amplia distribución en México. Once especies nuevas han sido descritas recientemente por Hansson (1996, 1997a, 1997b) para dicha Reserva, las cuales se enlistan en el Apéndice 2.

Conclusión

En la RBC se han registrado cuatro géneros y nueve especies de Aphelinidae así como tres géneros y 11 especies de Eulophidae, por lo que es necesario efectuar estudios de la fauna nativa de dichos insectos benéficos.

Proteger la biodiversidad de Chalcidoidea significa preservar la estabilidad de los ecosistemas naturales y agrícolas, incluyendo plantas, insectos fitófagos y sus enemigos naturales. La RBC y otras áreas protegidas son territorios apropiados para la conservación de los ecosistemas naturales y de la diversidad de avispas parasíticas.

Agradecimientos

Al Dr. G.A. Evans (Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida en Gainesville, E.U.) por el envío de la literatura necesaria de Chalcidoidea, incluyendo la de Aphelinidae y Eulophidae, y por su ayuda en la determinación de algunos Aphelinidae; al Dr. C. Hansson (Departamento de Zoología Sistemática, Lund, Suecia) por enviar publicaciones importantes en Eulophidae; al Profesor V. A. Trjapitzin (Centro de Investigación, UAM Agronomía y Ciencias, UAT en Cd. Victoria, Tam., México y Academia de Ciencias de Rusia en San Petersburgo) por su ayuda durante el estudio de Aphelinidae. Al CONACyT, por el apoyo otorgado a la primera

autora en el programa 'Cátedras Patrimoniales de Excelencia' Nivel II y al proyecto "Taxonomía de cuatro familias de Hymenoptera Parasítica importantes en el control biológico de plagas en México".

Literatura citada

- Evans, G.A. y A. Polaszek. 1997. Additions to the *Encarsia* parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) on the *Bemisia tabaci* complex (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull. Entomol. Res.* 87: 563-571.
- Hansson, C. 1996. A new genus of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with remarkable male genitalia. *Syst. entomol.* 21:39-62.
- Hansson, C. 1997a. Survey of *Chrysocharis* Foerster and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera, Eulophidae) from México, including eight new species. *Miscell. Zool.* 20(1):81-95.
- Hansson, C. 1997b. Mexican species of the genus *Omphale* Haliday (Hymenoptera: Eulophidae), a taxonomic study. *J. Hym. Research* 6:107-151.
- Huang, J. y A. Polaszek. 1998. A revision of the Chinese species of *Encarsia* Forster (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoids of whiteflies, scale insects and aphids (Hemiptera: Aleyrodidae, Diaspididae, Aphidoidea). *J. Nat. Hist.* 32:1825-1966.
- Myartseva, S.N. 2000. The genus *Coccobius* new for Mexico, with description of a new species and key to Nearctic species (Hymenoptera: Aphelinidae). *Zoosystematica Rossica* 8 (2):331-334.
- Myartseva, S.N. 2001. A new species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) from Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 82 (aceptado).
- Myartseva, S.N. y E. Ruiz-Cancino. 2000. Mexican species of parasitoid wasps of the genus *Marietta* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Florida Entomologist* 83 (aceptado).
- Myartseva, S.N. y E. Ruiz-Cancino. 2000. Annotated checklist of the aphelinids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) of México. *Fol. Entomol. Mex.* 109:7-33.
- Polaszek, A., G.A. Evans y F.D. Bennett. 1992. *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hymenoptera: Aphelinidae, Homoptera, Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. *Bull. Entomol. Res.* 82:375-392.
- Ruiz C.E., V.A. Trjapitzin, D.R. Kasparyan, S.N. Myartseva y J.M. Coronado B. 1999. Programa de Taxonomía de Hymenoptera de México. Reserva 'El Cielo'. Memoria VII Simposio Internacional de Fauna Silvestre. Cd. Victoria, Tam., México. pp. 77-81.
- Schauff, M.E., J. La Salle and L.D. Coote. 1997. Eulophidae, pp. 327-429. In: Gibson, G.A.R., J. Huber y J. B. Woolley. (eds.). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Res. Press. Ottawa, Ontario, Canada. 794 pp.
- Trjapitzin, V.A. y E. Ruiz-Cancino. 1995. Annotated checklist of encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) of México. *Fol. Entomol. Mex.* 94: 7-32.
- Woolley, J.R. 1997. Aphelinidae, pp. 134 - 150. In: Gibson, G.A.P., J. T. Huber y J. B. Woolley (eds.). *Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. NRC Res. Press. Ottawa, Ontario, Canada. 794 pp.

Apéndice 1. Especies de Aphelinidae colectadas en la Reserva 'El Cielo'.

Especies	Localidad	Hospederos	Distribución
<i>Encarsia citrella</i> Howard	Gómez Farias	Aleyrodidae	Méx.: Tamaulipas; Sur EUA, Honduras
<i>Encarsia luteola</i> Howard	Gómez Farias	Aleyrodidae	Méx.; EUA, Centro y Sudamérica; Israel (introducida).
<i>Encarsia perplexa</i> Huang and Polaszek (1998)	Gómez Farias	Aleyrodidae	Méx.; EUA, India, China, Taiwán.
<i>Encarsia pinella</i> Myartseva	La Perra	Diaspididae	Méx.: Tamaulipas
<i>Encarsia titillata</i> Girault	San José	Diaspididae	Méx.: Tamaulipas
<i>Eretmocerus portoricensis</i> Dozier	Alta Cima	Aleyrodidae	Méx.; Puerto Rico
<i>Coccobius juliae</i> Myartseva	La Perra	Diaspididae	Méx.: Tamaulipas
<i>Marietta gramimicola</i> Timberlake	Canindo	Pseudococcidae	Méx.; EUA, Hawaii
<i>Marietta montana</i> Myartseva y Ruiz-Cancino	La Perra	Diaspididae	Méx.: Tamaulipas

Figura 1. *Encarsia perplexa* (Aphelinidae), parasitoide de la mosca prieta de los cítricos.

Apéndice 2. Especies de Eulophidae conocidas para la Reserva "El Cielo".

Especies	Localidades	Distribución
<i>Chrysocharis maya</i> Puebla, Hansson (1997a)	Alta Cima	Méx.: Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz
<i>Perditorulus flexilis</i> Hansson (1996)	Gómez Farías	Méx.: Oaxaca, Tamaulipas
<i>Perditorulus hastatus</i> Hansson (1996)	Alta Cima	Méx.: Chiapas, Tamaulipas
<i>Perditorulus magnicaulis</i> Hansson (1996)	Gómez Farías	Méx.: Tamaulipas
<i>Perditorulus unispinus</i> Oaxaca, Hansson (1996)	Gómez Farías, Altas Cimas	Méx.: Chiapas, Guerrero, Jalisco, Tamaulipas, Veracruz
<i>Omphale angusticornis</i> Hansson (1997b)	Alta Cima	Méx.: Chiapas, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tamaulipas
<i>Omphale dentata</i> Hansson (1997b)	Alta Cima	Méx.: Chiapas, Oaxaca, Tamaulipas
<i>Omphale flaviscutellum</i> Hansson (1997b)	Alta Cima, Gómez Farías	Méx.: Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tamaulipas, Veracruz; Costa Rica
<i>Omphale lanceolata</i> Hansson (1997b)	Gómez Farías	Méx.: Tamaulipas
<i>Omphale metallica</i> Hansson (1997b)	Gómez Farías, San José, Alta Cima	Méx.: Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Veracruz
<i>Omphale notaula</i> Hansson (1997b)	Alta Cima, Gómez Farías	Méx.: Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Veracruz

45. Hymenoptera: Braconidae

Juana María Coronado Blanco y Enrique Ruiz Cancino

Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 87090.

Abstract

Braconidae is the second largest family of Hymenoptera, used widely for the biological control against aphidae, lepidoptera, coleoptera and diptera. They are located generally in temperate and tropical regions. In the Biosphere Reserve El Cielo, it has been reported the occurrence of 17 subfamilies and 52 genera, corresponding to 70 and 44% of the total reported for Tamaulipas. The most important localities are Gómez Farías, Jaumave, Llera and Ocampo.

Introducción

Braconidae es la segunda familia más grande de Hymenoptera, con al menos 40,000 especies. La familia se presenta en todo el mundo y es diversa en todas las áreas, sin preferencia para regiones templadas o tropicales, o hábitats húmedos o secos (Sharkey 1993). Sin embargo, Marsh (1981) había indicado que la mayoría de las especies prefieren un clima seco-templado, lo que puede explicar porqué los braconidos, junto con los chalcidoideos, han sido usados en programas de control biológico en agroecosistemas, más que los ichneumonidos.

La mayoría de las especies de Braconidae son pequeñas, activas, inconspicuas, de color negro, café o anaranjado (Gauld y Bolton 1988). Borror *et al.* (1989) mencionan que su biología es muy diversa ya que contienen ectoparasitoides y endoparasitoides, especies solitarias y gregarias, parasitoides primarios y secundarios. Viven en todos los estados del hospedero y pueden atacar desde huevos hasta adultos.

Son importantes en la dinámica de las poblaciones de sus hospederos, y particularmente están involucrados en el control biológico clásico y programas de manejo integrado de plagas con resultados favorables (Clausen 1978, citado por Shaw y Huddleston 1991). La gran mayoría son parasitoides primarios de otros insectos y es usual que una subfamilia o tribu completas estén asociadas con un solo orden de hospederos, por ejemplo, las especies de Aphidiinae son parasitoides de Aphidoidea y los Opiinae sólo atacan larvas de dípteros. Aunque la mayoría de los braconidos son estrictamente parasitoides solitarios, el gregarismo también está presente (Gauld y Bolton 1988).

La biología de los miembros de Braconidae es muy variada. Los hospederos son usualmente larvas de Holometabola (con metamorfosis completa), aunque las ninfas de Hemimetabola (con metamorfosis incompleta) y los adultos de ambos grupos también son parasitados (Sharkey 1993).

Los braconidos han sido ampliamente usados en el control biológico de plagas, especialmente contra pulgones y varias especies de Lepidoptera, Coleoptera y Diptera (Van Driesche y Bellows 1996).

Según Wharton (1993, citado por Van Driesche y Bellows 1996), 21 subfamilias han sido reconocidas y las más importantes de ellas pueden ser agrupadas por los tipos de hospederos que atacan: endoparasitoides de áfidos (Aphidiinae: *Aphidius*, *Trioxys*), endoparasitoides de larvas de Lepidoptera y Coleoptera (Meteorinae: *Meteorus*, Blacinae: *Blacus*, Microgastrinae: *Apanteles*, *Microplitis*, Rogadinae: *Aleiodes*); endoparasitoides de escarabajos adultos o ninfas de Hemiptera (Euphorinae: *Microctonus*), endoparasitoides huevo-larva de Lepidoptera (Cheloninae: *Chelonus*, Fig. 1) endoparasitoides de huevos o larvas de moscas (Alyssinae: *Dacnusa*, Opiinae: *Opius*); y ectoparasitoides de larvas de Lepidoptera en lugares ocultos (Braconinae: *Bracon*).

La longitud del ovipositor de las hembras es variable, desde muy cortos a muy largos (por ejemplo, una especie tropical tiene ovipositor de más de 14 veces la longitud del cuerpo). En las especies cuya larva se desarrolla sobre el exterior del cuerpo del hospedero (desarrollo ectoparasítico), el ovipositor está conectado a la glándula del veneno. Cuando el veneno es inyectado a través del ovipositor, el hospedero es paralizado y la hembra le deposita su(s) huevo(s). La larva que emerge consume el contenido del cuerpo de la larva hospedera inmovilizada. Este es el ciclo de vida en las subfamilias más primitivas de braconidos. La mayoría de sus especies parasitan larvas de hospederos vivos, ocultos en la madera, debajo de la corteza, en hojas, cocones, minas en hojas, etc. (Stary *et al.* 1988). Frecuentemente pupan en el interior de la seda de los cocones que forman en la parte externa del cuerpo del hospedero (Van Driesche y Bellows 1996).



Figura 1. *Chelonus* sp.

En ocasiones, varios cocones están pegados por secreciones salivares producidas por las larvas antes de pupar (Metcalf y Flint 1977). Los adultos requieren de agua y néctar de las flores (Milne y Milne 1980). La mayoría de los grupos avanzados de braconídeos parasitan al interior del hospedero (endoparasitismo). Su ovipositor está evolutivamente adaptado para que el piquete y la deposición de huevecillos en el cuerpo del hospedero le cause el mínimo disturbio a su proceso de vida (Sary *et al. op. cit.*). Muchas especies son endoparasitoides koinobiontes (especies que atacan insectos inmaduros generalmente expuestos, permitiéndoles continuar su desarrollo por algún tiempo después de la oviposición), aunque un gran número son ectoparasitoides idiobiontes (especies que atacan insectos inmaduros generalmente ocultos, no permitiéndoles continuar su desarrollo después de la oviposición).

Dentro de Braconidae, se presentan dos principales linajes, los ciclostomos (especies con el labro y la porción ventral del clipeo cóncavos) y no ciclostomos (especies con el labro y clipeo planos o convexos) (según Gauld y Bolton 1988, Sharkey 1993 y Wharton *et al.* 1997).

La clasificación taxonómica de los braconídeos ha sido algo controversial e inestable. El debate está centrado en reconocer relativamente un número pequeño de subfamilias más grandes o un gran número de subfamilias más pequeñas (Wharton *et al.* 1997).

Por su parte, dichos autores publicaron el "Manual de Géneros del Nuevo Mundo de la Familia Braconidae (Hymenoptera)", considerando 34 subfamilias y 404 géneros. Además, Marsh (datos no publicados, citados por Wharton *et al.* 1997) considera 14,890 especies válidas a nivel mundial.

Se han realizado publicaciones de 23 trabajos que incluyen información respecto a la taxonomía y distribución de Braconidae de Tamaulipas, la mayoría del material colectado se encuentra depositado en el Museo de Insectos de la UAM Agronomía y Ciencias, UAT (Labougle 1980, Serna 1985, Pérez 1986, Hernández *et al.* 1987, De León 1988, Thompson 1989, Thompson y Ruiz 1990, Martínez 1990, Calderón 1990, Calderón y Ruiz 1990, Ruiz *et al.* 1990, Coronado y Ruiz 1991, Briseño 1991, Briseño y Ruiz 1991, Martínez 1991, Varela *et al.* 1992, Wharton 1993, Ruiz *et al.* 1993, Hernández 1996, Ruiz *et al.* 1997, Reyes 1997, Reyes *et al.* 1998 y Sánchez *et al.* 1998).

Dichos autores reportan un total de 24 subfamilias y 117 géneros, es decir, el 70% y el 29%, respectivamente de lo representado en el Nuevo Mundo. En cuanto a las especies, no se ha trabajado a este nivel. Entre ellos, De León y Varela (1989) reportaron 23 géneros y 10 subfamilias en dos localidades de Victoria, Calderón y Ruíz (1990) obtuvieron un total de 14 subfamilias y 30 géneros en localidades del sur de Tamaulipas, Briseño y Ruíz (1991) obtuvieron 15 subfamilias y 38 géneros en localidades de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), mientras que Varela *et al.* (1992) obtuvieron 7 subfamilias y 11 géneros.

Los trabajos más completos acerca de los braconidos del noreste de México son los de Ruíz *et al.* (1990), quienes colectaron especímenes pertenecientes a 17 subfamilias y 67 géneros en Tamaulipas y Nuevo León, con 64 y 47 géneros, respectivamente, así como Reyes (1997) reporta 70 géneros agrupados en 21 subfamilias para los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, con 61, 43 y 40 géneros, respectivamente. En el **Anexo 1** se enlistan los géneros de Braconidae colectados en la RBC.

En algunos trabajos previos, el género *Digonogastra* Viereck aparecía como *Iphiaulax* Foerster, pero el último se encuentra ahora restringido al Viejo Mundo (Quicke 1988). Además, *Ipobracon* Thomson es sinónimo de *Cyanopterus* Haliday (Quicke 1997), mientras que *Bucculatriplex* Viereck es sinónimo de *Stiropius* Cameron (Wharton *et al.* 1997). *Allobracon gahani*, especie descrita por Wharton (1993) es el único reporte a este nivel para el área de la RBC. Las localidades de colecta en los municipios de la Reserva son: Ej. Nuevo Pensar del Campesino, Gómez Farias, Alta Cima, Rancho "El Cielo", San José, Ej. San Pedrito (Gómez Farias), El Tigre, El Refugio, Santa María, Bejuco (Ocampo), Ej. La Libertad, Río El Encino (Llera), Ej. San Lorenzo, Ej. Nogales, Santiaguillo y Paso Real de Guerrero (Jaumave). Un total de 17 subfamilias y 52 géneros han sido reportados para la RBC, lo que corresponde a un 70 y 44 %, respectivamente, de los reportados para el Estado de Tamaulipas (**Fig. 2, 3 y 4**). La mayor cantidad de géneros han sido colectados de Gómez Farias (37), seguido de Jaumave (28), Llera (27) y Ocampo (13 géneros).



Figura 2. *Alysia* sp.



Figura 3. *Compsobraconoides* sp.



Figura 4. *Zacremonops* sp.

En relación con la distribución geográfica de los géneros de Braconidae (según Wharton *et al.* 1997) reportados para la Reserva de la Biosfera "El Cielo", 23 se encuentran solamente en el Nuevo Mundo mientras que 21 son Cosmopolitas; los otros 8 presentan diversas relaciones zoogeográficas, encontrándose la mayoría en la región Holártica.

Los autores estiman que, considerando la localización geográfica de "El Cielo", la distribución y la diversidad genérica, están presentes al menos 24 subfamilias y 100 géneros de Braconidae.

Agradecimientos

A los Drs. Robert A. Wharton (Texas A y M University) y James D. Whitfield (University of Missouri) por la determinación de algunos especímenes de braconidos y microgastrinos, respectivamente. A la CONABIO por el apoyo al MIFA, Museo de Insectos de la UAM Agronomía y Ciencias-UAT, al CONACyT por el apoyo constante a proyectos de investigación de la UAT en himenópteros parasíticos, así como al CIDAFF por promover el estudio de los himenópteros en México.

Literatura citada

Borror, D.J., C.A. Triplehorn y N.F. Johnson. 1989. *An introduction to the study of insects*. Holt, Rinehart and Winston. 6th ed. Philadelphia. 875 pp.

Briseño C. J. 1991. *Géneros de Braconidae (Hymenoptera) de algunas localidades de la Reserva "El Cielo" de Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, UAT. México. 50 pp.

Briseño C. J. y E. Ruíz. 1991. Géneros de Braconidae (Hymenoptera) en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Biotam* 4(1): 1-13.

Calderón M. S. 1990. *Géneros de Ichneumonidae, Braconidae y Chalcididae (Hymenoptera) de algunas localidades de 15 municipios del sur de Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. UAT. México. 69 pp.

Calderón M. S. y E. Ruíz. 1990. Géneros de Ichneumonidae y Braconidae (Hymenoptera) en localidades del sur de Tamaulipas. *Biotam* 2(2): 38-46.

Coronado B. J.M. y E. Ruíz. 1991. *Braconidos (Hymenoptera) de la Reserva "El Cielo" de Tamaulipas*. Mem. XIV Congreso Nacional de Control Biológico. pp. 72 - 76. Saltillo, Coahuila, México.

De León S., S.J. 1988. *Géneros de Braconidae (Hymenoptera) de dos localidades de la Sierra Madre Oriental en Victoria, Tam.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía, UAT. México. 45 pp.

Gauld, I. y B. Bolton. 1988. *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History). Oxford Univ. Press. 332 pp.

Hernández A., S.G. 1996. *Ichneumonoidea (Hymenoptera) del centro y sur de Tamaulipas en trampas de agua y trampas de luz*. Tesis de Maestría. UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 77 pp.

Hernández R., J., E. Ruíz C. y S. E. Varela F. 1987. *Géneros de Ichneumonidae, Braconidae y Vespidae (Hymenoptera) del Cañón de la Libertad, Victoria, Tamaulipas*. Mem. XXII Congreso Nacional de Entomología. Cd. Juárez, Chih. p. 194-195.

Labougle R., J.M. 1980. *Análisis sobre la sistemática de la Familia Braconidae (Ins. Hym.) y su situación actual en México*. Tesis de Licenciatura. UNAM, Facultad de Ciencias. México, D.F. 185 p.

Marsh, P. M. 1981. *Curso Internacional sobre Hymenoptera Parasítica*. Univ. de Zulia, Venezuela.

Martínez P., L. 1990. *Géneros de once familias de Hymenoptera en algunas localidades de la Reserva "El Cielo" en Gómez Farias y Ocampo, Tam.* Tesis de Licenciatura. Fac. de Agronomía, UAT. Méx. 54 pp.

Martínez R., J.A. 1991. *Himenópteros asociados a cítricos del centro de Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agronomía, UAT, Cd. Victoria, Tamps. Méx. 40 pp.

Metcalf, C.L. y W. P. Flint. 1977. *Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control*. CECSA. 4^a. Impresión. México.

Milne L. y M. Milne. 1980. *The Audubon Society field guide to North American insects and spiders*. Chanticleer Press. USA. pp. 80-88.

Pérez R., M. 1986. *Géneros de Braconidae (Hymenoptera) de diversas localidades de Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Fac. de Agronomía. UAT. México. 90 pp.

Quicke, D.L. J. 1988. *Digonogastra: the correct name for Nearctic Iphiaulax of Authors (Hymenoptera, Braconidae)*. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 90: 196 - 200.

Quicke, D.L.J. 1997. Subfamily Braconinae. Pp. 149 - 174. In: Wharton, R.A., P.M. Marsh y M.J. Sharkey (Eds). *Manual of the new world genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)*. *The International Society of Hymenopterists*. No. 1. Washington, D.C. 439 pp.

Reyes R., M.A. 1997. *Claves para subfamilias y géneros de la Familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en el noreste de México*. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 127 p.

Reyes R., M.A., O. García M., M. Flores D. y F. Cabezas M. 1998. *Géneros de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de algunas localidades del noreste de México*. Mem. XXI Congreso Nacional de Control Biológico. Río Bravo, Tamaulipas. pp. 237 - 240.

Ruiz C. E., L.O. Tejada y M.R. Cantú. 1990. Contribución al conocimiento de los braconidos (Hymenoptera) de Tamaulipas y Nuevo León, México. *Folia Entomológica Mexicana* 78: 199-208.

Ruiz C., E., J.M. Coronado B. y A. Guzmán L. 1993. *Géneros de Ichneumonoidea (Hymenoptera) obtenidos con redes de golpeo en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas*. Mem. XVI Congreso Nacional de Control Biológico. Monterrey, N.L. p. 51-52.

Ruiz C., E., J.M. Coronado B., O.S. Escamilla G., S.G. Hernández A. y C.A. Covarrubias D. 1997. Himenópteros colectados en follaje de *Pinus cembroides* Zucc. y *P. nelsoni* Shaw en Tamaulipas, México. *Biotam* 8 (2 y 3): 33-40.

Sánchez G., J.A., J. Romero N., S. Ramírez A., S. Anaya R. y J.L. Carrillo S. 1998. Géneros de Braconidae del estado de Guanajuato (Insecta: Hymenoptera). *Acta Zoológica Mexicana n.s.* 74:59-137.

- Serna T., H.A. 1985.** Géneros de avispas de tres familias de Hymenoptera del Cañón del Novillo, Victoria, Tam. Seminario de Investigación II. Facultad de Agronomía, UAT. México. 43 pp.
- Sharkey, M.J. 1993.** Family Braconidae. pp. 362 – 395. In: H. Goulet y J.T. Huber (eds.). Hymenoptera of the world: an identification guide to families. *Res. Branch Agric. Pub.* 1894/E. Canadá. 688 pp.
- Shaw, M.R. y T. Huddleston. 1991.** Classification and biology of braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). In: Dalling, W.R. y R.R. Askew (eds.). Handbooks for the Identification of British Insects. *Royal Entomol. Soc. of London*. Vol. 7. Part 11. 126 pp.
- Stary B., P. Bezdecka, M. Capek, P. Stary, J. Zeleny y J. Sediry. 1988.** Atlas of Insects Beneficial to Forest Trees. Vol. 2. Elsevier. Checoslovaquia. 100 pp.
- Thompson F., R.M. 1989.** *Ichneumonoidea y Vespoidea (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México.* Tesis de Maestría. ITESM. México. 63 pp.
- Thompson F., R.M. y E. Ruiz C. 1990.** Ichneumonoidea y Vespoidea (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Científica Potosina* XII (1): 25-39.
- Van Driesche R.G. y T.S. Bellows Jr. 1996.** *Biological Control.* Chapman y Hall. N.Y. 539 pp.
- Varela F., S.E., E. Ruiz C. y L. Martínez P. 1992.** Himenópteros en localidades de Gómez Farías y Ocampo, Tamaulipas, México. *Biotam* 4 (2): 1-2.
- Wharton, R.A. 1993.** A review of the Hormiinae (Hymenoptera: Braconidae) with a description of new taxa. *Journal of Natural History* 27: 107-171.
- Wharton, R.A., P.M. Marsh y M.J. Sharkey (eds.). 1997.** *Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera).* The International Society of Hymenopterists. No. 1. Washington, D.C. 439 pp.

Anexo 1. Géneros de Braconidae de algunas localidades de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas (según varios autores).

Subfamilia/ Género	Municipio* Gómez Farías	Ocampo	Jaumave	Llera	Distribución geográfica
Agathidinae					
<i>Agathis</i>	3, 4, 5	4			Regiones templadas
<i>Alabagrus</i>	4			4	S Canadá al N Argentina
<i>Bassus</i>	1, 3, 4, 5, ?6			3, 4, ?6	Nuevo Mundo
<i>Cremonops</i>	4	4			Regiones templadas y tropicales
<i>Zacremnops</i>	3, 4, 5		3	4	S EUA al N Argentina
Alysiinae					
<i>Alysia</i>			7		Holártica
<i>Alysiasta</i>	3, 4				EUA a Panamá
<i>Aphaereta</i>	7		7		Cosmopolita
<i>Dinotrema</i>			7		Cosmopolita
<i>Gnathopfeura</i>				1	EUA a Argentina, Caribe
<i>Oenonogastra</i>	3, 4, ?6			?6	EUA a Brasil, Caribe
<i>Orthostigma</i>			7		Alaska y Canadá a Costa Rica, Caribe
Aphidiinae					
<i>Diaeretiella</i>				3, 4	Nuevo Mundo
Braconinae					
<i>Bracon</i>	3, 4, ?6	3, 4	3, 4, 7	3, 4, ?6	Cosmopolita
<i>Compsobraconoides</i>	4				S EUA a Sudamérica, Caribe
<i>Cyanopterus</i>	1, 3, 5	4	2, 3, 4		Nuevo Mundo, Paleártica
<i>Digonogastra</i>	1, 3, 4, 5	3, 4	3, 4		Nuevo Mundo
<i>Habrobracon</i>	?6		2, 4	?6	Cosmopolita
<i>Myosoma</i>	1, 3, 4, 5				S EUA a Brasil
<i>Vipio</i>	4	3, 4		4	Nuevo Mundo
Cheloninae					
<i>Ascogaster</i>	3, 4				Cosmopolita
<i>Chelonus</i>	1, 5, ?6			?6	Cosmopolita
<i>Chelonus (Chelonus)</i>	3, 4	4	2, 3, 4	2	Cosmopolita
<i>Chelonus (Microchelonus)</i>	3, 4	3, 4	2, 3, 4	3, 4	Cosmopolita
<i>Leptodrepana</i>			7		Cosmopolita
<i>Phanerotoma</i>	4		7	3, 4	Cosmopolita
Doryctinae					
<i>Acrophasmus</i>	4				Neártica, Neotropical
<i>Heterospilus</i>	3, 4, 5, ?6, 7	3, 4	7	4, ?6	Cosmopolita
<i>Rhaconotus</i>	3, 4			3, 4	Cosmopolita
<i>Stenocorse</i>			7		Indoaustraliano, Neártico, Neotropical
Euphorinae					
<i>Microctonus</i>		3, 4			Cosmopolita
<i>Peristenus</i>	?6			?6	Holártica, Neotropical
<i>Syntretus</i>			7		Holártica, Neotropical, Etiópica
<i>Wesmaelia</i>	4				Holártica, Neotropical

Anexo 1. (continuación) Géneros de Braconidae de algunas localidades de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas (según varios autores).

Helconinae						
<i>Nealiolus</i>	?	6		?	6	Nuevo Mundo
Homolobinae						
<i>Homolobus</i>			2, 4			Nuevo Mundo
Hormiinae						
<i>Allobracon</i>	8	4		4		S EUA a Brasil, Caribe
<i>Hormius</i>	4		7	4		Cosmopolita
<i>Monitoriella</i>				2		México a Perú, Trinidad
<i>Parahormius</i>	7					Canadá a Costa Rica
Macrocentrinae						
<i>Macrocentrus</i>	3, 4			2		Nuevo Mundo, excepto Chile
Meteorinae						
<i>Meteorus</i>	1, 3, 4, 5, 7	4	7			Cosmopolita
Microgastrinae						
<i>Apanteles</i>	7		7			Cosmopolita
<i>Dolichogenidea</i>			7			Cosmopolita
<i>Glyptapanteles</i>	3, 5		2	2		Cosmopolita
<i>Microplitis</i>			7			Cosmopolita
Machos**			2, 7			
No identificados	1, 5					
Miracinae						
<i>Mirax</i>	?		7	?		Cosmopolita
Opiinae						
<i>Opius</i>	4, ?, 7	4	7	?		Canadá y Alaska hasta Argentina
Orgilinae						
<i>Orgilus</i>	?		4, 7	?		Cosmopolita
<i>Stantonia</i>	4					Neotropical, Neártica
Rogadinae						
<i>Aleiodes</i>	4, ?		7	?		Cosmopolita
<i>Rogas</i>	1, 3, 4, 5		2, 3, 4	3, 4		EUA hasta Argentina, Caribe
<i>Stiropius</i>	?	3, 4	3, 4, 7	?		EUA y Canadá hasta Argentina, Caribe
<i>Yelicones</i>				4		Cosmopolita

* 1)Thompson 1989, 2)Calderón 1990, 3)Coronado y Ruiz 1991, 4)Briseño y Ruiz 1991, 5) Varela et al. 1992, 6) Ruiz et al. 1993, 7) Hernández 1996 y 8)Wharton 1993.

**Las claves sólo son útiles para clasificar hembras.

? Material colectado en Gómez Farías o Llera pero los autores no indican el municipio.

46. La mirmecofauna en árboles de mango

Karla Y. Flores-Maldonado y Héctor González-Hernández

Colegio de Postgraduados, Departamento de Entomología y Acarología
Carretera México-Texcoco Km.36.5

56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México, MÉXICO

Abstract

The ant fauna of two mango orchards in the buffer zone in the "El Cielo" Biosphere Reserve (Tamaulipas, Mexico) was recorded. The two orchards were under different sanitary care condition. Orchard 1 was surrounded by tropical forest and it was under minimum of care, while orchard 2 was mixed with nopal and citric plants and it had high pesticide application. The Shannon-Wiener biodiversity index was obtained in the two orchards. A total of 33 species of ants, placed in 23 genera were collected. They were distributed in six subfamilies: Myrmicinae, Ponerinae, Formicidae, Dolichoderinae, Ectoninae and Pseudomyrmecinae. Myrmicinae showed the highest species richness. There are thirteen new records to the state of Tamaulipas and they are *Pseudomyrmex mexicanus* Roger, *Pseudomyrmex elongatulus* Roger, *Platythyrea punctata* (Smith), *Strumigenys elongata* Roger, *Leptothorax echinatinodis* Forel, *Crematogaster curvispinosa* Mayr, *Paramica* sp. Roger, *Dolichoderus lutosus* (Smith), *Tapinoma ramulorum* Wheeler, *Azteca* sp. (Longino), *Camponotus etiolatus* Wheeler and *Brachymyrmex* sp. Wheeler and two new records for Mexico, *Solenopsis latastei* Emery and *Camponotus atriceps* (Smith). The Shannon-Wiener biodiversity index of the two orchards showed that orchard 1 had the highest diversity.

Introducción

Las hormigas han tenido un gran éxito biológico, reflejado en el gran número de especies existentes, así como en la gran cantidad de hábitats en los que se desarrollan (Rojas-Fernández 1996). Su distribución va desde el Polo Norte hasta la Patagonia (MacKay 1981). En su gran mayoría las hormigas son omnívoras (Carroll y Janzen 1973), algunas otras son estrictamente carnívoras, o bien, se alimentan en hongos que cultivan en hojas, semillas y néctar (Hölldobler y Wilson 1990). Son importantes polinizadoras de plantas, dispersoras de semillas, así como aereadoras del suelo (Rish y Carroll 1982). México está constituido por la región Neártica y Neotropical. La mirmecofauna está compuesta por especies con distribución en ambas

regiones, sin embargo ésta ha sido muy poco estudiada (Rojas-Fernández 1996). Al igual que otros países, México enfrenta una crisis ambiental de enormes proporciones (Landa *et al.* 1997), en la cual, el problema principal es la deforestación y la erosión de suelos, resultando de la práctica de una agricultura rudimentaria y de subsistencia.

Los estudios sobre formicidos a nivel nacional se han dirigido principalmente a la realización de inventarios taxonómicos (Rodríguez 1986, Mackay y Mackay 1989, Rojas-Fernández 1996, Flores-Maldonado *et al.* 1999).

Sin embargo, las investigaciones sobre hormigas y su papel en los agroecosistemas en México son incipientes (Saks y Carroll 1980, Rish y Carroll 1982, Lachaud y García 1999), a pesar de la dualidad de su impacto: el positivo, como parte de procesos ecológicos e interacciones mutualísticas, como la mirmecofilia (ver Risch y Carroll 1982), y el negativo, actuando como herbívoros de cultivos tales como papaya, durazno y maíz (Rojas-Fernández 1996). El cultivo del mango en la cabecera municipal de Gómez Farías constituye una de las principales fuentes de ingresos económicos para sus habitantes; sin embargo, se trata de un cultivo de subsistencia. Las variedades de mango (*Mangifera indica*) que se cultivan en esta región son principalmente: Manila y Tommy Atkins (López 1999, com. pers.). Debido a la importancia del cultivo para los productores, es necesario conocer las especies de hormigas se asocian al mango. Al realizar estudios generales sobre las plagas de los árboles frutales en Gómez Farías, Tamaulipas, Ruiz (1993) encontró que las hormigas arrieras (*Atta mexicana*) eran importantes defoliadoras. López (1993) observó que *Solenopsis* sp. ataca el follaje de los duraznos en la misma localidad.

Jusino y Phillips (1992) compararon la riqueza de especies entre zonas perturbadas (cultivos de mango, cítricos y nopal) y zonas no perturbadas en la RBEC. En el presente trabajo se determinó la biodiversidad de hormigas en dos agrosistemas de mango, ambos bajo diferentes condiciones de manejo del cultivo, también se analizó el impacto de las medidas de manejo sobre la mirmecofauna.

Metodología

El estudio se realizó en la zona de amortiguamiento de la Reserva, en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental (Puig *et al.* 1983), en la intersección de la latitud 23°03'00" N y la longitud 99°09'30" W, a una altitud de 400 m s.n.m. El clima es semicálido húmedo con una temperatura máxima promedio de 30°C y una temperatura mínima de 19°C (CONAGUA 1999). La precipitación pluvial anual es de 2,600 mm, y la humedad relativa se presenta sobre el 90% de saturación (Puig *et al.* 1983). El tipo de suelo es predominantemente litosol y en forma secundaria se presenta la redzina.

La vegetación comprendida entre los 200 y 800 m s.n.m. está constituida por bosque tropical subcaducifolio, caracterizado por árboles con altura promedio de 12 m. Los árboles más representativos son: *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mirandaceltis monoica*, *Cedrela mexicana*, *Leucaena pulverulenta* y *Phoebe tampicensis*. La comunidad de Gómez Farías cimienta la obtención de sus recursos económicos en agricultura de subsistencia (cultivos de mango, cítricos y nopal) así como en la producción de plantas ornamentales (Sánchez-Ramos *et al.* 1990).

Se seleccionaron dos huertas de mango manila, cada una con 120 árboles maduros en producción distribuidos en una hectárea. Las parcelas presentaron una distancia muestral de 3 km.

El huerto No. 1, en las laderas de la Sierra Madre Oriental, se encontró circundado por vegetación tropical subcaducifolia y alejado de otros huertos, con poco manejo cultural y con un uso mínimo de insecticida. En este huerto, la "Campaña Nacional Contra la Mosca de la Fruta" (CNCMF) coloca periódicamente una red de trapeo (son cajas que contienen insecticida Malatión y proteína hidrolizada), como una medida fitosanitaria para reducir las poblaciones de moscas de la fruta (*Anastrepha* spp.) que atacan a cítricos y mango.

El huerto No. 2 se localizó en la parte posterior de la Presidencia Municipal de Gómez Farías, estaba rodeado por cultivos de nopal y cítricos (naranjos y mandarinas). Este huerto presentaba mayor manejo fitosanitario (cultural y químico), principalmente con la aplicación directa de insecticidas cada ocho días, que consistían de Malatión 50 más proteína hidrolizada líquida en dosis 200 cc/ha para el control de la mosca de la fruta (López 1999 *com. pers.*) y la colocación de trampas CNCMF de malatión más proteína hidrolizada.

La investigación de campo se realizó de enero a octubre de 1999. Para la colecta y monitoreo de las hormigas se emplearon cuatro tipos de trampas: McPhail, Pitfall y dos aéreas. La McPhail contenía una solución azucarada (piloncillo) como atrayente y bórax como conservador en una concentración de (10 g de bórax en 100 ml de solución). La pitfall terrestre con capacidad de 1 lt (11 cm de diámetro x 13 cm de largo) contenía una solución 200 ml de agua con detergente (al 5%) y 20 ml de anticongelante automotriz comercial (alcohol de bajo peso molecular).

Las aéreas consistieron de una trampa pitfall modificada por Kasparí (1999 en prensa) para árboles (3 cm de diámetro x 12 cm de largo) que contenían 5 ml de anticongelante y 10 ml de agua con detergente al 5%. El segundo tipo de trampa aérea con 1 lt de capacidad (11 cm de diámetro x 13 cm de largo) tenía la misma composición que la trampa terrestre. En cada huerto se colocaron los cuatro tipos de trampas, cada una de ellas con cinco repeticiones. Cada trampa se colocaba al azar cada 15 días, permaneciendo en el campo durante un periodo de 48 horas. Posteriormente, el material obtenido fue separado y contabilizado en el laboratorio. Las hormigas colectadas se determinaron a nivel de género utilizando las claves de Mackay y Mackay (1989) para las hormigas de México y para determinar algunas de las especies se utilizaron las claves para hormigas de Norteamérica de Creighton (1950). Se utilizó el concepto morfoespecie empleado por Oliver y Beattie (1996).

Se determinó la diversidad de especies de cada localidad utilizando el índice de diversidad Shannon-Weiner (Magurran 1988). Se empleó el Índice de Similitud de Sorensen para determinar el grado de asociación entre ambas localidades (Magurran 1988).

Resultados y discusión

En total se colectaron 3,002 individuos de hormigas, 390 individuos para el huerto No. 1 y 2,612 para el huerto No. 2.

Taxonomía

De las 33 especies obtenidas, siete géneros son nuevos registros para la región: *Brachymyrmex*, *Paramica*, *Dolichoderus*, *Azteca*, *Platythyrea*, *Tapinoma* y *Xenomyrmex*. Las especies que son nuevos registros para el estado son: *Pseudomyrmex mexicanus* Roger, *Pseudomyrmex elongatulus* Roger *Platythyrea punctata* (Smith), *Strumigenys*

elongata Roger, *Leptothorax echinatinodis* Forel, *Crematogaster curvispinosa* Mayr, *Pyramica* sp. Roger, *Dolichoderus lutosus* (Smith), *Tapinoma ramulorum* Wheeler, *Azteca* sp. (Longino), *Camponotus etiolatus* Wheeler y *Brachymyrmex* sp. Wheeler. Las especies *Solenopsis latastei* Emery (Fig. 1) y *Camponotus atriceps* (Smith) (Fig. 2) son nuevos registros para México. La riqueza de especies obtenida en los dos tipos de hábitats (conservado y alterado) estudiados por Jusino y Phillips (1992), fueron coincidentes con nuestros datos en un 70%. Es necesario considerar que nuestros muestreos fueron realizados sólo en cultivos de mango. Se identificaron a nivel de especie a 2,762 individuos, quedando identificados a nivel de género 436 individuos, pertenecientes casi en su mayoría a *Pheidole* spp. y *Camponotus* spp.

Jusino y Phillips (1992) reportaron por vez primera a *Wasmania auropunctata* Forel en la Reserva, la cual mencionan los autores, se presentó con una mínima abundancia. Sin embargo, en el presente estudio durante 1999 en el huerto No. 2 fue la especie más abundante (62.2% del total). De acuerdo a Clark *et al.* (1982) esta hormiga es un serio problema económico agrícola y ecológico, debido a los efectos negativos sobre los organismos nativos, principalmente comunidades locales de hormigas. Esta especie es conocida como "pequeña hormiga de fuego" por el efecto que produce su veneno. Se caracteriza por presentarse abundantemente en áreas con problemas de

perturbación (Hayashi 1999). En la actualidad, es una plaga en las Islas Galápagos (Ulloa-Chacon y Cherix 1990). Por su agresividad, es un problema en las plantaciones de cacao en Brasil, ya que ataca a los colectores del fruto, además de favorecer la sobrevivencia del piojo harinoso *Planococcus citri* Risso (Delabie 1988), con quien mantiene una relación simbiótica. Salazar (1972) argumenta que *W. auropunctata* se asocia particularmente con los cultivos de cítricos y mango. Rojas-Fernández (1996) registra a *W. auropunctata* en los estados de Chiapas, Morelos, Tabasco y Tamaulipas.

Ecología

Pocos trabajos sobre hormigas se han realizado en Gómez Farías. El único trabajo que precede a esta investigación fue realizado por Jusino y Phillips (1992) y el de Phillips *et al.* (Capítulo 46 de este libro), que con un enfoque taxonómico detectaron una riqueza de 32 especies, entre zonas perturbadas y no perturbadas dentro de la Reserva.

Sin embargo, consideraron a las zonas no alteradas como inmersas en bosque mesófilo de montaña y sus zonas perturbadas fueron cultivos de mango, nopal y cítricos. El huerto No. 1 al estar en contacto con la Sierra Madre Oriental presentó mayor heterogeneidad de hábitats (efecto de borde), que de acuerdo con Denslow (1980) su diversidad local es alta ($H' = 2.78$), además, asegura que los patrones de diversidad local están determinados por



Figura 1. *Solenopsis latastei* Emery.



Figura 2. *Camponotus atriceps* (Smith).

la abundancia y complejidad de los tipos de hábitats. Este huerto presentó una riqueza de especies de hormigas menor en comparación con el huerto No. 2 ($S=29$) (Cuadro 1). Según Brower *et al.* (1989), el índice de diversidad de Shannon-Weiner considera indispensable la abundancia de individuos por especie, en forma equilibrada o constante. Esta huerta presentó la diversidad esperada, es decir, más alta en comparación con el huerto No. 2 ($H'=1.62$).

En el huerto No. 2, la especie dominante fue *W. auropunctata* (Cuadro 1), lo que coincide con los resultados obtenidos por Risch y Carroll (1982), quienes realizaron un estudio comparativo del papel de las hormigas en dos agrosistemas mexicanos. Ellos encontraron que la mirmecofauna de una parcela de maíz (rodeada por otros cultivos), fue muy simple y con *Solenopsis geminata* como especie dominante.

La información obtenida del huerto No. 2 muestra una baja riqueza de especies. Este resultado discrepa por completo del determinado por Lachaud y López (1999) en un agroecosistema de café-cacao en Chiapas, donde la diversidad de hormigas fue alta, afirmando que los agrosistemas pueden funcionar como reservorios de biodiversidad. Sin embargo, se acepta lo afirmado por Castro *et al.* (1990) y Mackay *et al.* (1991) en cuanto a que la diversidad localizada en los bosques tropicales se reduce notablemente cuando son transformados en agrosistemas, producto de la simplificación de la

vegetación. En el huerto No. 2, el cual estuvo con un manejo fitosanitario intensivo, se obtuvo una alta riqueza de especies ($S=32$). Esto es contrario a lo afirmado por Rojas y Cartas (1992), quienes determinaron que la riqueza genérica de hormigas en Veracruz era menor en función al grado de disturbio, es decir, a mayor grado de disturbio menor riqueza genérica de individuos.

Los huertos No. 1 y No. 2 mostraron un alto grado de asociación de acuerdo al índice de similitud de Sorensen ($C_s=0.8471$), debido a que más del 80% de las especies son comunes para ambos huertos de mango. En el presente estudio, los resultados fueron similares a los obtenidos por Flores-Maldonado *et al.* (1999) quienes obtuvieron en la Sierra Madre Oriental, en la región del "Cañón del Novillo" en Tamaulipas un índice de Similitud también muy alto ($C_s=0.89$) entre sitios perturbados y no perturbados.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Dr. Sherman A. Phillips Jr. por sus acertadas observaciones al presente trabajo y del Dr. William P. Mackay por su ayuda en la corroboración e identificación de los especímenes, así como a los productores: Carlos Alvarez, Ignacio Jiménez, Alejandro y Ricardo Ramírez por su confianza al permitirnos realizar la investigación en sus huertos, por último a José Idelfonso Guerrero Gudiño por su invaluable ayuda en el trabajo de campo.

Cuadro 1. Riqueza y abundancia de especies capturadas en dos huertos de mango en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México: (a) nuevo reporte para México y (b) nuevo reporte para Tamaulipas.

Taxón	Huerto 1	Huerto 2
Subfamilia Myrmicinae		
Grupo Solenopsis		
<i>Solenopsis geminata</i>	2	3
<i>Solenopsis molesta</i>	10	11
<i>Solenopsis</i> sp. 1	19	8
Tribu Myrmicini		
<i>Pheidole</i> sp. 1	56	169
<i>Pheidole</i> sp. 2	20	127
Tribu Crematogastrini		
<i>Crematogaster</i> sp1	37	12
<i>Crematogaster</i> sp2	26	9
Tribu Dacetini		
<i>Strumigenys ludia</i>	0	6
<i>Strumigenys subdentata</i>	0	2
Tribu Attini		
<i>Cyphomyrmex dentatus</i>	8	20
<i>Mycoccepus smithi</i>	6	0
Tribu Ochetomyrmecini		
<i>Wasmannia auropunctata</i>	8	1625
Tribu Archeomyrmecini		
<i>Xenomyrmex floridanus</i> (b)	20	41
Subfamilia Ponerinae		
Tribu Platythyreini		
<i>Platythyrea</i> sp. 1 (b)	2	4
Tribu Ectatommini		
<i>Ectatomma ruidum</i>	54	114
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	30	28
Tribu Ponerini		
<i>Pachycondyla harpax</i>	4	9
<i>Odontomachus laticeps</i>	1	11
Subfamilia Formicinae		
Tribu Camponotini		
<i>Camponotus</i> sp. 1	2	91
<i>Camponotus</i> sp. 2	0	6
<i>Camponotus</i> sp. 3	0	1
Tribu Lasiini		
<i>Paratrechina fulva</i>	4	11
Tribu Brachymirmecini		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1 (b)	5	19
Subfamilia Dolichoderinae		
Tribu Tapinomini		
<i>Forelius pruinosus</i>	6	5
<i>Liometopum apiculatum</i>	0	7
<i>Tapinoma</i> sp. 1 (b)	26	8
<i>Conomyrma</i> sp. 1 (b)	0	28
Subfamilia Ecitoninae		
Tribu Ecitonini		
<i>Eciton mexicanum</i>	5	0
<i>Labidus coecus</i>	22	208
Subfamilia Pseudomyrmecini		
Tribu Pseudomyrmecini		
<i>Pseudomyrmex oculatus</i>	14	13
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (b)	0	7
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	3	9
Riqueza de especies	25	30
TOTAL	390	2612

Literatura citada

- Brower, J.E., J.H. Zar y C.N. Von Ende. 1989.** *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 3ª ed. Wm. C. Brown Publishers. 237pp.
- Carroll, C.R. y D.H. Janzen. 1973.** Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:231-257.
- Castro, A.G., M.V.B. Queiroz y L.M. Araújo. 1990.** O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera:Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 34: 201-213.
- Clark, D., C. Guayasamin, O. Pazmiño, C. Donoso y Y. Páez de Villacís. 1982.** The trap ant *Wasmannia auropunctata*: Autoecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. *Biotropica* 14: 196-207.
- Creighton, W.S. 1950.** The ants of North América. *Bulletin of the museum of comparative zoology, Harvar College*, Cambridge, Mass. 732 pp.
- Delabie, J.H.C. 1988.** Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. *Revista Theobroma* 3: 53-57.
- Denslow, J.S. 1980.** Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica (Supplement)* 12:47-55.
- Flores-Maldonado, K.Y., S.A. Phillips, Jr., y G. Sánchez-Ramos. 1999.** The myrmecofauna (Hymenoptera:Formicidae) along an altitudinal gradient in the Sierra Madre Oriental of Northeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist*. 44(4) 458-462.
- Hayashi, A.M. 1999.** Attack of the Fire Ants. *Scientific American* 280: 26-28
- Hölldobler, B., y E.O. Wilson. 1990.** *The ants*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 732 pp.
- Jusino, A. R. y S. A. Phillips, Jr. 1992.** Myrmecofauna en la Reserva ecológica de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Biotam* (4): 41-54.
- Kaspari, M. (en prensa).** Arboreal Pitfall traps show impact of imported fire ants (*Solenopsis wagneri*) on a Texas arboreal ant assemblage. *Southwestern Naturalist*.
- Lachaud, J. P. y J.A. García. 1999.** Biodiversidad de la mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) en los agroecosistemas de café y cacao en Chiapas, México: enfoque sobre las subfamilias Ponerinae y Cerapachyinae. In: **Bautista N., O. Morales, y C. Ruiz (eds.), Memorias XXXIV Congreso Nacional de Entomología**. Págs 79-82.
- Landa, R., J. Meave y J. Carabias. 1997.** Environmental deterioration in rural Mexico: an examination of the concept. *Ecological Applications* 7(1): 316-329.
- López De León, R. 1993.** La fruticultura en la zona de amortiguamiento e influencia de la Reserva de la Biosfera "El Cielo". En: **Ruiz, C.E. (ed.), Segundo curso Internacional sobre Entomología Tropical en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas, México**. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria. pp. 51-55.
- Mackay, W. P. y E.E. Mackay. 1989.** *Clave de los géneros de las hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae)*. Memorias II Simposio Nacional de Insectos Sociales, Oaxtepec, Morelos. Pp 1-82
- Mackay, W.P., M.A.Rebeles, H.C.Arredondo, A.D. Rodríguez,D.A.González y S.B.Vinson. 1991.** Impact of the slashing and burning of a tropical rain forest on the native ant fauna (Hymenoptera:Formicidae). *Sociobiology* 18:257-268.
- Mackay, W.P. 1981.** A comparison of the nest phenologies of three species of *Pogonomyrmex* harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* 88:25-75.
- Magurran, A.E. 1988.** *Ecological Diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179pp.
- Oliver, I., y A.J. Beatti. 1996.** Invertebrate morphospecies as surrogates for species: A case of study. *Conservation Biology*, 10(1): 99-109.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1983.** Composición Florística del Bosque Mesófilo en Gómez Farias, Tamaulipas, México. *Biotica* 8(4): 339-359.
- Risch, J.S. y C.R. Carroll. 1982.** The ecological role of ants in two mexican agroecosystems. *Oecologia*. 55:114-119.
- Rodriguez, J. A. 1986.** *Hormigas (Hymenoptera:Formicidae) de Nuevo León*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 107 pp.
- Rojas-Fernández, P. 1996.** Formicidae (Hymenoptera). En: **Llorente-Bousquets, J., A.N. García-Alderete y E. González-Soriano (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento**. UNAM, Ciudad de México. Págs. 483-500.
- Rojas-Fernández, P. y A. Cartas. 1991.** La formicofauna de la ladera SW del volcán San Martín de Pajapan, Veracruz en relación a sus tipos de vegetación. p. 403, en: *Memorias del XXVI Congreso Nacional de Entomología* (Sociedad Mexicana de Entomología, eds.), Veracruz.
- Ruiz, C.E. 1993.** Plagas de cultivos tropicales en la zona de la Reserva "El Cielo" el control biológico. En: **Ruiz, C.E. (ed.). Segundo curso internacional sobre Entomología Tropical en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" de Tamaulipas, México**. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria. Págs 6-12.
- Salazar, T.J. 1972.** Contribución al conocimiento de los Pseudococcidae del Perú. *Rev. Per. Entomol.* 15:277-303.
- Sánchez-Ramos, G., E.E. González-Hernández, A.C. Sepúlveda-Lerma y H. Zamora-Treviño. 1990.** La Reserva de la biosfera "El Cielo" plan de administración y programa de investigación científica. *Biotam*(2): 1-9.
- Soaks, M.E. y C.R. Carroll. 1980.** Ant foraging activity in tropical agroecosystems. *Agroecosystems* 6:177-188.
- Ulloa-Chacon, P. y D.Cherix. 1990.** The little fire ant, *Wasmannia auropunctata* (R.) (Hymenoptera: Formicidae). In: **R.K.Vander Meer, K.Jaffe y A.Cedeno (Eds.). Applied Myrmecology: A World perspective**. Westview Press, Boulder, CO.

47. Hormigas indicadoras de disturbio

Sherman A. Phillips¹, Jr., Gerardo Sánchez-Ramos² y Rafael Jusino-Atresino¹

¹Dept. of Plant and Soil Science, Box 42122
Texas Tech University
Lubbock, TX 79409-2122, USA

²Instituto de Ecología y Alimentos-Universidad Autónoma de Tamaulipas
13 Blv. A. López Mateos 928
Cd. Victoria, Tamaulipas MÉXICO., 87040

Abstract

A total of 33 species was collected during the study. Of these, six species were not previously reported from Mexico. Of those reported from Mexico, approximately 60% of the species (16) were new records for the State of Tamaulipas. Eleven species could not be identified because of the lack of complete taxonomic work for these groups in the tropics. Significant differences between disturbed and undisturbed communities demonstrate that drastic changes in ant community structure occur within natural forest habitats subsequent to disturbance. With further destruction of forests and the invasion of exotic ant species, the fragile ecosystem of the forest could be disrupted to a point of no recovery. Furthermore, important information in the areas of taxonomy and ecology within this unique area that represents the boundary between the Nearctic and Neotropical regions could be lost.

Introducción

Aunque las hormigas conforman uno de los grupos más abundantes de animales (Hölldobler y Wilson 1990, MacKay 1981) son escasos los estudios orientados a conocer su taxonomía y sistemática en México (Rojas-Fernández 1996), principalmente debido a la posición entre los reinos Neártico y Neotropical, lo cual incrementa la riqueza de su biodiversidad. Para México se han registrado un total de 501 especies pertenecientes a seis géneros Rojas-Fernández (1996). Sin embargo, aunque los estudios taxonómicos continúan, la transformación del hábitat ha sido la causa principal de que muchas especies sean eliminadas antes de ser conocidas, mucho menos estudiadas (Flores-Maldonado *et al.* 1999). Algunos de los estudios que han contribuido con el conocimiento de las hormigas mexicanas son: Kempf (1972), Watkins (1982), MacKay *et al.* (1985), Rojas-Fernández y Cartas (1991), Rojas-Fernández y Fragoso (1994), Jusino-Atresino y Phillips (1992), Escobar-Urrutia y Morales-Moreno (1996). Los objetivos del presente estudio fueron determinar las especies presentes en un bosque tropical subcaducifolio y en un bosque mixto de la Reserva

de la Biosfera El Cielo (RBC) y analizar el cambio que sufren estas especies cuando las actividades agrícolas expanden su hábitat natural.

Los sitios de estudio

Se utilizaron dos sitios de estudio a través de un gradiente altitudinal. Estos sitios, se encuentran en la zona de amortiguamiento de la RBC y presentan a su interior dos tipos de zonas: las conservadas y las que presentan disturbio alto (alteradas), producto de los cultivos de maíz, frijol, caña de azúcar, nopal y mango.

El primer sitio corresponde a un bosque tropical subcaducifolio, en la base de la RBC (a 330 m s.n.m.), con localización en 23° 00'-23° 10' N y 99° 05'-99° 11' W, Sánchez-Ramos (1990). Dominan en las zonas conservadas de este sitio especies arbóreas como:

Bursera simaruba (Burseraceae), *Lysiloma microphyllum* (Fabaceae), *Clorophora tinctoria* (Moraceae), *Savia sessiliflora* (Euphorbiaceae), *Drypetes lateriflora* (Euphorbiaceae), *Acalypha schiedeana* (Euphorbiaceae), *Rhandia laetevirens* (Rubiaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae) (Sánchez-Ramos obs.pers.), entre otros (Valiente-Banuet *et al.* 1995). El estrato arbustivo se reconocen especies como:

Drypetes lateriflora (Euphorbiaceae), *Acalypha schiedeana* (Euphorbiaceae), *Chamedorea radicalis* (Arecaceae), *Hippocratea acapulcensis* (Hippocrateaceae), *Croton niveus* (Euphorbiaceae), *Psychotria erythrocarpa* (Rubiaceae) y *Petrea volubilis* (Verbenaceae), entre otras (Valiente-Banuet *et al.* 1995). El estrato herbáceo es denso y caracterizado por especies anuales de rápido crecimiento, tales como:

Gibasis pellucida (Commelinaceae), *Adiantum trapeziforme* (Adiantaceae), *Begonia heracleifolia* (Begoniaceae), *Leersia monandra* (Poaceae), *Peperomia* sp. (Piperaceae) (Mora-Olivo com. pers.) La temperatura media anual de 22.8°C

con precipitación anual de 1,690 mm, el tipo de clima es (A)C(m)(w")a(e)g (Valiente-Banuet *et al.* 1995). Las zonas alteradas están básicamente sembradas por cultivos de mango, nopal, naranja, plátano y caña de azúcar.

El segundo sitio corresponde a un bosque mixto subcaducifolio ubicado en el ejido Alta Cimas (920 m s.n.m.), localizado entre las coordenadas 99° 11' 0" W y 23° 03' 06" N y altitud de 920 m. La precipitación anual de 2,522 mm y temperatura promedio anual de 13.8° C (Mora *et al.* 1997). La zonas conservadas de este sitio se componen por elementos arbóreos de 10 metros de altura con especies como: *Mirandaceltis monoica* (Ulmaceae), *Trichila havanensis* (Meliaceae), *Garrya laurifolia* (Garryaceae), *Acacia angustissima* (Fabaceae), *Wimmeria concolor* (Celastraceae), *Cercis canadensis* (Fabaceae), *Buddleja cordata* (Buddlejaceae), *Chione mexicana* (Rubiaceae) y *Lippia myriocephala* (Verbenaceae). El estrato arbustivo está representado por especies como: *Eugenia capuli* (Myrtaceae), *Rapanea myricoides* (Myrsinaceae), *Exostema mexicana* (Rubiaceae), *Decatropis bicolor* (Rutaceae), *Berberis hartwegii* (Berberidaceae) y *Chiococca alba* (Rubiaceae). El herbáceo por especies como: *Rhynchospora aff. Aristata* (Cyperaceae), *Chamaedorea radicalis* (Arecaceae), *Leersia monandra* (Poaceae), *Polypodium plebejum* (Polypodaceae), *Adiantum radiata* (Adiantaceae), *Pilea microphyla* (Urticaceae), *Euphorbia graminea* (Euphorbiaceae) y *Echeveria* spp. (Crassulaceae) (Mora *et al.* 1997).

El método

Para el muestreo y captura de hormigas en ambas zonas (conservadas y alteradas) se utilizaron trampas tipo pitfall. Estas trampas consistieron en tubos plásticos con capacidad de 470 ml, con una altura de 14 cm y un diámetro de 10 cm. Cada trampa contenía aproximadamente un tercio de su capacidad (156 ml) de una mezcla preservante compuesta por anticongelante comercial (etilenglicol) y agua en proporción 2:1, respectivamente. Estas fueron colocadas de tal forma que solamente la boca del tubo quedara sobre la superficie del suelo. Para la colocación de las trampas se utilizaron transectos lineales dentro de cada uno de los sitios (bosque tropical y bosque mixto caducifolio) y de las zonas (conservadas y alteradas) por un periodo de muestreo de 72 horas. Para el sitio correspondiente al bosque tropical, se utilizaron dos localidades de muestreo: La Estación Biológica Los Cedros (EBLC) y Gómez Farias (GF).

El muestreo fue realizado durante mayo de 1990 y junio de 1991 para la EBLC. Para GF el muestreo se realizó durante mayo de 1990, junio de 1991 y mayo de 1992. Finalmente, para el bosque mixto subcaducifolio Alta Cimas (AC), el muestreo se llevó a cabo durante junio de 1991. En cada zona se instalaron un total de seis transectos lineales por zona (conservada y alterada), y cada transecto con seis trampas pitfall, considerando cada año de estudio. Las trampas fueron colocadas cada 2.0 m dentro de cada transecto. Tres de los transectos fueron colocados en las zonas conservadas y tres transectos más en las zonas alteradas, tanto del bosque tropical (EBLC y GF), como también del bosque mixto subcaducifolio (AC). Las trampas fueron retiradas y filtradas en laboratorio, disectando la mirmecofauna de otros organismos. Las hormigas fueron conservadas en alcohol al 70%. Todos los individuos fueron identificados a nivel de especie y los especímenes voucher se encuentran en el museo de Texas Tech University en Lubbock, Texas (EEUU). Para determinar las diferencias entre zonas, sitios y años se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), calculándose la riqueza de especies y la distribución individuo/especie. Adicionalmente, se utilizó el índice de similitud de Sorensen (C_s) para determinar el grado de similitud entre áreas. Se realizaron pruebas estadísticas para probar la diferencia entre cada año muestreado ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

Se colectaron un total de 2,190 individuos. Fueron identificadas 33 especies pertenecientes a seis subfamilias (cociente individuo/especie= 66.3). Durante 1990 dentro de las zonas conservadas, se encontró un total de 14 especies, con una exclusividad mayor (por dos especies) para estas zonas, respecto a las alteradas. El índice de Similitud de Sorensen fue de 0.38. Es decir, 38% de las especies se presentaron similarmente durante ese periodo. Posteriormente, en 1991 el número de especies exclusivas favoreció también a las zonas conservadas (nueve especies) y la similitud fue del 58%. Finalmente, durante 1992 las especies compartidas fueron mayor que las exclusivas de cada zona, el nivel de similitud fue de 0.66, alcanzando su máximo valor (**Cuadro 1**).

Las subfamilias más abundantemente representadas (en orden decreciente) fueron: Myrmicinae, Ponerinae, Ecitoninae, Dolichoderinae, Formicinae y Pseudomyrmecinae. Seis de las especies (18%) correspondieron a la subfamilia Ponerinae.

Cuadro 1. Especies exclusivas, compartidas e índice de similitud de Sorensen (Cs) de las dos zonas estudiadas (conservada y alterada) en tres años de análisis.

Zona	1990	1991	1992
Conservada	14	18	8
Especies exclusivas	9	9	4
Alterada	12	13	10
Especies exclusivas	7	4	2
Especies compartidas	5	9	6
Índice de Similitud	0.38	0.58	0.66

Dentro de la tribu Ectatommini se colectaron dos especies dentro del género *Ectatomma* (Creighton 1950, Kugler y Brown 1982, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). La especie *Ectatomma ruidum* (Roger) se ubicó dentro de las cinco especies más abundantes, y se colectaron similar número de individuos dentro de las dos zonas estudiadas (conservada y alterada). Esta especie, aunque registrada para México (Kempf 1972b), América Central y América del Sur (Kempf 1972b, Brandão 1991), no había sido considerada para Tamaulipas, siendo éste el primer registro. Otra especie de la misma tribu, *Ectatomma tuberculatum* Fr. Smith, se encontró en alto porcentaje dentro de las zonas con disturbio (alteradas) y también constituye un nuevo registro para Tamaulipas (**Cuadro 2**). La colecta de *E. tuberculatum* dentro de nuestro país, significa un incremento importante en el rango de su distribución conocida, ya que sólo se había registrado para las Indias del Este, América Central y América del Sur (Kempf 1972b, Brandão 1991).

Dentro de la tribu Ponerini (Creighton 1950, Kempf 1975, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989) fueron colectadas cuatro especies. La primera de ellas *Pachycondyla harpax* Wheeler, fue la más abundante (67% del total de los individuos) dentro de las áreas conservadas. Anteriormente, esta especie había sido registrada para México por Kempf (1972b) y Brandão (1991), aunque ambos autores no mencionan el estado del país donde obtuvieron dichos registros.

Para la región Neártica (EEUU) *P. harpax* ha sido registrada desde Louisiana hasta Texas (Krombein *et al.* 1979). Debido a la vecindad entre Tamaulipas y Texas, es posible especular que su distribución ocurra libremente entre ambos estados, ya que incluso se ha registrado en América Central y Sudamérica (Kempf 1972, Brandão 1991).

Adicionalmente, se colectó una segunda especie dentro del género *Pachycondyla*, la cual después de la revisión de las claves taxonómicas disponibles, concluimos que se trata de una nueva especie. Sólo *P. harpax* se ha registrado para México (Kempf 1972b, Brandão 1991). La tercer especie colectada dentro de Ponerini fue *Hypoponera opaciceps* (M.R. Smith). Esta especie se obtuvo solamente en zonas conservadas durante 1990. De esta última, se sabe que es una especie cosmopolita y aunque había sido anteriormente registrada para las siguientes regiones y países: México, el Caribe, América Central, América del Sur (Kempf 1972b), sureste de los Estados Unidos de Norteamérica (Krombein *et al.* 1979), Asia y Polinesia (Hölldobler y Wilson 1990), éste constituye el primer registro para Tamaulipas.

La última especie de este grupo fue *Odontomachus laticeps* Roger, la cual se presentó exclusivamente en las zonas conservadas. Esta especie ha sido registrada para México (Kempf 1972b, Brandão 1991) y Tamaulipas (Brandão 1991).

La subfamilia Myrmicinae quedó representada por seis tribus y 20 especies (ca. 61% de todas las especies colectadas). Dentro de la tribu Myrmecini se colectaron tres especies dentro del género *Pheidole*. Sin embargo, esas especies no pudieron ser identificadas, debido a la ausencia de claves taxonómicas para México. Por lo tanto, cada morfo-especie fue identificada asignándole una letra.

Las especies "A" fueron las más abundantes dentro de las zonas alteradas (conformaron el 86% del total de los individuos). Las especies "B" son aquellas que se distribuyeron eventualmente en ambas zonas, y las especies "C" fueron más abundantes dentro de las zonas conservadas (92% del total de los individuos).

Cuadro 2. Especies de hormigas asociadas a diferentes zonas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.

Taxa	Zona Alterada			Zona Conservada		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
Subfamilia: Ponerinae						
<i>Ectatomma ruidum a</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Ectatomma tuberculatum a</i>	-	+	-	+	+	+
<i>Pachycondyla harpax a</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Pachycondyla sp. A</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Hypoponera opaciceps a</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Odontomachus laticeps</i>	-	-	+	+	+	+
Subfamilia: Myrmicinae						
<i>Pheidole sp. A</i>	+	+	+	-	+	+
<i>Pheidole sp. B</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Pheidole sp. C</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Crematogaster (orthocrema) sp. A</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Crematogaster sp. B</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Monomorium margaritae b</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Solenopsis geminata a</i>	+	+	+	-	+	+
<i>Solenopsis molesta b</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Solenopsis (Diplorhoptrum) sp. A</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Leptothorax texana b</i>	-	+	-	-	-	+
<i>Rogeria creightoni b</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Strumigenys ludia a</i>	+	-	+	+	-	-
<i>Strumigenys sp. A</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Eurhopalothrix sp. A</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Mycocepurus smithi a</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Cyphomyrmex dentatus a</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Cyphomyrmex rimosus a</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Mycetosoritis hartmani b</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Atta mexicana a</i>	+	+	+	-	+	-
<i>Wasmannia auropunctata a</i>	+	-	+	+	-	+
Subfamilia: Ectoninae						
<i>Labidus coecus a</i>	-	-	+	-	+	+
<i>Eciton mexicanum a</i>	-	+	+	-	+	-
Subfamilia: Pseudomyrmecinae						
<i>Pseudomyrmex oculatus a</i>	-	+	-	-	-	-
Subfamilia: Formicinae						
<i>Camponotus sp. A</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Paratrechina sp. A</i>	-	-	-	-	-	-
Subfamilia: Dolichoderinae						
<i>Forelius pruinosus a</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Liometopum apiculatum a b</i>	-	-	-	+	-	-

a Nuevo registro para Tamaulipas b Nuevo registro para México

De acuerdo con Kempf (1972b) y Brandão (1991), 46 especies de *Pheidole* han sido registradas para México.

Dentro de la tribu Crematogastrini, fueron ubicadas dos especies dentro del género *Crematogaster* (Creighton 1950, Kempf 1968, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). De igual forma que el caso anterior, esas especies no pudieron ser identificadas por la ausencia de claves taxonómicas de este grupo para México. Por lo tanto, esas especies se designaron como "A" a una que se identificó dentro del subgénero *Orthocrema*, y que fue encontrada sólo en zonas conservadas en 1990. Las especies designadas con "B" fueron colectadas exclusivamente en hábitats alterados durante 1990.

El grupo *Solenopsis* quedó representado por cuatro especies (Creighton 1950, Kempf 1968, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). La primer especie, *Monomorium margaritae* DuBois no había sido registrada anteriormente para México (Kempf 1972b, Krombein *et al.* 1979, Brandão 1991), siendo este el primer registro para nuestro país. La segunda especie correspondió a la hormiga del fuego *Solenopsis geminata* (Fr. Smith), la cual se encontró en mayor abundancia en los hábitats con disturbio. Kempf (1972b) señala esta especie para en las islas de Revillagigedo en el Pacífico mexicano. Además de México, esta especie ha sido registrada en el Caribe, América Central y América del Sur (Kempf 1972b, Brandão 1991), así como en el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica (Krombein *et al.* 1979). La tercer especie del grupo, *Solenopsis molesta* (Say), sin registro para la región Neotropical (Kempf 1972b, Brandão 1991), solo existen registros de *S. molesta* para los Estados Unidos de Norteamérica y Ontario, Canadá (Krombein *et al.* 1979), por lo tanto también constituye un nuevo registro para México. La cuarta especie (no identificada) perteneció al subgénero *Diplorhoptum*.

La tribu Leptothoracini quedó representada por dos especies: *Leptothorax texana* Wheeler y *Rogeria creightoni* Snelling, colectadas sólo en los hábitats con disturbio.

La primera *L. texana*, no se encuentra registrada en la literatura especializada para la región Neotropical (Kempf 1972b, Brandão 1991), ha sido registrada para Texas y Louisiana en los Estados Unidos de Norteamérica (Krombein *et al.* 1979, Wheeler y Wheeler 1985).

La especie *R. creightoni*, sólo se ha registrado en muy pocas colecciones para Texas.

La tribu Dacetini quedó representada por dos especies dentro del género *Strumigenys* (Brown 1953a-c, 1954, 1957a-b, 1958, 1959a-c, 1961, 1962, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). La primera, *Strumigenys ludia* Brown la cual se colectó sólo en áreas con disturbio, ha sido señalada para México (Kempf 1972b) y América Central (Kempf 1972b, Brandão 1991). La segunda especie, la cual después de la revisión de las claves del grupo concluimos que se trata de una nueva especie, sólo se colectó en hábitats conservados.

Dentro de la tribu Basicerotini sólo se colectó una especie dentro del género *Eurhopalothrix* (Kempf 1968, 1975, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989) y fue colectada dentro de las zonas conservadas. Para México solo se reportan dos especies dentro de este género, ambas del sur del país (Kempf 1972b).

Dentro de la tribu Attini se identificaron cinco especies (Creighton 1950, Kempf 1965, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). La primera, *Mycocepurus smithi* Kempf colectada en zonas de disturbio en 1990 y en zonas conservadas durante 1991. Registrada para México, pero no para Tamaulipas, constituye otro nuevo registro en el presente estudio. También se ha reportado para el Caribe, América Central y América del Sur (Kempf 1972b). La segunda, *Cyphomyrmex dentatus* Forel fue colectada sólo en hábitats conservados, ha sido registrada para el estado de Morelos, México (Kempf 1972b). La tercera, *Cyphomyrmex rimosus* Emery registrada para México (no específicamente para Tamaulipas), Las Indias Occidentales, América Central y América del Sur (Kempf 1972b), así como para el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica (Krombein *et al.* 1979). La cuarta, *Mycetosoritis hartmani* (Wheeler) fue colectada en las zonas conservadas y no se incluye en el catálogo de Kempf (1972b), ni en el de Brandão (1991). Ha sido descrita para Brasil, aunque también se tienen registros en Texas y Louisiana, EEUU (Krombein *et al.* 1979). Finalmente, la quinta especie: *Atta mexicana* (Norton) fue colectada con mayor frecuencia en las zonas con disturbio. Esta especie había sido registrada anteriormente para Arizona (EEUU) y México (Krombein *et al.* 1979), pero no para Tamaulipas (Kempf 1972b).

Wasmannia auropunctata (Roger) fue la única especie colectada dentro de la tribu Ochetomyrmecini (Creighton 1950, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). Esta especie tiene una distribución cosmopolita, fue colectada en ambas zonas, aunque con mayor abundancia en las áreas con disturbio.

Esta especie se ha registrado para México (no para Tamaulipas), el Caribe, América Central y América del Sur (Kempf 1972b).

La subfamilia Ecitoninae quedó representada por dos especies dentro de la tribu Ecitonini (Creighton 1950, Kempf 1965, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989, Watkins II 1976, 1988). La primera, *Labidus coecus* (Ern. Andre) fue colectada solamente en zonas conservadas. Kempf (1972b) y Brandão (1991) registran a esta especie para América Central y América del Sur, es conocida para México, más no para Tamaulipas. Krombein *et al.* (1979) registró a esta especie para los estados de Texas, Oklahoma y Louisiana (EEUU).

La segunda, *Eciton mexicanum* Borgmeier fue colectada tanto en zonas conservadas como alteradas, aunque con mayor abundancia en las conservadas. Kempf (1972b) registró esta especie para México, América Central y América del Sur.

Dentro de la subfamilia Pseudomyrmecinae y de la tribu Pseudomyrmecini, fue colectada sólo una especie: *Pseudomyrmex oculatus* (Fr. Smith) (Creighton 1950, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989, Ward 1985, 1989). Esta especie se encontró sólo en las zonas con disturbio, registrada anteriormente para América Central, América del Sur y México, pero no para Tamaulipas (Kempf 1972b).

Dentro de la subfamilia Formicinae, fueron colectadas dos especies (Creighton 1950, Kempf 1968, 1975, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). Dentro de la tribu Camponotini, sólo se colectó una especie dentro del género *Camponotus* en zonas conservadas. El género *Paratrechina* fue colectado en hábitats alterados y es el único representante de la tribu Lasiini. Ambas especies no pudieron ser identificadas por falta de claves taxonómicas para México.

La tribu Tapinomini en la subfamilia Dolichoderinae quedó representada con dos especies (Creighton 1950, MacKay y Vinson 1989, MacKay y MacKay 1989). La primera, *Forelius pruinosus* (Roger), fue colectada en áreas con disturbio, ha sido señalada para los Estados Unidos de Norteamérica, las Indias Occidentales (Krombein *et al.* 1979) y México. La segunda, *Liometopum apiculatum* Mayr fue colectada en zonas conservadas y se registra para los estados de Texas, Colorado, Nuevo México y Arizona (EEUU) por Krombein *et al.* (1979), pero no había sido registrada para México.

Nuestros resultados posterior al análisis del índice de diversidad de Shannon-Wiener muestran que existe una disrupción significativa entre la

composición de especies de hormigas de la RBC, y que esto ocurre cuando su hábitat natural es alterado (**Cuadro 3**). Durante 1990, 21 especies dentro de 16 géneros fueron colectadas. Dentro de esas, seis especies fueron comunes para ambos hábitats (conservados y alterados), para los hábitats conservados se encontraron siete especies (21%) y para los hábitats alterados fueron ocho especies (24%). Durante 1990, las dos localidades muestreadas de Gómez Farías obtuvo el mayor número de especies con 13 para las zonas conservadas y 9 para los hábitats alterados. El índice de equidad indicó que los hábitats conservados mostraron mayor equidad que los alterados. En la Estación Biológica Los Cedros ocurrió lo contrario, los hábitats alterados mostraron mayor equidad que los conservados. De acuerdo con los resultados de la prueba de bondad de ajuste, la diversidad de hormigas fue significativamente dependiente de la localidad ($P \leq 0.01$).

Durante el muestreo de 1991, se colectaron un total de 15 géneros y 23 especies. De éstas, 18 especies (55% del total) fueron colectadas en los hábitats conservados. Dentro de los hábitats con disturbio se colectaron 13 especies (39% del total), de las cuales nueve mantienen distribución entre hábitats alterados y conservados indistintamente.

En ese año (1991) se añadió una nueva localidad de estudio: Alta Cimas (bosque mixto subcaducifolio), en este sitio se encontraron 11 especies (33% del total) en los hábitats conservados y sólo seis en los hábitats alterados (18%). La localidad de Gómez Farías acusó mayor riqueza de especies en los hábitats con disturbio con 10 especies (30%) que los hábitats conservados con siete (21%).

Por otra parte en la Estación Biológica Los Cedros, encontramos que los hábitats conservados tuvieron mayor riqueza de especies con nueve (27%) que los alterados con seis especies (18%). Nuevamente, todas las especies fueron dependientes de la localidad de acuerdo con la prueba de bondad de ajuste ($P \leq 0.01$).

Durante 1992, ocurrieron una serie de lluvias torrenciales, las cuales lavaron y cubrieron algunas de las trampas colocadas en las zonas más bajas. Aún así, se colectaron 12 especies (36%) dentro de 11 géneros, siete de ellas son comunes a ambos tipos de hábitats, tres sólo se localizaron en hábitats alterados y dos sólo en conservados. El índice de diversidad y la prueba de ajuste sólo se realizaron para la localidad de Gómez Farías. Los resultados muestran que los hábitats alterados fueron mayores que aquellos conservados, aunque sin diferencia

Cuadro 3. Índice de diversidad (Shannon-Wiener H'), riqueza de especies (S), equidad (E), prueba estadística (C) y grados de libertad (gl) de hormigas colectadas con trampas pitfall en la Reserva El Cielo, considerando localidad y fecha.

Localidad	Area Conservada			Area Alterada			C	gl
	H'	S	E	H'	S	E		
Los Cedros								
1990	0.51	3	0.47	1.33	7	0.69	59.5*	131
1991	1.63	9	0.74	1.08	6	0.61	18.5*	76
Gómez Farías								
1990	0.91	13	0.35	0.42	9	0.19	44.6*	187
1991	0.64	7	0.33	1.45	10	0.63	26.0*	59
1992	1.54	7	0.79	1.69	6	0.94	1.74	22
Alta Cimas								
1991	1.41	11	0.59	0.31	6	0.18	137.0*	238

* Estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$)

significativa ($P \leq 0.05$). En todo caso, los hábitats conservados tuvieron siete especies (21%) contra seis de los alterados (18%). Las comparaciones usando la prueba de bondad de ajuste para Alta Cimas y Los Cedros no se realizaron, debido al problema enfrentado por la pérdida de trampas.

En Alta Cimas se colectaron siete especies (21%) dentro de los hábitats con disturbio (no se obtuvieron datos de los hábitats conservados). Esta localidad tuvo la equidad más baja. En Los Cedros fueron colectadas ocho especies (24%) dentro de la zona conservada, el índice de equidad obtuvo el mayor valor en esta localidad (no se obtuvieron datos para la zona alterada).

Conclusión

Con los resultados encontrados, consideramos que las zonas o hábitats conservados dentro de la RBC son prioritarios para su mantenimiento y estrategias de conservación, desde la perspectiva de la riqueza de las especies que contienen, y los grupos de hormigas que actúan como indicadoras de sitios conservados. El hecho de encontrar entre el 38 al 66% de la similitud entre hábitats conservados y alterados (con mayor número de especies para los conservados en la mayoría de los muestreos), nos traduce que existen diferencias muy perceptibles cuando se modifica un hábitat, y que éstas pueden ser del orden del 30 al 60% en la composición de sus especies (al menos desde el punto de vista de la mirmecofauna). La conjunción de futuros estudios multidisciplinarios que aborden la problemática de

la conservación complementará la información aquí expuesta.

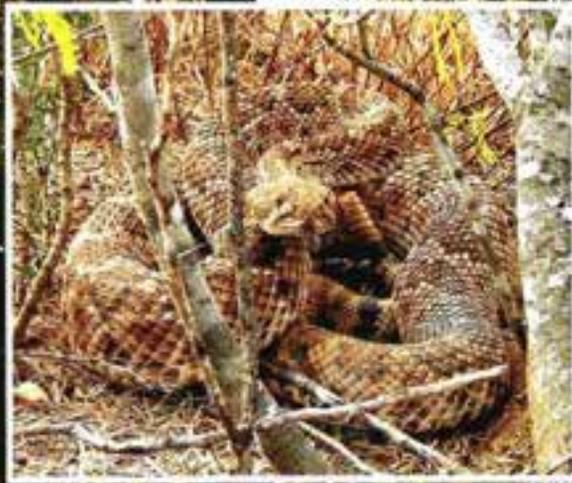
Agradecimientos

Agradecemos a las siguientes personas e instituciones: A W. P. MacKay de la Universidad de Texas en El Paso, por la identificación y verificación de las especies. A B. Baugh, S. Maldonado-Nyrup, L. He, A. Ba y S. McKenzie (Texas Tech University) por su ayuda en los trabajos de campo. Al Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y el Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (COTACyT).

Literatura citada

- Brandão, C.R.F. 1991.** Adendos ao Catalogo abreviado das formigas da regio neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Rev. Bras. Entomol.* 35: 319-412.
- Brown, W.L., Jr. 1953a.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of *elongata* (Roger). *J. New York Entomol. Soc.* 61: 189-200.
- Brown, W.L., Jr. 1953b.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of *mandibularis* Fr. Smith. *J. New York Entomol. Soc.* 61: 53-59.
- Brown, W.L., Jr. 1953c.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of *smithii* Forel. *J. New York Entomol. Soc.* 61: 101-110.
- Brown, W.L., Jr. 1954.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of *saliens* Mayr. *J. New York Entomol. Soc.* 62: 55-102.
- Brown, W.L., Jr. 1957a.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of *marginiventris* Santshi. *J. New York Entomol. Soc.* 65: 123-128.

- Brown, W.L., Jr. 1957b.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of oglobini Santshi. *J. New York Entomol. Soc.* 65: 133-137.
- Brown, W.L., Jr. 1958.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of cordovensis Mayr. *Stud. Entomol.* 1: 217-224.
- Brown, W.L., Jr. 1959a.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of emeryi Mann (Hymenoptera). *Entomol. News.* 70: 97-104.
- Brown, W.L., Jr. 1959b.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of gundlaci (Roger). *Psyche* 66: 37-52.
- Brown, W.L., Jr. 1959c.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: group of silvestrii Emery. *Studia Entomol.* 2: 25-30.
- Brown, W.L., Jr. 1961.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: miscellaneous concluding studies. *Psyche* 68: 58-69.
- Brown, W.L., Jr. 1962.** The neotropical species of the ant genus *Strumigenys* Fr. Smith: synopsis and keys to the species. *Psyche* 69: 238-267.
- Creighton, W.S. 1950.** The Ants of North America. *Bull. Mus. Comp. Zoo., Harvard Coll., Cambridge, Mass.* 585 pp.
- Escobar-Urrutia, D.C. y A. Morales-Moreno. 1996.** Mirmecofauna atrada a las necrotrampas NTP-80. in Sta. Martha, Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. In: **Deloya-López, G.,** (ed.). *Memorias del VI Latinamericano Congreso de Entomología Sociedad Mexicana de Entomología, A.C.* Pp. 37-38.
- Hölldobler, B. y E.O. Wilson. 1990.** *The Ants.* Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 732 pp.
- Jusino-Atresino, R. y S.A. Phillips, Jr. 1992.** Mirmecofauna en la Reserva ecológica de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Biotam.* 4: 41-54.
- Kempf, W.W. 1959.** A synopsis of the new world species belonging to the Nesomyrmex-Group of the ant genus *Leptothorax* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Stud. Entomol.* 2: 391-432.
- Kempf, W.W. 1965.** A revision of the neotropical fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex* (Mayr). Part II: group of Rimosus (Spinola) (Hym., Formicidae). *Stud. Entomol.* 8: 161-198.
- Kempf, W.W. 1968.** Miscellaneous studies on neotropical ants. IV. (Hymenoptera, Formicidae). *Stud. Entomol.* 11: 369-415.
- Kempf, W.W. 1972a.** A study of some Neotropical ants of genus *Pheidole* Westwood, I (Hym. Formicidae). *Stud. Entomol.* 15: 449-464.
- Kempf, W.W. 1972b.** Catalogo abreviado das formigas da regio neotropical (Hym. Formicidae). *Stud. Entomol.* 15: 3-344.
- Kempf, W.W. 1975.** Miscellaneous studies on neotropical ants. VI. (Hym. Formicidae). *Stud. Entomol.* 1: 341-380.
- Krombein K.V., P.D. Hurd, Jr., D.R. Smsith, and B.D. Burks. 1979.** Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico, Vol. II and III. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. pp. 1323-1468.
- Krebs, C.J. 1985.** Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row, New York. 800 pp.
- Kugler, C. y W.L. Brown. 1982.** Revisionary and other studies on the ant genus *Ectatoma*, including the description of two new species. *Cornell Univ. Agri. Exp. Sta. No. 24:* 3-47.
- Maldonado-Flores, K.Y., S.A. Phillips, Jr., y G. Sánchez-Ramos. 1999.** The myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) along an altitudinal gradient in the Sierra Madre Oriental of northeastern Mexico. *Southwest. Nat.* 44: 458-462.
- MacKay, W.P. 1981.** A comparison of the nest phenologies of three species of *Pogonomyrmex* harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* 88: 25-75.
- MacKay, W.P., E.E. MacKay, J.F. Perez-Dominquez, L.I. Valdez-Sánchez, y P. Vielma Orozco. 1985.** Las hormigas del estado de Chihuahua Mexico: el género *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 11: 39-54.
- MacKay, W.P. and E.E. MacKay. 1989.** *Clave de los generos de hormigas en Mexico (Hymenoptera: Formicidae).* Memorias II Simposio Nacional de Insectos Sociales, Oaxtepec, Morelos. pp. 1-82.
- Rojas-Fernández, P. 1966.** Formicidae (Hymenoptera). En: **Llorente-Bousquets, J., A.N. García-Aldrete, y E. González-Soriano,** (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* UNAM, D. F. Pp. 483-500.
- Rojas-Fernández, P. y A. Cartas. 1991.** La formicofauna de ladera SW del Volcán San Martín Pajapan, Veracruz, en relación a sus tipos de vegetación. En: **Sociedad Mexicana de Entomología,** (eds.). Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Entomología, Veracruz. Pp. 403.
- Rojas-Fernández, P. y C. Fragoso. 1994.** The ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Mapimi Biosphere Reserve, Durango, Mexico. *Sociobiology* 24: 47-75.
- Sánchez-Ramos, G., E. H. González, A.C. L. Sepúlveda, y H. T. Zamora. 1990.** La Reserva de la Biosfera "El Cielo" plan de administración y programa de investigación científica. *Biotam* 2: 1-9.
- Ward, P.S. 1985.** The nearctic species of the genus *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Questiones Entomol.* 21: 209-246.
- Ward, P.S. 1989.** Systematic studies of Pseudomyrmecinae Ants: Revision of the *Pseudomyrmex oculatus* and *P. subtilissinus* species groups, with taxonomic comments on other species. *Questiones Entomol.* 25: 393-468.
- Watkins II, J.F. 1976.** *The Identification and Distribution of New World Army Ants (Dorylinae: Formicidae).* Markham Press, Baylor Univ., Waco, Texas. 102 pp.
- Watkins II, J.F. 1982.** The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). *J. Kansas Entomol. Soc.* 55: 197-247.
- Watkins II, J.F. 1988.** The army ants (Formicidae: Ecitoninae) of the Chamela Biological Station in Jalisco, Mexico. *Folia Entomol. Mex.* 77: 379-393.
- Wheeler, G.C. y J. Wheeler. 1985.** A checklist of Texas ants. *Prairie Nat.* 17: 49-64.



VI

Los Vertebrados

48. La herpetofauna

Pablo A. Lavín Murcio¹, Xóchitl M. Sampablo Angel², Oscar M. Hinojosa Falcón²
James R. Dixon³ y David Lazcano Villarreal⁴

¹Laboratorio de Biodiversidad Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Ciudad Juárez, Chihuahua 32310, MÉXICO
plavin@uacj.mx

²Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Emilio Portes Gil no. 1301
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87010

³Department of Wildlife and Fisheries Texas A & M University
College Station, Texas, USA

⁴Laboratorio de Herpetología Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, MÉXICO

Abstract

The El Cielo Biosphere Reserve in the State of Tamaulipas, Mexico, has a very rich vertebrate fauna, as a result of the diverse origins and life histories of the species. Amphibians and reptiles are not the exception, and these two groups are a clear example of the effect of biogeographical affinities over the ecology and current distribution of the species. The complex topography and historical events in the region, have contributed to the unique cohabitation of Nearctic and Neotropical biotas in the area. El Cielo Biosphere Reserve contains 28 species of amphibians and 79 species of reptiles.

These taxa are distributed over 5 vegetation types reported for the zone, and at the confluence of four out of the ten natural regions of Mexico.

This chapter presents information on the spatial and temporal distribution of the 107 species inhabiting this Mexican reserve, as well as some aspects of their ecology and protection status.

Introducción.

La Reserva de la Biósfera El Cielo (RBC), en el estado de Tamaulipas, posee una alta diversidad faunística, resultado de orígenes e historias de vida muy diversas. Los anfibios y los reptiles no son la excepción, y es en este grupo de vertebrados donde se encuentra muy claramente ejemplificado el efecto de las afinidades biogeográficas sobre la ecología y distribución actual de las especies, prueba de ello son el sapo *Bufo marinus* (Fig. 1) y la iguana *Ctenosaura acanthura* (Fig. 2) cuyas distribuciones son para el primero desde el trópico hasta el bosque de niebla, y para la segunda solamente la porción tropical de la Reserva. Lo anterior es resultado, principalmente, de sucesos históricos que se remontan al Pleistoceno (Martin y Harrell 1957) y que han contribuido a la definición de las características tan particulares de la zona y su biota.

El conocimiento actual de la herpetofauna en la RBC es como sigue: anfibios (2 órdenes, 8 familias, 17 géneros, 28 especies), y reptiles (tres órdenes, 20 familias, 55 géneros, 79 especies), representando el 10.35% del total registrado para México (Martin 1958, Lavín-Murcio 1998), distribuidas en los cinco tipos de vegetación reconocidos para la zona (Puig 1987), y en la confluencia de cuatro de las 10 Regiones Naturales de México (Flores-Villela 1993). En el presente capítulo se abordan aspectos sobre la distribución espacial y temporal de esos 107 taxa, así como algunos aspectos de su ecología. Además, se incluyen datos complementarios acerca de su abundancia relativa y el estatus de su protección, mismos, que serían de utilidad para su conservación a largo plazo.

Distribución

Las especies de anfibios y reptiles en esta región, presentan patrones de distribución relativamente bien definidos, con respecto a dos factores principales: la altitud y la estructura de la vegetación (Martin 1955 b, 1958; Lavín-Murcio 1998). Es decir, la herpetofauna responde principalmente a los factores abióticos del gradiente altitudinal (e.g. temperatura, humedad relativa). Así como a la complejidad estructural y espacial de la vegetación asociada. A este respecto, Puig (1987) considera cinco tipos de vegetación para la RBC que incluyen de oriente a poniente las siguientes asociaciones: bosque tropical subcaducifolio (BTS), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de pino-encino (BPE), bosque de encino-pino (BEP) y matorral xerófilo (MX). Estas asociaciones vegetales están determinadas por la elevación, aunque en algunos



Figura 1. *Bufo marinus* es un miembro de la familia Bufonidae que se distribuye en el Bosque Tropical Subcaducifolio y el Bosque Mesófilo en la RBC.



Figura 2. La iguana *Ctenosaura acanthura* es una especie de hábitos arborícolas que se encuentra en el bosque tropical subcaducifolio a 200 m snm en Gómez Farias, Tamaulipas.

casos los límites entre éstas dependerán de la exposición y la pendiente.

Así por ejemplo, el BTS se encuentra aproximadamente entre 200 y 900 m de altitud, el BMM entre 900 y 1,400 m snm y el BPE entre 1,400 y 2,300 m snm, todos situados en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental. A partir de este punto, la altitud disminuye hacia el poniente, en donde el ecotono entre el BPE y el BEP se encuentra a los 1,800 m, y finalmente ésta última asociación da lugar al MX a partir de los 900 y hasta los 600 m, en el límite occidental de la Reserva. El tipo de vegetación más diverso en cuanto a riqueza herpetofaunística es el BTS con 71 especies, seguido por el BMM y el BPE con 43 especies ambos. Finalmente, el MX y el BEP que presentan 23 y 21 taxa, respectivamente. En el **Apéndice 1**, se resume el conocimiento de la distribución de la herpetofauna en los tipos de vegetación reconocidos para la RBC, y las altitudes registradas para cada especie. Es necesario señalar que el límite altitudinal mínimo reportado son los 200 m snm, pues es el límite inferior dentro de la Reserva, aunque existan especies en altitudes menores.

Asimismo, el límite superior es a 2,300 m snm, altura máxima de la Sierra en esta latitud. En el **Apéndice 1** se presenta también información concerniente a los hábitos de la herpetofauna, la mayoría de las especies son de hábitos terrestres (64 taxa), mientras que 23 son arborícolas, 10 se encuentran asociados a hábitats riparios y finalmente seis (6) son fosoriales o trogloditas. Aquí cabe señalar que en algunos casos se incluyó más de una opción por especie (p. ej. A, T), esto quiere decir que dicho taxón sería principalmente arborícola, pero bajo ciertas condiciones o temporadas presenta hábitos terrestres.

Finalmente, en cuanto a las categorías de riesgo para la herpetofauna en esta área natural protegida (SEMARNAT 2001), se registran 14 especies definidas como amenazadas (A), 30 sujetas a protección especial (Pr) y una sola especie exótica (X). Cabe destacar, que se enlistan dos especies endémicas (E) en el estado de Tamaulipas: *Xenosaurus platyceps* y *Thamnophis mendax*, que posiblemente sean exclusivas para la Reserva.

En el caso de *Pseudoeurycea scandens*, especie que había sido reportada como endémica para el Tamaulipas (Flores-Villela y Gerez 1994), ha sido recientemente reportada para Querétaro (Minton 1999).

Ecología

La ecología de la mayor parte de la herpetofauna de la Reserva no se conoce más allá de ciertos detalles asociados al momento de la captura de los individuos. De tal forma que, aspectos importantes de su historia natural no se tenían registrados de manera sistemática, y en general se han publicado de forma aislada (Greene 1970, Martin 1955 a y b, Smith 1976, Walker 1955 a, b, c). Otros estudios se restringieron a una sección de la Reserva y no abarcaron la totalidad de las especies (Lavín-Murcio 1998), o simplemente no fueron parte de sus objetivos al hacerlo (Martin 1958). Por tal motivo, se pretende con este capítulo integrar la información disponible hasta la fecha acerca de su ecología, que incluye entre otros, las relaciones tróficas, aspectos de reproducción, de su comportamiento y su abundancia relativa. Todo esto se presenta en el **Apéndice 2**.

Para el caso de la dieta se asignaron las siguientes claves para los cinco grandes grupos de productos alimenticios consumidos: artrópodos (AR), vertebrados (VE), moluscos (MO), anélidos (AN) y plantas (PL). En los dos primeros, se designaron además una serie de números, cada uno representa una subdivisión del mismo grupo (véase **Apéndice 2**). Por ejemplo VE 1, 3 significa que la especie se alimenta de vertebrados pero específicamente de anuros y lacertilios, en ese orden. Así, cuando se incluyen dos o más opciones de cualquier grupo, el orden en que aparece representa su importancia relativa en la dieta de esa especie. Para el caso de la reproducción se trató a Amphibia y Reptilia de manera separada por sus marcadas diferencias. Así, para los anfibios se asignaron dos opciones: aquellas especies que presentan un periodo larvario y por lo tanto metamorfosis (ME), y aquellos taxa que no poseen dicho estadio, y por lo tanto presentan desarrollo directo (DD). No se conocen especies pedomórficas o neoténicas en la región. La mayoría de los anfibios (17 especies) presentan metamorfosis, mientras que las restantes 11 tienen desarrollo directo y se presentan ubicadas únicamente en las familias: Plethodontidae y Leptodactylidae.

En el caso de los reptiles (**Fig. 3**), se designaron dos opciones que incluyen: primero, a aquellas especies ovíparas (O) y la segunda a las vivíparas (V). De esta manera, se registraron para la Reserva 57 especies ovíparas y 22 vivíparas.



Figura 3. *Kinosternon integrum*.

Conforme a lo mencionado por Greene (1970), existe una marcada relación entre la altitud y el tipo de reproducción de las especies, las excepciones a ese patrón (ej. *Crotalus lepidus*, *Boa constrictor* (Fig. 4), entre otras), posiblemente tengan causas relacionadas con su filogenia.

Para describir los patrones de conducta se seleccionó una combinación de claves que indican, tanto el periodo del día en que se encuentran activas las especies como su movilidad. Para el primer caso se designaron tres opciones: diurnos (D), nocturnos (N) y crepusculares (C), con relación al periodo diario en el que se concentra la mayor actividad de las especies.

En el segundo, se refiere al desplazamiento de los individuos con respecto a sus sitios de anidación, alimentación u ocultamiento, tanto en periodos diarios, como estacionales: 1 para las especies activas y 2 para las sedentarias. Lo mismo que en la dieta, la inclusión de dos o más opciones significa que la especie puede tener una o más tendencias, pero el orden de la clave indica la proclividad principal. De esta manera, si una especie presenta la clave N, C, 1 significa que es principalmente nocturna, crepuscular en ocasiones y en general con una movilidad significativa.

Para la abundancia relativa de las especies en la Reserva se designaron tres categorías: común (C), en el caso de encontrarse reportadas en la literatura como tal, con registros de campo realizados por los autores en los que la especie aparece prácticamente en todas las colectas cada temporada (anual) o muchos individuos por colecta. Poco común (P), en aquellas especies que aparecen uno o dos individuos por temporada y en hábitats específicos. Finalmente, rara (R) en aquellas especies que se tienen menos de 10 registros en total para la región y en la literatura consultada.

Literatura citada

- Campbell, J. A. y W.W. Lamar. 1989. *The venomous reptiles of Latin America*. Cornell Univ. Press, 425 pp.
- Bezy, R. L. 1984. Systematics of Xantusiid lizards of the Genus *Lepidophyma* in Northeastern Mexico. *Contr. Sci.* (349):1-16.
- Burchfield, P. M. 1982. Additions to the Natural History of the Crotaline snake *Agkistrodon bilineatus taylori*. *Jour. Herp.* 16(4): 376-382.
- Dixon, J. R. y P. A. Medica. 1966. Summer food of four species of lizards from the vicinity of White Sands, New Mexico. *Contr. Sci., Los Angeles Co. Mus. Contr. Sci.* 121:1-6.
- Dixon, J. R. 1969. Taxonomic review of the Mexican skinks of the *Eumeces brevirostris* group. *Los Angeles County Museum, Contr. Sci.* 168:1-30.



Figura 4. *Boa constrictor*.

- Dixon, J. R. y R. A. Thomas. 1974. A dichromatic population of the snake, *Geophis latifrontalis*, with comments on the status of *Geophis semiannulatus*. *Jour. Herp.* 8(3): 269-271.
- Duellman, W. E. y L. Trueb. 1966. Neotropical hylid frogs, Genus *Smilisca*. *Univ. of Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.*, 17(7): 281-375.
- FITCH, H. S. 1970. *Reproductive Cycles in Lizards and Snakes*. The University of Kansas Museum of Natural History. 247 pp.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. *Carnegie Museum of Natural History Special Publ.* 17. 73 pp.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO-UNAM 439 pp.
- Ford, N. B. y J. P. Karges. 1987. Reproduction in the checkered garter snake *Thamnophis marcianus*, from southern Texas and northeastern Mexico: seasonality and evidence for multiple clutches. *The Southw. Nat.* 32(1):93-101.
- García, A. y G. Ceballos. 1994. *Gula de campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco, México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 183 pag.
- Garret, J. M. y D. G. Barker. 1987. *A Field Guide to Reptiles and Amphibians of Texas*. Gulf Publishing Company. 225 pages.
- Good, D. A. 1994. Species limits in the genus *Gerrhonotus* (Squamata: Anguillidae). *Herp. Monogr.* (8): 180-200.
- Greene, H. W. 1970. Mode of reproduction in lizards and snakes of the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Copeia* 1970 (3): 565-568.
- Greene, H. W. 1984. Feeding behavior and diet of the Eastern Coral Snake *Micrurus fulvius*. *Vertebrate Ecology and Systematics. A tribute to Henry S. Fitch, The Univ. Of Kansas Pp.* 157-162.
- Henderson, R. W. 1974. Aspects of the ecology of the Neotropical vine snake, *Oxybelis aeneus* (Wagler). *Herpetologica* 30:19-24.
- Hernández X., E. E. Crum, H. Fox, y A. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club* 78:458-463.
- Kofron, C. P. 1987. Systematics of neotropical gastropod-eating snakes: the *fasciata* group of the Genus *Sibon*. *Jour. Herp.* 21(3):210-225.
- Kofron, C. P. 1988. Systematics of neotropical gastropod-eating snakes: the *sartorii* group of the Genus *Sibon*. *Amphibia-Reptilia* 9(1988): 145-168.
- Lavín-Murcio, P.A. 1998. *An ecological analysis of the herpetofauna of a cloud forest community in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico*. Ph.D. Thesis. Texas A&M Univ. 110 pages.
- Lynch, J. D. 1970. A taxonomic revision of the leptodactylid frog Genus *Syrrophus* Cope. *Univ. of Kansas, Mus. Nat. Hist.*, 20(1): 1-45.
- Martin, P. S. 1955a. Herpetological records from the Gomez Farias region of southwestern Tamaulipas, Mexico. *Copeia* 1955(3):173-180.
- Martin, P. S. 1955b. Zonal distribution of vertebrates in a Mexican cloud forest. *Amer. Nat.* 89:347-361.
- Martin, P.S. 1958. A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas,

- Mexico. *Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan* 101:1-102.
- Mather, C. M. y J. W. Sites. 1985.** *Sceloporus variabilis* Wiegman Rose bellied lizard. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 373.1-373.3.
- Mccrairie, J. R. 1980.** *Drymarchon corais* Fitzinger Indigo Snake. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 267.1-267.4.
- Mccrairie, J. R. 1993.** *Crotalus durissus* Linnaeus Neotropical Rattlesnake. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 577.1-577.11.
- Mccrystal, H. K. y DIXON, J. R. 1983.** Eggs and young of Schott's Whipsnake *Masticophis taeniatus schotti*. *The Texas Jour. Sci.* 35(2):162-163.
- Medica, P. A. 1967.** Food habits, habitat preference, reproduction, and diurnal activity in four sympatric species of whiptail lizards (*Cnemidophorus*) in South Central New Mexico. *Bull. South. California Acad. Sci.* 66(4): 251-276.
- Minton, S. A. 1999.** *Pseudoeurycea scandens*. *Herp. Rev.* 30(1): 49.
- Pérez-Higareda, G. y H.M. Smith. 1991.** *Ofidiofauna de Veracruz: análisis taxonómico y zoogeográfico*. Publ. Especiales No. 7. Instituto de Biología, UNAM. 122 pag.
- Porter, K. R. 1970.** *Bufo valliceps*. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 94.1-94.4.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1983.** Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, México. *Biotica* 8:339-359.
- Puig, H., R. Bracho y V.J. Sosa. 1987.** El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. In: **H. Puig and R. Bracho** (eds.) *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. 55-80.
- Ramírez-Bautista, A. 1994.** *Manual y Claves Ilustradas de los Anfibios y Reptiles de la Región de Chamela, Jalisco, México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 127 pag.
- Rossman, D.A. 1992.** Taxonomic status and relationships of the Tamaulipan montane garter snake, *Thamnophis mendax* Walker, 1955. *Proc. Louisiana Acad. Sci.* 55:1-14.
- Rossman, D.A., N.B. Ford y R.A. Seigel. 1996.** The garter snakes: evolution and ecology. Univ. Oklahoma Press. 332 pp.
- Roze, J. A. y G. M. Tilger. 1983.** *Micrurus fulvius*. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 316.1-316.4
- Rzedowski, J. 1978.** *La vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 pp.
- SEMARNAT(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001.** Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. *Diario Oficial de la Nación*, 438
- Smith, H. M. 1976.** Observations on a species of salamander (*Pseudoeurycea*) from Tamaulipas, México. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 12(1): 33-36.
- Sites, J. W., Jr. y J. R. Dixon. 1981.** A new subspecies of the iguanid lizard, *Sceloporus grammicus*, from Northeastern Mexico, with comments on its evolutionary implications and the status of *S. g. disparilis*. *Jour. Herp.* 15(1): 59-69.
- Sosa, V.J. 1987.** Generalidades de la región de Gómez Farías. In: **H. Puig y R. Bracho** (eds.) *El Bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Pp. 15-28.
- Telford, S. M. 1970.** Ecological observations on an all-female population of the lizard *Lepidophyma flavimaculatum* (Xantusiidae) in Panamá. *Copeia* 1970 (2): 379-381.
- Walker, C. F. 1955a.** A new garter snake (*Thamnophis*) from Tamaulipas. *Copeia* 1955:110-113.
- Walker, C. F. 1955b.** Two new lizards of the Genus *Lepidophyma* from Tamaulipas. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* No. 564.
- Walker, C. F. 1955c.** A new salamander of the Genus *Pseudoeurycea* from Tamaulipas. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* No. 567: 1-9.
- Webb, R. G. 1980.** *Thamnophis cyrtopsis* (Kennicott) Black-necked garter snake. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 245.1-245.4.
- Werler, J. E., J. E. Forks, G. T. Salmon, A. Sansom y D. Sinclair. 1998.** *A Field Guide to Texas Snakes*. (2nd edition). Gulf Publishing Company. 291 pp.
- Whiting, M. J., B.D. Greene, J. R. Dixon, A. L. Mercer y C. C. Eckerman. 1992.** Observations on the foraging ecology of the Western Coachwhip Snake *Masticophis flagellum testaceus*. *The Snake* 24:157-160.
- Wilson, L. D. 1974.** *Drymobius margaritiferus*. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 172.1-172.2.
- Wilson, L. D. 1988.** *Amastridium*. *Cat. Amer. Amph. Rept.* 449.1-449-3.

Apéndice 1. Distribución de la herpetofauna dentro de la Reserva de la Biosfera El Cielo.

TAXA	Tipos de Vegetación					Rango Altitudinal	Estatus	Hábitos
	BTS	BMM	BPE	BEP	MX			
AMPHIBIA								
URODELA								
Plethodontidae								
<i>Bolitoglossa platydactyla</i> Gray (1831)	X					360	Pr	A
<i>Chiropterotriton chondrostega</i> (Taylor, 1941)		X	X	X		910-1890	Pr	A, F
<i>Chiropterotriton multidentatus</i> (Taylor, 1938)		X	X	X		420-1890	Pr	A, F
<i>Pseudoeurycea belli</i> (Gray, 1850)		X	X			1050-1800	A	T, F
<i>Pseudoeurycea cephalica</i> (Cope, 1865)		X	X	X		1000-1800	A	A, F
<i>Pseudoeurycea scandens</i> Walker, 1955		X	X	X		1000-1800	Pr	A, F
ANURA								
Bufo								
<i>Bufo marinus</i> Linnaeus 1758	X	X				200-1200		T, R
<i>Bufo punctatus</i> Baid and Girard, 1852					X	750		T
<i>Bufo nebulifer</i> Girard, 1843	X	X	X			200-1520		T
Hylidae								
<i>Hyla eximia</i> Baird, 1854			X	X		1550		R, F
<i>Hyla miotypanum</i> Cope, 1863	X	X	X	X	X	200-1600		R, A
<i>Phrynohyas venulosa</i> (Laurenti, 1768)	X					200-350		A, R
<i>Scinax staufferi</i> (Cope, 1865)	X					200-360		A, T
<i>Smilisca baudini</i> (Duméril and Bibron, 1841)	X	X	X			200-1450		A, R
Leptodactylidae								
<i>Eleutherodactylus augusti</i> (Dugès, 1867)		X	X	X		420-1530		F
<i>Eleutherodactylus decoratus</i> Taylor, 1942				X		1200->	Pr	T, F
<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	X					200		T, R
<i>Leptodactylus melanonotus</i> (Hallowell, 1861)	X					200		R
<i>Syrhophus cystignathoides</i> (Cope, 1877)	X	X	X	X		200-1200		A, F
<i>Syrhophus guttilatus</i> (Cope, 1879)			X			1600->		T, F
<i>Syrhophus longipes</i> (Baird, 1859)	X	X	X			420-1800		T, F
Microhylidae								
<i>Gastrophryne olivacea</i> (Hallowell, 1857)	X				X	200	Pr	T, F
<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1866)	X				X	200		T, F
Pelobatidae								
<i>Scaphiopus couchii</i> Baird, 1854					X	750		F
<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)					X	750-1000		F
Ranidae								
<i>Rana berlandieri</i> Baird, 1854	X	X	X	X	X	200-2000	Pr	R
<i>Rana catesbeiana</i> Shaw, 1802	X					200		R
Rhinophrynidae								
<i>Rhinophrynus dorsalis</i> Duméril and Bibron, 1841	X					200	Pr	F
REPTILIA								
ORDEN TESTUDINES								
Emyidae								
<i>Terrapene carolina</i> (Linnaeus, 1758)	X					200	Pr	T, R
<i>Trachemys scripta</i> (Schöepf, 1792)	X					200	Pr	R
Kinosternidae								
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1824			X	X	X	600-1400	Pr	T, R
<i>Kinosternon flavescens</i> (Agassiz, 1857)	X					200		T, R

ORDEN SQUAMATA

SUBORDEN LACERTILIA

Anguidae

<i>Abronia taeniata</i> (Wiegmann, 1828)		X	X		1000-2000	Pr	A, T
<i>Gerrhonotus infernalis</i> Baird, 1858	X	X	X		300-1600		T, A

Corytophanidae

<i>Laemanctus serratus</i> Cope, 1864	X				350-800	Pr	A, T
---------------------------------------	---	--	--	--	---------	----	------

Crotaphytidae

<i>Crotaphytus collaris</i> (Say, 1823)				X	650	A	T
---	--	--	--	---	-----	---	---

Dibamidae

<i>Anelytropsis papillosus</i> Cope, 1885	X				200-350	Pr	F
---	---	--	--	--	---------	----	---

Iguanidae

<i>Ctenosaura acanthura</i> (Shaw, 1802)	X				200	Pr	A
--	---	--	--	--	-----	----	---

Gekkonidae

<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758)	X				200-600	X	A
---	---	--	--	--	---------	---	---

Phrynosomatidae

<i>Phrynosoma cornutum</i> (Harlan, 1825)				X	600	A	T
<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828		X	X	X	1350-2100	Pr	A, T
<i>Sceloporus minor</i> Cope, 1885			X	X	1500-1830		T
<i>Sceloporus olivaceus</i> Smith, 1934	X				200-650		A, T
<i>Sceloporus parvus</i> Smith, 1934			X		1500-1750		T
<i>Sceloporus scalaris</i> Wiegmann, 1828			X		1500-1750		T
<i>Sceloporus serrifer</i> Cope, 1866	X				200-700		A
<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828	X	X	X	X	1350-2100		T, A
<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834	X	X	X		360-1600		T

Polychridae

<i>Anolis sericeus</i> Hallowell, 1856	X				360		A
--	---	--	--	--	-----	--	---

Scincidae

<i>Eumeces brevirostris</i> (Gunther, 1860)		X	X		500-1800		T, F
<i>Eumeces tetragrammus</i> (Baird, 1858)	X				350		T, F
<i>Scincella silvicola</i> (Taylor, 1937)	X	X	X		500-1500	Pr	T, F

Teiidae

<i>Ameiva undulata</i> (Wiegmann, 1834)	X				350		T
<i>Aspidocelis gularis</i> Baird and Girard, 1852	X			X	200-650		T

Xantusiidae

<i>Lepidophyma micropholis</i> Walter, 1955	X				450	Pr	T, F
<i>Lepidophyma sylvaticum</i> Taylor, 1939	X	X	X		900-1800	Pr	T, F

Xenosauridae

<i>Xenosaurus platyceps</i> King and Thompson, 1968	X			X	200-1700	Pr (E)	T, F
---	---	--	--	---	----------	--------	------

ORDEN SQUAMATA

SUBORDEN SERPENTES

Leptotyphlopidae

<i>Leptotyphlops dulcis</i> (Baird and Girard, 1853)	X				360-900		F
--	---	--	--	--	---------	--	---

Boidae

<i>Boa constrictor</i> (Linnaeus, 1758)	X				200-350	A	A, T
---	---	--	--	--	---------	---	------

Colubridae

<i>Adelphicos quadrivirgatus</i> Jan, 1862	X	X			900-1000		T
--	---	---	--	--	----------	--	---

<i>Amastrium veliferum</i> Cope, 1861		X				1050-1500		T
<i>Coluber constrictor</i> Linnaeus, 1758	X				X	200-1060	A	T
<i>Coniophanes imperialis</i> (Kennicott, 1859)	X					200		T
<i>Drymarchon corais</i> (Boie, 1827)	X	X	X	X	X	200-1050		T
<i>Drymobius margaritiferus</i> (Schlegel, 1837)	X	X	X	X		200-1050		T, A
<i>Elaphe flavirufa</i> (Cope, 1867)	X	X	X			200-420		T
<i>Elaphe guttata</i> (Linnaeus, 1766)	X				X	200-740		T
<i>Ficimia olivacea</i> Gray, 1849	X					200-1050		F, T
<i>Ficimia streckeri</i> Taylor, 1931	X					200		F, T
<i>Geophis latifrontalis</i> Garman, 1883		X	X			1000-2300	Pr	T, F
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	X					200-450	Pr	A
<i>Lampropeltis triangulum</i> (Lacepede, 1788)	X		X		X	200-750	A	T
<i>Leptophis mexicanus</i> Duméril, Bibron and Duméril, 1854	X	X				200-1100	A	A
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	X					200	Pr	A, T
<i>Leptodeira septentrionalis</i> Kennicott, 1859	X	X				200-1500		T, A
<i>Masticophis flagellum</i> (Shaw, 1802)					X	200	A	T
<i>Masticophis schotti</i> Baird and Girard, 1853					X	200		T
<i>Mastigodryas melanolomus</i> Cope, 1868	X	X				200-1050		T, A
<i>Nerodia rhombifer</i> (Hallowell, 1852)	X					200		R
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	X					200-480		A
<i>Pituophis catenifer</i> (Blainville, 1835)	X					200-350		T
<i>Pituophis deppoi</i> (Duméril, 1853)					X	800-1100		T
<i>Pliocercus bicolor</i> Smith, 1941	X	X				1000-1250		T
<i>Rhadinaea gaigeae</i> Bailey, 1937	X	X	X			1000-1750		T
<i>Salvadora grahamiae</i> Baird and Girard, 1853	X				X	200-750		T
<i>Scaphiodontophis annulatus</i> (Duméril, Bibron and Duméril, 1854)	X	X				350-950		T
<i>Senticolis triaspis</i> (Cope, 1866)	X					350-500		T
<i>Sibon fasciata</i> (Gunther, 1858)	X					350		T
<i>Sibon sartori</i> (Cope, 1863)	X	X	X			350-1600		T
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	X					200-350		A
<i>Storeria hidalgoensis</i> Taylor, 1942	X	X				1450-1800		T, F
<i>Tantilla rubra</i> Cope, 1876	X	X				350-1050		T, F
<i>Thamnophis cyrtopsis</i> (Kennicott, 1860)			X	X	X	1500-1800	A	T
<i>Thamnophis marcianus</i> (Baird and Girard, 1853)			X		X	200	A	R
<i>Thamnophis mendax</i> Walker, 1955		X	X			1050-2100	A (E)	T
<i>Thamnophis proximus</i> (Say, 1823)	X				X	200	A	R
<i>Trimorphodon tau</i> Cope, 1870	X	X				1550		T, A
Elapidae								
<i>Micrurus fulvius</i> (Linnaeus, 1766)	X	X	X	X	X	350-900	Pr	T, F
Viperidae								
<i>Agkistrodon taylori</i> Burger and Robertson, 1951	X					200-450	A	T, R
<i>Bothrops asper</i> (Garman, 1883)	X	X				200-1000		T
<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus, 1758	X	X	X			700-1550	Pr	T
<i>Crotalus lepidus</i> (Kennicott, 1861)		X	X	X		1200-1800	Pr	T
<i>Crotalus molossus</i> Baird and Girard, 1853		X	X	X		600-1500	Pr	T
<i>Crotalus pricei</i> Van Denburgh, 1895			X			2000-2300	Pr	T
<i>Crotalus scutulatus</i> (Kennicott, 1861)					X	650-1800	Pr	T
ORDEN CROCODYLIA								
Crocodylidae								
<i>Crocodylus moreletii</i> (Duméril and Duméril, 1851)	X					200	Pr	R

TIPO DE VEGETACIÓN: **BTS:** BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO, **BMM:** BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA, **BPE:** BOSQUE DE PINO-ENCINO, **BEP:** BOSQUE DE ENCINO-PINO, **MX:** MATORRAL XERÓFILO
Estatus ó Categoría de Riesgo: **A:** Amenazada, **Pr:** Sujeta a protección especial, **X:** Exótica, **E:** Endémica
HABITOS: **A:** ARBORICOLA, **F:** FOSORIAL O TROGLODITA, **T:** TERRESTRE, **R:** RIPARIO

APENDICE 2. Aspectos de la ecología de la herpetofauna.

TAXA	DIETA	REPRODUCCIÓN	PATRONES DE CONDUCTA	ABUNDANCIA RELATIVA
AMPHIBIA				
URODELA				
Plethodontidae				
<i>Bolitoglossa platydictyla</i>	AR	DD	D, 2	R
<i>Chiropterotriton chondrostega</i>	AR	DD	D, 2	P
<i>Chiropterotriton multidentatus</i>	AR	DD	D, 2	P
<i>Pseudoeurycea belli</i>	AR 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, AN, MO	DD	D, 2	R
<i>Pseudoeurycea cephalica</i>	AR, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, MO	DD	D, 2	C
<i>Pseudoeurycea scandens</i>	AR, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12,	DD	D, 2	C
ANURA				
Bufonidae				
<i>Bufo marinus</i>	AR 1,3,8, VE 1,4,5	ME	N, 1	P
<i>Bufo punctatus</i>	AR	ME	D, N, 1	P
<i>Bufo nebulifer</i>	AR 1, 2, 3, 5	ME	C, 1	C
Hylidae				
<i>Hyla eximia</i>	AR	ME	N,1	P
<i>Hyla miotympanum</i>	AR 10	ME	N,2	P
<i>Phrynoshyas venulosa</i>	AR	ME	N,1	P
<i>Scinax staufferi</i>	AR	ME	D, N	P
<i>Smilisca baudini</i>	AR 1, 2, 3, 6, 12,	ME	N	C
Leptodactylidae				
<i>Eleutherodactylus decoratus</i>	AR	DD	N	R
<i>Eleutherodactylus augusti</i>	AR	DD	N, 2	P
<i>Leptodactylus labialis</i>	AR	ME	D, 1	C
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	AR	ME	D, 1	P
<i>Syrhophus cystignathoides</i>	AR 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, MO	DD	N, 1	C
<i>Syrhophus guttilatus</i>	AR 6, 7	DD	N, 1	P
<i>Syrhophus longipes</i>	AR 1, 2, 3,4, 5, 6, 8, 9, 10, 11	DD	N, 1	C
Microhylidae				
<i>Gastrophryne olivacea</i>	AR 2	ME	N	P
<i>Hypopachus variolosus</i>	AR 2	ME	N, 1, 2	P
Pelobatidae				
<i>Scaphiopus couchi</i>	AR	ME	N, 2	P
<i>Spea multiplicata</i>	AR	ME	N, 2	P
Ranidae				
<i>Rana berlandieri</i>	AR	ME	N	C
<i>Rana catesbeiana</i>	AR, VE 1, 4, 6	ME	D,N,1	P
Rhinophrynidae				
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	AR 2	ME	N, 2	R
REPTILIA				
ORDEN TESTUDINES				
Emydidae				
<i>Terrapene carolina</i>	AR, PL	O	D, 1	P
<i>Trachemys scripta</i>	AR, PL	O	D, 1	C
Kinosternidae				
<i>Kinosternon flavescens</i>	AR, MO, PL	O	D, 1	P
<i>Kinosternon integrum</i>	AR, MO, PL	O	D, 1	P
ORDEN SQUAMATA				
SUBORDEN LACERTILIA				
Anguidae				
<i>Abronia taeniata</i>	AR 1, 3	V	D, 1	R
<i>Gerrhonotus infernalis</i>	AR 1, 3, 6	O	D, 1	P

Corytophanidae				
<i>Laemantus serratus</i>	AR	O	D, 1	P
Crotaphytidae				
<i>Crotaphytus collaris</i>	AR 3, VE 3, 4, 5	O	D, 1	R
Dibamidae				
<i>Anelytropsis papillosus</i>	AR, AN	O	ND	R
Iguanidae				
<i>Ctenosaura acanthura</i>	AR, PL	O	D, 1	P
Gekkonidae				
<i>Hemidactylus turcicus</i>	AR 10, 4	O	N, 2	C
Phrynosomatidae				
<i>Phrynosoma cornutum</i>	AR 2	O	D, 1	P
<i>Sceloporus grammicus</i>	AR 1, 2, 4, 6, 8	V	D, 1	C
<i>Sceloporus minor</i>	AR	V	D, 1	C
<i>Sceloporus olivaceus</i>	AR	O	D, 1	P
<i>Sceloporus parvus</i>	AR	V	D, 1	P
<i>Sceloporus scalaris</i>	AR	O	D, 1	P
<i>Sceloporus serrifer</i>	AR 1,2,3,6,8,10	V	D, 1	C
<i>Sceloporus torquatus</i>	AR 1, 2, 3, 6, 8, 9, 12	V	D, 1	C
<i>Sceloporus variabilis</i>	AR 1, 3, 6, 8, 9, 10	O	D, 1	C
Polychridae				
<i>Anolis sericeus</i>	AR	O	D, 1	P
Scincidae				
<i>Eumeces brevirostris</i>	AR 6, 9,	V	D, 1	C
<i>Eumeces tetragrammus</i>	AR	O	D, 1	P
<i>Scincella silvicola</i>	AR 1, 2, 3, 6, 7, 11	O	D, 1	P
Teiidae				
<i>Ameiva undulata</i>	AR	O	D, 1	C
<i>Aspidocelis gularis</i>	AR 3, 6, 10	O	D, 1	C
Xantusiidae				
<i>Lepidophyma micropholis</i>	AR	O	D, C, 2	P
<i>Lepidophyma sylvaticum</i>	AR 1, 2, 3, 4, 6, 10, VE 3	V	D, C, 2	C
Xenosauridae				
<i>Xenosaurus platyceps</i>	AR	V	D, 2	P
ORDEN SQUAMATA				
SUBORDEN SERPENTES				
Leptotyphlopidae				
<i>Leptotyphlops dulcis</i>	AR 2	O	2	P
Boidae				
<i>Boa constrictor</i>	VE 3, 5, 6	V	D, N, 1	P
Colubridae				
<i>Adelphicos quadrivirgatus</i>	AN, AR	O	N, 2	R
<i>Amastridium velliferum</i>	VE 2, 3	O	N	R
<i>Coluber constrictor</i>	AR, VE 1, 3, 4, 5, 6	O	D, 1	R
<i>Coniophanes frangivirgatus</i>	VE 1	O	C, N	P
<i>Coniophanes impaerialis</i>	VE 1, 3, 4	O	C, N	P
<i>Drymarchon corais</i>	VE 3, 4, 5, 6	O	D, 1	P
<i>Drymobius margaritiferus</i>	VE 1, 2, 3	O	D, 1	C
<i>Elaphe flavivulva</i>	VE 5	O	N	P
<i>Elaphe guttata</i>	VE 5	O	N, 1	P
<i>Ficimia olivacea</i>	AR	O	D	P
<i>Ficimia streckeri</i>	AR 6	O	D, 1	P
<i>Geophis latifrontalis</i>	AN	O	D	C
<i>Imantodes cenchoa</i>	VE 1, 3	O	N	P
<i>Lampropeltis triangulum</i>	VE 3, 4, 5, 6	O	N, 1	P
<i>Leptophis mexicanus</i>	AR, VE 1, 3	O	D	C
<i>Leptodeira annulata</i>	VE 1, 3	O	N, 1	R
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	VE 1, 3, 4 AN	O	N, 1	C

Sección: VI. Los Vertebrados

<i>Masticophis flagellum</i>	VE 1, 3, 4, 5, 6	O	D, 1	P
<i>Masticophis schottii</i>	VE 3, 4, 5	O	D, 1	P
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	VE 1, 3	O	D, 1	P
<i>Nerodia rhombifer</i>	VE 7, 1	V	D, 1	C
<i>Pituophis catenifer</i>	VE 5	O	D, 1	P
<i>Pituophis deppei</i>	VE 5, 3	O	D, 1	R
<i>Oxybelis aeneus</i>	VE 1, 3	O	D, N, 1	R
<i>Pliocercus bicolor</i>	VE 2, 3	O	D, N, 1	C
<i>Rhadinaea gaigeae</i>	VE 2, 3	O	D, C, 1	C
<i>Salvadora grahamiae</i>	VE 1, 3, 4, 5	O	D, 1	P
<i>Scaphiodontophis annulatus</i>	VE 1, 3	O	C, N	R
<i>Senticolis triaspis</i>	VE 5, 6	O	D, N, 1	P
<i>Sibon fasciata</i>	MO	O	N	P
<i>Sibon sartori</i>	MO	O	N, C	P
<i>Spilotes pullatus</i>	VE 6, 3	O	D1	P
<i>Storeria hidalgensis</i>	AN, MO, AR	V	D	C
<i>Tantilla rubra</i>	AR, MO	O	N, 2	R
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	VE 1, 2, 4	V	D, 1	P
<i>Thamnophis marcianus</i>	AR, VE 1, 5 AN	V	D, 1	P
<i>Thamnophis mendax</i>	VE	V	D, 1	P
<i>Thamnophis proximus</i>	VE 1, 3, 5, 6, 7 AN	V	D, 1	P
<i>Trimorphodon tau</i>	VE 3, 5, 1	O	N	R

Elapidae

<i>Micrurus fulvius</i>	VE 3, 4	O	C, N	C
-------------------------	---------	---	------	---

Viperidae

<i>Agkistrodon taylori</i>	VE 1, 5, 7	V	N	P
<i>Bothrops asper</i>	VE 5	V	N, D	P
<i>Crotalus durissus</i>	VE 5	V	N, D	C
<i>Crotalus lepidus</i>	VE 1, 3, 4 AR 5, 6	V	D	P
<i>Crotalus molossus</i>	VE 3, 5	V	C, N	R
<i>Crotalus pricei</i>	VE 3, 5 AR 5, 6	V	D	R
<i>Crotalus scutulatus</i>	VE 5	V	N, D	R

ORDEN CROCODYLIA

Crocodylidae				
<i>Crocodylus moreletii</i>	VE 7, 1, 4, 5, 6, 3, 2, AR	O	N, D 2	R

DIETA:

AR	ARTROPODOS	AR	VE
MO	MOLUSCOS	1COLEOPTERA	1ANUROS
AN	ANELIDOS	2HYMENOPTERA	2URODELOS
VE	VERTEBRADOS	3ORTHOPTERA	3LACERTILIOS
PL	PLANTAS	4DIPTERA	4SERPIENTES
		5MIRIAPODA	5MAMIFEROS
		6ARACHNIDA	6AVES
		7ISOPODA	7PECES
		8HEMIPTERA	
		9HOMOPTERA	
		10LEPIDOPTERA	
		11COLLEMBOLA	
		12DERMOPTERA	
		13THRYSANOPTERA	
		14TRICHOPTERA	

REPRODUCCION:

O	OVIPAROS	D	DIURNOS
V	VIVIPAROS	N	NOCTURNOS
DD	DESARROLLO DIRECTO	C	CREPUSCULAR
ME	METAMORFOSIS		

ABUNDANCIA:

C	COMUN	1	ACTIVOS
P	POCO COMUN	2	SEDENTARIOS
R	RARA		

49. Las aves

Wendy K. Gram¹, Rafael Brito-Aguilar² y John Faaborg¹

¹Department of Biology, University of Missouri
St. Louis 8001 Natural Bridge Rd. St. Louis, MO
wgram@jinx.umsl.edu

²Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas
87149 Ciudad Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

Abstract

The avifauna of the El Cielo Biosphere Reserve is predominantly tropical, with many species reaching the northernmost limit of their distributions in this area. The Reserve protects cloud forest and tropical semideciduous forest, habitats that reach their northern limit in El Cielo, as well as pine-oak forest in the highlands. This diversity of habitats supports a wide diversity of avifauna. The bird list for El Cielo amounts to 272 species, including 181 resident species and 91 migratory species. El Cielo supports 14 Mexican endemic species, including *Rhynchopsitta terrisi* and *Amazona viridigenalis* (Psittacidae), *Piculus rubiginosus* (Picidae), and *Rhodothraupis celaeno* (Cardinalidae), which are found only in northeastern Mexico. Over 50 species from 21 families reach the northern limit of their distributions in or around El Cielo, including species from tropical families such as Tinamidae, Cracidae, Psittacidae, Nyctibiidae, Trogonidae, Momotidae, Dendrocolaptidae, Thamnophilidae, and Thraupidae. El Cielo, and Mexico in general, also support a high diversity and abundance of Neotropical migratory bird species between September and May each year. Several migratory species are non-breeding winter visitors throughout El Cielo, with the high-elevation pine-oak habitats and low-elevation tropical habitats supporting the greatest numbers and proportions of migrant species. The group of migratory species overwintering in El Cielo is diverse both taxonomically and behaviorally, including species from both eastern and western North America.

Introducción

La avifauna de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" es predominantemente tropical, y muchas de las especies presentes alcanzan su distribución más norteña en este lugar (Sutton and Pettingill 1942, Webster 1974, Gehlbach *et al.* 1976, Howell y Webb 1995). En expediciones realizadas a principios del siglo XX (Phillips 1911) a la región de Gómez Farías, los científicos notaron un incremento en la diversidad de aves conforme viajaban hacia el sur de Cd. Victoria (Sutton and Burleigh 1939, Sutton

and Pettingill 1942, Martin 1955). Todavía quedan remanentes de los bosques de tierras bajas de la vertiente del Atlántico, restringiendo a muchas aves a las laderas y zonas altas de la Sierra Madre Oriental. En la Reserva existe bosque mesófilo de montaña y bosque tropical subcaducifolio, ecosistemas que alcanzan su límite más boreal en El Cielo, así como también bosque de pino-encino en el piso altitudinal mayor (> 2,000 m snm).

Esta variedad de ecosistemas mantiene también una amplia diversidad de avifauna. La lista de aves de El Cielo presenta 272 especies, de las cuales 181 son residentes (65%) y 91 son migratorias quienes constituyen el 33% del total registrado (**Apéndice 1**). El Cielo alberga 14 especies endémicas para México (Escalante-Pliego *et al.* 1993, Peterson and Navarro-Singüenza 1999), incluyendo *Rhynchopsitta terrisi* y *Amazona viridigenalis* (Psittacidae), *Piculus rubiginosus* (Picidae) y *Rhodothraupis celaeno* (Cardinalidae), las cuales solo se encuentran en el noreste de México. Especies como *Melanotis caerulescens* (Mimidae) y *Atlapetes pileatus* (Emberizidae), los cuales son fáciles de observar y son además endémicos de México. Más de 50 especies pertenecientes a 21 familias, alcanzan su límite más septentrional de su distribución en y/o cerca de El Cielo. Estas especies incluyen familias tropicales como Tinamidae, Cracidae, Psittacidae, Nyctibiidae, Trogonidae, Momotidae, Dendrocolaptidae, Thamnophilidae y Thraupidae. Entre muchas de las especies de aves rapaces encontradas en la Reserva destacan: *Micrastur semitorquatus* (Falconidae), *Spizaetus ornatus* (Accipitridae), *Otus guatemalae*, *Glaucidium sanchezi* (**Fig. 1**) y *Ciccaba virgata* (Strigidae).

Dentro de las especies de colibríes (Trochilidae) encontradas en El Cielo se observan a *Amazilia yucatanensis* (**Fig. 2**) y *Atthis heloisa*, la cual es endémica de México, y de papamoscas (Tyrannidae), el ruidoso *Megarynchus pitangua* y *Myiozetetes similis*. Otras de las familias más representadas, encontradas en El Cielo son: Picidae, Turdidae, Vireonidae y Emberizidae.



Figura 1. Tecolotito tamaulipeco (*Glaucidium sanchezi*) Foto, Héctor Garza.



Figura 2. Colibri (*Amazilia yucatanensis*) Trochilidae. Foto, Héctor Garza.

Dentro de estas familias, destacan por sus variadas formas distintivas los carpinteros del género *Piculus*, zorzales (género *Catharus*), *Cyclarhis gujanensis*, especies de *Euphonia*, tángaras del género *Habia* y chipes tropicales (género *Basileuterus*), y tres especies de crácidos, entre las que destaca *Crax rubra* (Fig. 3).

Pocas son las familias tropicales que no están representadas en El Cielo, por ejemplo, no existen especies de Bucconidae, Capitonidae, Ramphastidae, Pipridae o Furnariidae. La familia *Thamnophilidae*, la cual domina las comunidades de aves en el sur de México, solo cuenta con una especie representada en El Cielo (*Thamnophilus dollatus*). El Cielo presenta una comunidad de aves única, la cual mezcla especies de zonas templadas y tropicales, particularmente durante el invierno, cuando las especies migratorias provenientes de los Estados Unidos de América y Canadá se unen a la comunidad de aves de El Cielo. El Cielo y México en general, cuentan con una alta diversidad y abundancia de especies migratorias neotropicales entre los meses de septiembre y mayo cada año (Hutto 1980, Lynch 1989, Hutto 1992, Lynch 1992, Ortiz-Pulido *et al.* 1995, Gram y Faaborg 1997, Greenberg *et al.* 1997).

Las especies migratorias son solo visitantes de invierno que no se reproducen en El Cielo, encontrándose los mayores números y proporciones de éstas especies principalmente en hábitats de pino-encino y en zonas tropicales de baja altitud. En estudios realizados con puntos de conteo y redes de niebla durante 1992 y 1999, detectamos 74 especies migratorias terrestres en los cuatro principales tipos de vegetación en El Cielo (bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque húmedo de pino-encino y bosque seco de pino-encino), representando el 30% en la comunidad de aves terrestres durante el invierno. Además observamos 17 especies migratorias invernales en lagunas y estanques cerca de Gómez Farías y Joya de Salas.

La mayoría de las especies migratorias se encuentran en pequeños números, y solamente una minoría son relativamente abundantes, tal es el caso de *Poliophtila caerulea*, *Catharus ustulatus*, *Catharus guttats* y *Regulus calendula* (Gram y Faaborg 1997). El grupo de especies migratorias invernantes de El Cielo es diverso, desde la perspectiva taxonómica y conductual. Algunas especies migratorias se encuentran en diversos ecosistemas de la Reserva, pero cerca de la mitad



Figura 3. Macho de ocofaisán *Crax rubra* en la Reserva El Cielo. (Foto, Héctor Garza).

de ellas están restringidas a uno solo (**Apéndice 1**). Las especies migratorias presentes en El Cielo provienen del Este y Oeste de Norte América. En la vegetación de pino-encino se presenta el grupo más distintivo de especies migratorias, tales como: *Dendroica towsendii*, *Dendroica occidentalis*, *Sphyrapicus thyroideus* y *Sphyrapicus nuchalis*, los cuales se reproducen en el oeste de Norte América. Otras especies como *Mniotilta varia* y *Vireo solitarius* se distribuyen en El Cielo desde la zona tropical hasta grandes altitudes, pero en bajas densidades. La mayoría de las especies migratorias de las familias Vireonidae, Sylviidae y Parulidae, se encuentran formando parte de las parvadas mixtas con especies residentes (Gram 1999). Algunas especies como *Catharus guttatus*, aparentemente mantienen un rango territorial durante la temporada de no-apareamiento, en tanto que otras como *Wilsonia pusilla* son solitarias y no delimitan territorios. Muchas especies migratorias (12%) regresan año con año a invernar a El Cielo, como nos lo demuestra el índice de recaptura en redes de niebla durante inviernos subsecuentes. Claramente El Cielo es un lugar importante para las especies migratorias durante el invierno, particularmente en el contexto de la rápida alteración del hábitat en gran parte del Noreste de México.

Lista de aves

La lista de aves encontradas en El Cielo se llevó a cabo mediante la recopilación de información proveniente de diversas fuentes, incluyendo trabajo de campo asociado con nuestra investigación en la Reserva durante 1992 y 1999, además de la colaboración de Héctor Arturo Garza, Rafael Herrera y Jorge Vargas y una lista no publicada por John Arvin (1990). El listado es de acuerdo a la taxonomía y nomenclatura de la séptima edición de la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU por su nombre en inglés) listado de las aves de Norteamérica (1998).

La mayor parte de la investigación en el presente capítulo se efectuó en los alrededores de cuatro estaciones de muestreo (Estación biológica Los Cedros, Rancho del Cielo, ejido Joya de Salas y ejido San José), en diferentes partes de la Reserva. A continuación hacemos una descripción de los hábitats encontrados en cada sitio y se hace referencia a la presencia de cada especie por hábitat en el listado anexo:

1) Bosque Tropical Subcaducifolio (STC).- Este tipo de vegetación fue muestreado en los alrededores de Gómez Farías y en la estación biológica Los Cedros (23° 03' N, 99° 09' W, a 300 m snm). En las áreas con vegetación natural, el dosel era de 11 a 15 m de altura con sotobosque denso, compuesto de pequeños árboles y arbustos. En esta estación incluimos en el listado de aves a las especies encontradas en los patios de casas, plantaciones de nopales, huertas de cítricos y manchones de vegetación natural en regeneración. En este ecosistema se registraron un total de 179 especies de aves (66% del total para la Reserva). De las cuales 133 especies son residentes y 46 son migratorias (**Apéndice 1**).

2) bosque mesófilo de montaña (BMM).- Este tipo de vegetación fue estudiado en la localidad de Rancho del Cielo (23° 06' N, 99° 11' W, a 1,100 m snm) situado en la ladera Este de la Sierra de Guatemala, la cual forma parte de la Sierra Madre Oriental (Webster 1974), y recibe los vientos húmedos del Este, con una precipitación media anual de 2,000-2,500 mm (Martin 1958), y la visibilidad es en ocasiones escasa (no más de 30 m) debido a la niebla. El denso dosel de la vegetación alcanza una altura de 20-30 m y está cubierta con una marcada diversidad de plantas epifitas. En este ecosistema incluimos especies encontradas cerca de plantaciones de frijol y maíz y en claros de regeneración del bosque de diferente superficie. En este ecosistema se representa el 41% de las aves (112 especies) del total reportado para la RBC. Las especies residentes fueron 81 y las migratorias 31.

3) bosque húmedo de pino-encino (BHPE).- Este tipo de vegetación fue muestreada cerca de San José y la Estación de Canindo (23° 03' N, 99° 14' W a 1,200 m snm). La Estación Biológica Canindo se localiza en la porción Este de la Sierra Madre Oriental y no recibe la misma humedad y precipitación como el bosque mesófilo de montaña.

La vegetación del bosque húmedo de pino-encino difiere del bosque mesófilo de montaña tanto en estructura como en composición de especies. El bosque húmedo de pino-encino es más abierto, con poco sotobosque y pocas epifitas. La altura media del dosel es de 20 m. También incluimos especies de aves encontradas en los ejidos de San José y Alta Cima, además en los pastizales cercanos a estos poblados.

En este tipo de vegetación presenta similitud numérica con el bosque mesófilo de montaña (115 especies), representando el 42% del total reportado para la Reserva de la Biosfera El Cielo. Las especies residentes aquí se comportaron como sigue: 78 especies residentes y 37 migratorias.

4) bosque seco de pino-encino (BSPE).- Este tipo de vegetación fue estudiado en Joya de Salas (23° 10' N, 99° 18' W a 1800 m snm), un pequeño ejido en la porción oeste de la Sierra Madre Oriental. La altura del dosel oscila de 12 a 20 m, con algunos *Juniperus flaccida* alcanzando 25 m. El BSPE se caracteriza por un dosel abierto con pastizal, mezclas de árboles deciduos y perennes y por encinos cubiertos de musgo con troncos retorcidos. También incluimos especies de aves encontradas en los alrededores del ejido Joya de Salas, así como aves que usan los estanques o lagunas, los caminos y en los campos de cultivo. Este ecosistema templado representó casi el 51% (138 especies) del total para la Reserva de la Biosfera El Cielo. Con 74 especies residentes y 64 migratorias.

Literatura citada

- American Ornithologist Union.** 1998. *Check-list of North American Birds*, 7th edition. American Ornithologist Union, Washington, D.C.
- Escalante-Pliago, P., A. G. Navarro-Sigüenza, y A. T. Peterson.** 1993. A geographic, historical, and ecological analysis of avian diversity in Mexico. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *The biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York.
- Gehlbach, F. R., D. O. Dillon, H. L. Harrell, S. E. Kennedy, y K. R. Wilson.** 1976. Avifauna of the Rio Corona, Tamaulipas, Mexico: northeastern limit of the tropics. *Auk* 93:53-65.
- Gram, W. K.** 1999. Winter participation by Neotropical migrant and resident birds in mixed-species flocks in northeastern Mexico. *Condor* 100:44-53.
- Gram, W. K., y J. Faaborg.** 1997. The distribution of Neotropical migrant birds wintering in the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Condor* 99:658-670.
- Greenberg, R., P. Bichier, y J. Sterling.** 1997. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of Eastern Chiapas, Mexico. *Biotropica* 29:501-514.
- Howell, S. N. G., y S. Webb.** 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York.
- Hutto, R. L.** 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western Mexico, with special reference to small, foliage-gleaning insectivores, p. 181-203. In A. Keast y E. S. Morton (eds.), *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
- Hutto, R. L.** 1989. The effect of habitat alteration on migratory land birds in a West Mexican tropical deciduous forest: a conservation perspective. *Conservation Biology* 3:138-148.
- Hutto, R. L.** 1992. Habitat distribution of migratory landbird species in western Mexico, p. 221-239. In J. M. Hagan, III y D. W. Johnston (eds.), *Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds*. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
- Johnston, M. C., K. Nixon, G. L. Nesom, y M. Martínez.** 1989. Listado de plantas vasculares conocidas de la Sierra de Guatemala, Gomez Farias, Tamaulipas, Mexico. *Biotropica* 1:21-33.
- Lonard, R. I.** 1975. *Common trees, shrubs, and woody vines of Rancho del Cielo, Mexico*. Misc. Rep., Pan American University, Brownsville, TX.
- Lynch, J. F.** 1989. Distribution of overwintering Nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, I: general patterns of occurrence. *Condor* 91:515-544.
- Lynch, J. F.** 1992. Distribution of overwintering Nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, II: use of native and human-modified vegetation, p. 178-196. In J. M. Hagan, III y D. W. Johnston (eds.), *Ecology and Conservation of Neotropical migrant landbirds*. Smithsonian Inst. Press, Washington, DC.
- Martin, P. S.** 1955. Zonal distribution of vertebrates in a Mexican cloud forest. *American Naturalist* 89:347-362.
- Martin, P. S.** 1958. Biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ., Mus. Zool., Univ. Michigan, Ann Arbor, MI*.
- Ortiz-Pulido, R., G. H. Gómez de Silva, F. Gonzalez-García, y A. A. Álvarez.** 1995. Avifauna of the Costeras La Mancha Research Center, Veracruz, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana Nueva Serie* 66:87-118.
- Peterson, A. T., y A. G. Navarro-Sigüenza.** 1999. Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas. *Conservation Biology* 13:427-431.
- Phillips, J.** 1911. A year's collecting in the state of Tamaulipas, Mexico. *Auk* 28:67-89.
- Sutton, G. M., y T. D. Burleigh.** 1939. A list of birds observed on the 1938 Semple Expedition to northeastern Mexico. *Louisiana State University Museum of Zoology, Occasional Paper* no. 3:1-46.
- Sutton, G. M., y O. S. Pettingill, Jr.** 1942. Birds of the Gomez Farias region, Southwestern Tamaulipas. *Auk* 59:1-34.
- Webster, F. S., Jr.** 1974. Resident Birds of the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Am. Birds* 28:3-10.

Apéndice 1. Distribución ecológica y estacional de las aves de la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

TAXA	Tipos de vegetación				T ¹
	BTS	BMM	BHPE	BSPE	
TINAMIFORMES					
Tinamidae					
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	X		X		R
PODICIPEDIFORMES					
Podicipedidae					
<i>Tachybaptus dominicus</i>				X	R
<i>Podilymbus podiceps</i>				X	R
<i>Podiceps nigricollis</i>				X	M
CICONIIFORMES					
Ardeidae					
<i>Botaurus lentiginosus</i>	X				M
<i>Trigrisoma mexicanum</i>	X				R
<i>Ardea herodias</i>	X				M
<i>Egretta caerulea</i>	X				M
<i>Bubulcus ibis</i>	X				R
<i>Cochlearius cochlearius</i>	X				R
Cathartidae					
<i>Coragyps atratus</i>	X		X	X	R
<i>Cathartes aura</i>	X	X	X	X	R
ANSERIFORMES					
Anatidae					
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	X				R
<i>Aix sponsa</i>	X				M
<i>Anas streptera</i>	X			X	M
<i>Anas americana</i>	X			X	M
<i>Anas discors</i>				X	M
<i>Anas cyanoptera</i>				X	M
<i>Anas clypeata</i>				X	M
<i>Anas acuta</i>				X	M
<i>Anas crecca</i>				X	M
<i>Aythya collaris</i>				X	M
<i>Aythya affinis</i>				X	M
<i>Bucephala albeola</i>				X	M
<i>Oxyura jamaicensis</i>				X	R
FALCONIFORMES					
Accipitridae					
<i>Elanus leucurus</i>	X			X	R
<i>Ictinia mississippiensis</i>	X				M
<i>Ictinia plumbea</i>	X				M
<i>Circus cyaneus</i>				X	M
<i>Accipiter striatus</i>	X	X		X	M
<i>Accipiter bicolor</i>	X				R
<i>Geranoospiza caerulescens</i>		X			R
<i>Asturina nitida</i>	X		X		R
<i>Buteogallus anthracinus</i>	X				R
<i>Parabuteo unicinctus</i>	X				R
<i>Buteo magnirostris</i>	X	X		X	R

FALCONIFORMES

Accipitridae

<i>Buteo lineatus</i>	X				M
<i>Buteo albicaudatus</i>	X				R
<i>Buteo jamaicensis</i>	X			X	R
<i>Aquila chrysaetos</i>				X	R
<i>Spizaetus ornatus</i>			X		R

Falconidae

<i>Micrastur semitorquatus</i>	X	X	X		R
<i>Caracara plancus</i>	X				R
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	X	X			R
<i>Falco sparverius</i>	X	X	X	X	M
<i>Falco rufigularis</i>	X		X	X	R
<i>Falco peregrinus</i>		X	X	X	M

GALLIFORMES

Cracidae

<i>Ortalis vetula</i>	X				R
<i>Penelope purpurascens</i>	X	X			R
<i>Crax rubra</i>	X	X			R

Phasianidae

<i>Meleagris gallopavo</i>	X				R
----------------------------	---	--	--	--	---

Odontophoridae

<i>Colinus virginianus</i>	X	X			R
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	X	X	X	X	R

GRUIFORMES

Rallidae

<i>Fulica americana</i>				X	R
-------------------------	--	--	--	---	---

CHARADRIIFORMES

Charadriidae

<i>Charadrius vociferus</i>				X	R
-----------------------------	--	--	--	---	---

Recurvirostridae

<i>Himantopus mexicanus</i>				X	R
-----------------------------	--	--	--	---	---

Scolopacidae

<i>Actitis macularia</i>				X	M
<i>Gallinago gallinago</i>				X	M

COLUMBIFORMES

Columbidae

<i>Columbia livia</i>	X				R
<i>Columba flavirostris</i>	X	X			R
<i>Columba fasciata</i>		X		X	R
<i>Zenaida asiatica</i>	X				R
<i>Zenaida macroura</i>	X			X	R
<i>Columbina inca</i>	X			X	R
<i>Columbina passerina</i>	X			X	R
<i>Columbina talpacoti</i>	X			X	R
<i>Claravis pretiosa</i>	X	X	X	X	R
<i>Leptotila verreauxi</i>	X	X	X	X	R
<i>Leptotila rufaxilla</i>	X				R
<i>Geotrygon montana</i>			X		R

PSITTACIFORMES

Psittacidae

<i>Aratinga holochlora</i>	X				R
<i>Aratinga nana</i>	X				R
<i>Ara militaris</i>		X		X	R
<i>Rhynchopsitta terrisi</i>				X	R
<i>Pionus senilis</i>	X	X			R
<i>Amazona viridigenalis</i>	X				R
<i>Amazona autumnalis</i>	X	X			R
<i>Amazona oratrix</i>	X				R

CUCULIFORMES

Cuculidae

<i>Coccyzus americanus</i>	X				M
<i>Playa cayana</i>	X	X			R
<i>Geococcyx californianus</i>				X	R
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	X				R

STRIGIFORMES

Tytonidae

<i>Tyto alba</i>	X				R
------------------	---	--	--	--	---

Strigidae

<i>Otus asio</i>	X				R
<i>Otus guatemalae</i>		X	X		R
<i>Bubo virginianus</i>	X				R
<i>Glaucidium gnoma</i>	X	X			R
<i>Glaucidium sanchezi</i>	X	X	X		R
<i>Glaucidium brasilianum</i>	X		X		R
<i>Ciccaba virgata</i>	X	X	X		R

CAPRIMULGIFORMES

Caprimulgidae

<i>Nyctidromus albicollis</i>	X				R
<i>Caprimulgus salvini</i>	X	X	X		R
<i>Caprimulgus vociferus</i>			X		M

Nyctibiidae

<i>Nyctibius jamaicensis</i>	X				R
------------------------------	---	--	--	--	---

APODIFORMES

Apodidae

<i>Streptoprocne zonaris</i>	X				R
<i>Chaetura vauxi</i>	X	X	X		R
<i>Aeronautes saxatalis</i>				X	R

Trochilidae

<i>Campylopterus curvipennis</i>	X	X	X		R
<i>Cyananthus latirostris</i>	X				R
<i>Hylocharis leucotis</i>	X	X	X		R
<i>Amazilia cyanocephala</i>		X	X		R
<i>Amazilia yucatanensis</i>	X	X	X		R
<i>Lampornis amethystinus</i>	X	X	X		R
<i>Lampornis clemenciae</i>		X			R
<i>Eugenes fulgens</i>	X	X	X	X	R
<i>Atthis heloisa</i>		X	X		R

TROGONIFORMES

Trogonidae

<i>Trogon mexicanus</i>		X	X	X	R
<i>Trogon elegans</i>	X			X	R

CORACIIFORMES

Momotidae

<i>Momotus momota</i>	X	X	X		R
-----------------------	---	---	---	--	---

Alcedinidae

<i>Ceryle torquata</i>	X				R
<i>Chloroceryle amazona</i>	X				R
<i>Chloroceryle americana</i>	X				R

PICIFORMES

Picidae

<i>Melanerpes formicivorus</i>		X	X	X	R
<i>Melanerpes aurifrons</i>	X				R
<i>Sphyrapicus thyroideus</i>				X	M
<i>Sphyrapicus varius</i>		X	X	X	M
<i>Sphyrapicus nuchalis</i>				X	M
<i>Picoides scalaris</i>	X			X	R
<i>Picoides villosus</i>	X			X	R
<i>Veniliornis fumigatus</i>	X	X	X	X	R
<i>Piculus rubiginosus</i>	X	X	X	X	R
<i>Dryocopus lineatus</i>	X				R
<i>Campephilus guatemalensis</i>	X	X	X		R

PASSERIFORMES

Dendrocolaptidae

<i>Sittasomus griseicapillus</i>	X	X	X	X	R
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	X	X	X	X	R
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	X	X	X	X	R

Thamnophilidae

<i>Thamnophilus doliatus</i>	X				R
------------------------------	---	--	--	--	---

Tyrannidae

<i>Mitrephanes phaeocercus</i>		X	X		R
<i>Camptostoma imberbe</i>	X				R
<i>Contopus pertinax</i>	X	X	X	X	R
<i>Empidonax flaviventris</i>	X			X	M
<i>Empidonax minimus</i>	X		X	X	M
<i>Empidonax hammondi</i>	X	X	X	X	M
<i>Empidonax wrightii</i>		X		X	M
<i>Empidonax oberholseri</i>		X	X	X	M
<i>Empidonax albigularis</i>	X				M
<i>Empidonax occidentalis</i>	X	X		X	R
<i>Sayornis nigricans</i>		X		X	R
<i>Sayornis phoebe</i>	X	X	X	X	M
<i>Sayornis saya</i>				X	M
<i>Pyrocephalus rubinus</i>			X	X	R
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	X	X	X	X	R
<i>Myiarchus crinitus</i>	X	X	X		M
<i>Myiarchus tyrannulus</i>		X		X	M
<i>Pitangus sulphuratus</i>	X				R
<i>Megarynchus pitangua</i>	X				R
<i>Myiozetetes similis</i>	X		X		R
<i>Tyrannus melancholicus</i>	X				R

<i>Tyrannus couchii</i>				X	R
<i>Pachyramphus major</i>	X			X	R
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	X	X		X	R
<i>Tityra semifasciata</i>	X				R
Laniidae					
<i>Lanius ludovicianus</i>				X	M
Vireonidae					
<i>Vireo griseus</i>	X				R
<i>Vireo solitarius</i>	X	X	X	X	M
<i>Vireo huttonii</i>		X		X	R
<i>Vireo gilvus</i>			X		M
<i>Vireo leucophrys</i>		X	X		R
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	X	X	X	X	R
Corvidae					
<i>Cyanocorax yncas</i>	X	X	X		R
<i>Cyanocorax morio</i>	X				R
<i>Aphelocoma ultramarina</i>			X	X	R
<i>Corvus imparatus</i>	X				R
<i>Corvus corax</i>	X		X	X	R
Hirundinidae					
<i>Tachycineta thalassina</i>				X	R
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>				X	M
<i>Hirundo rustica</i>				X	M
Paridae					
<i>Baeolophus wollweberi</i>				X	R
<i>Baeolophus bicolor</i>	X	X			R
Aegithalidae					
<i>Psaltriparus minimus</i>				X	R
Sittidae					
<i>Sitta carolinensis</i>				X	R
Certhiidae					
<i>Certhia americana</i>		X	X	X	R
Troglodytidae					
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>		X		X	R
<i>Salpinctes obsoletus</i>				X	R
<i>Catherpes mexicanus</i>	X		X	X	R
<i>Thryothorus maculipectus</i>	X	X	X	X	R
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	X				R
<i>Thryomanes bewickii</i>				X	R
<i>Troglodytes aedon</i>	X	X	X	X	M
<i>Uropsila leucogastra</i>	X				R
Regulidae					
<i>Regulus calendula</i>	X	X	X	X	M
Sylviidae					
<i>Polioptila caerulea</i>	X	X	X	X	R
Turdidae					
<i>Sialia sialis</i>				X	M
<i>Myadestes occidentalis</i>	X	X	X	X	R
<i>Catharus aurantiirostris</i>	X	X			R
<i>Catharus mexicanus</i>	X	X	X		R
<i>Catharus ustulatus</i>	X	X	X	X	M
<i>Catharus guttatus</i>	X	X	X	X	M
<i>Hylocichla mustelina</i>	X	X	X		M
<i>Turdus grayi</i>	X	X	X	X	R
<i>Turdus assimilis</i>	X	X	X	X	R
<i>Turdus migratorius</i>	X		X	X	M

Mimidae					
<i>Dumetella carolinensis</i>	X	X	X	X	M
<i>Mimus polyglottos</i>	X		X	X	R
<i>Toxostoma longirostre</i>		X	X		R
<i>Melanotis caerulescens</i>	X	X	X	X	R
Bombycillidae					
<i>Bombycilla cedrorum</i>	X	X	X	X	
Ptilogonatidae					
<i>Ptilogonys cinereus</i>			X		R
Peucedramidae					
<i>Peucedramus taeniatus</i>		X		X	R
Parulidae					
<i>Vermivora celata</i>	X	X	X	X	M
<i>Vermivora ruficapilla</i>	X			X	M
<i>Parula superciliosa</i>		X	X	X	R
<i>Parula americana</i>	X		X		M
<i>Parula pitiayumi</i>	X	X	X		R
<i>Dendroica coronata</i>			X	X	M
<i>Dendroica virens</i>	X	X	X	X	M
<i>Dendroica townsendi</i>	X	X	X	X	M
<i>Dendroica occidentalis</i>		X	X	X	M
<i>Dendroica dominica</i>		X			M
<i>Mniotilta varia</i>	X	X	X	X	M
<i>Seiurus aurocapillus</i>	X	X			M
<i>Seiurus noveboracensis</i>				X	M
<i>Seiurus motacilla</i>	X		X		M
<i>Oporornis tolmiei</i>				X	M
<i>Geothlypis trichas</i>	X		X	X	M
<i>Wilsonia citrina</i>	X				M
<i>Wilsonia pusilla</i>	X	X	X	X	M
<i>Wilsonia canadensis</i>	X				M
<i>Myioborus pictus</i>		X	X	X	R
<i>Eutlypis lachrymosa</i>	X				R
<i>Basileuterus culicivorus</i>	X	X	X		R
<i>Basileuterus rufifrons</i>		X		X	R
<i>Basileuterus belli</i>	X	X	X	X	R
<i>Icteria virens</i>	X				M
Thraupidae					
<i>Habia rubica</i>	X				R
<i>Habia fuscicauda</i>	X				R
<i>Piranga flava</i>	X	X	X	X	R
<i>Piranga rubra</i>	X	X	X		M
<i>Piranga ludoviciana</i>		X	X		M
<i>Piranga bidentata</i>	X	X	X		R
<i>Piranga leucoptera</i>		X	X		R
<i>Thraupis abbas</i>	X		X		R
<i>Euphonia affinis</i>	X				R
<i>Euphonia hirundinacea</i>	X				R
<i>Euphonia elegantissima</i>		X	X		R
Emberizidae					
<i>Volatinia jacarina</i>	X				R
<i>Sporophila torqueola</i>	X				R
<i>Tiaris olivacea</i>	X		X		R
<i>Atlapetes pileatus</i>		X	X	X	R

Emberizidae

<i>Arremonops rufivirgatus</i>	X	X	X	X	R
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>				X	M
<i>Spizella passerina</i>			X	X	M
<i>Spizella pallida</i>				X	M
<i>Poocetes gramineus</i>				X	M
<i>Chondestes grammacus</i>				X	M
<i>Passerculus sandwichensis</i>				X	M
<i>Melospiza lincolnii</i>	X		X	X	M
<i>Junco hyemalis</i>				X	M
<i>Junco phaenotus</i>				X	R

Cardinalidae

<i>Saltator atriceps</i>	X				R
<i>Rhodothraupis celaeno</i>	X	X	X		R
<i>Cardinalis sinuatus</i>				X	R
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	X	X			M
<i>Pheucticus melanocephalus</i>		X	X	X	M
<i>Cyanocompsa parellina</i>	X	X	X		R
<i>Guiraca caerulea</i>	X			X	R
<i>Passerina ciris</i>	X				M

Icteridae

<i>Dives dives</i>	X	X	X		R
<i>Quiscalus mexicanus</i>	X				R
<i>Molothrus aeneus</i>	X		X	X	R
<i>Molothrus ater</i>				X	M
<i>Icterus cucullatus</i>	X				M
<i>Icterus gularis</i>	X				R
<i>Icterus graduacauda</i>	X	X	X	X	R
<i>Icterus galbula</i>	X				M
<i>Icterus parisorum</i>			X		M

Fringillidae

<i>Carduelis pinus</i>			X	X	M
<i>Carduelis notata</i>		X	X		R
<i>Carduelis psaltria</i>			X	X	M
<i>Carduelis tristis</i>		X		X	M
<i>Coccothraustes abeillei</i>	X	X	X		R

Passeridae

<i>Passer domesticus</i>	X				R
--------------------------	---	--	--	--	---

Total por tipo de vegetación: 179 112 115 138

¹ Temporalidad (T¹): R = Residente, presente todo el año M = Migratoria invernante o residente de verano
Especies Totales: 272 Especies Migratorias: 91 Especies Residentes: 181

50. Los mamíferos

Vinicio J. Sosa¹, Arturo Hernández Huerta¹ y Jorge A. Vargas Contreras²

¹Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO.
sosavini@ecologia.edu.mx

²Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México,
A. P. 70-275, 04510, MÉXICO, DF.

Abstract

The updated list of mammals of the El Cielo Biosphere Reserve comprises 97 native species and two exotic species. It includes six species endemic to Mexico, and according to the Mexican federal norm, five are threatened, and four in danger of extinction: the felids *Leopardus wiedii* and *Panthera onca*; the mustelid *Eira barbara*, and the ursid *Ursus americanus*. Bats (order Chiroptera) account for 41%, rodents (order Rodentia) for 27% and carnivores (order Carnivora) for 16% of the species. The rank of these groups is common to neotropical mammalian faunas. Based on feeding habits and substrate use, 16 functional groups can be distinguished. Volant frugivores (bats in the family Phyllostomidae) and terrestrial granivores (rodents in the families Heteromyidae and Muridae) contribute to the high richness of mammals of this reserve. Factors that determine this richness and relations to human impacts are discussed.

Introducción

México es una nación megadiversa, es decir, comparada con otras naciones de superficie o localización latitudinal semejante, posee una alta diversidad de especies de animales, plantas y hongos. En cuanto a número de especies de mamíferos, México ocupa el tercer lugar mundial (Mittermeier y Werner 1990).

De las aproximadamente 450 especies de mamíferos que habitan en la parte continental e islas de México, alrededor de 46 especies son frágiles y 76 están amenazadas o en peligro de extinción (Ramírez Pulido *et al.* 1996). Entre las áreas naturales protegidas de México, las Reservas de la Biosfera son de particular importancia para la conservación de los mamíferos silvestres debido a su tamaño, a la proporción de superficie que representan dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y al grado de naturalidad de los ecosistemas que resguardan (Camarillo *et al.* 1991, Hernández 1992).

Cerca de la tercera parte de México, junto con otros países de Centroamérica conforman una de las 25 regiones con mayor biodiversidad a nivel mundial, la etiquetada como Mesoamérica (Myers *et al.* 2000). Esta región cuenta con 521 especies de mamíferos, 210 de las cuales son endémicas a dicha región. La Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) está localizada dentro de esta región, en su extremo norte por el lado del Golfo de México.

Esta alta diversidad se debe por un lado, a la confluencia de dos grandes regiones biogeográficas en el territorio mexicano, la Neártica y la Neotropical, pero también a la gran heterogeneidad ambiental que produce el relieve montañoso de gran parte de México, en conjunción con la influencia climática de los dos océanos entre los que se encuentra. La RBC se localiza justo en una de las zonas donde la región neártica y neotropical hacen contacto, es decir en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental en el suroeste de Tamaulipas. En la Reserva, este contacto se manifiesta en un gradiente altitudinal de vegetación y clima que va de este a oeste. Así, en una franja de tan solo 15 km de ancho en que se pasa de los 300 a los 2,000 m snm, se suceden bosques tropicales en clima cálido-húmedo, bosque mesófilo de montaña en clima templado-húmedo, bosques mixtos de encino y pino en climas templados, y matorrales xerófilos en clima templado-seco, con su correspondiente recambio de especies vegetales y animales, no siendo la excepción los mamíferos (Vargas y Hernández en prensa). La orientación de la Sierra Madre Oriental, que funciona como barrera para algunas especies y como corredor para otras, y su distancia al mar, resultan en que la RBC se localice casi en el vértice de tres provincias bióticas (subdivisiones de las regiones biogeográficas) reconocidas para los vertebrados de México: la Tamaulipeca, la Sierra Madre Oriental y la Veracruzana (Álvarez y de Lachica 1974).

La confluencia de faunas de mamíferos de diverso origen geográfico en la región de la RBEC contribuye a la alta riqueza de mamíferos del área y del estado de Tamaulipas, el cual ocupa el quinto lugar a nivel nacional en diversidad de mamíferos (Ramírez Pulido y Castro Campillo 1994). Existen pocos estudios sobre los mamíferos de Tamaulipas en general, y de El Cielo en particular. La referencia básica y más completa que se tiene de los mamíferos de Tamaulipas, sigue siendo la de Álvarez (1963). Antes y después se publicaron algunos registros de mamíferos de Tamaulipas (Hooper 1953, de la Torre 1954, Baker y López 1967, Baker y Webb 1967, Choate y Clifton 1970, Moreno Valdez 1996, Moreno Valdez *et al.* 1997 y otros citados en Vargas Contreras y Hernández Huerta en prensa), pero para la región de la RBC solo existen cuatro trabajos, dos sobre murciélagos (Reddell y Mitchel 1971, Martínez Burnes 1979) y dos sobre la mastofauna en general (Hernández 1989, Vargas y Hernández *op. cit.*). Todos estos trabajos versan sobre el inventario, la sistemática y la distribución de las especies, careciéndose de estudios fisiológicos, ecológicos y de comportamiento.

El presente listado de mamíferos está basado principalmente en el trabajo de Hernández Huerta (1989) y Vargas Contreras y Hernández Huerta (*op. cit.*) quienes a su vez recopilaron registros de la literatura (Ramírez Pulido *et al.* 1986, Ramírez Pulido y Castro Campillo 1990, 1994), colecciones de museos, bases de datos de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) (Sosa *et al.* 1996). Así como registros no publicados directos e indirectos (especímenes en piel y cráneo, avistamientos y rastros). La nomenclatura que hemos seguido es la de Ramírez Pulido *et al.* (1996).

La riqueza de mamíferos de la Reserva

La lista actualizada de mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Cielo comprende 99 especies de mamíferos (97 nativas y dos exóticas ya naturalizadas), agrupadas en ocho órdenes, 23 familias y 71 géneros (ver Apéndice). Estas especies representan el 19% de las registradas para Mesoamérica, el 22% de los mamíferos terrestres conocidos para México y el 81% de los registrados en el estado de Tamaulipas hasta 1963 (Álvarez 1963).

Los órdenes más diversos en la Reserva son los de los murciélagos y los roedores como sucede en general en cualquier región (Fig. 1), y las familias más diversas son la Phyllostomidae (18 especies), en el orden Chiroptera, destacan *Anoura geoffroyi* (Fig. 2) y *Artibeus jamaicensis* (Fig. 3); la familia Muridae (17 especies) en el orden Rodentia.

Los géneros más diversos son *Myotis* (cinco especies), *Peromyscus* (cuatro especies), y *Pteronotus*, *Artibeus*, *Sciurus*, *Oryzomys* y *Reithrodontomys* (con tres especies cada uno).

Entre las especies raras destacan la musaraña *Cryptotis mexicana*, que es común en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva, el vampiro *Diademus youngi*, el murciélago frugívoro *Enchisthenes hartii* y la martucha *Potos flavus* (Fig. 4) (Secretaría de Desarrollo Social 1994). Otras especies no consideradas raras en la Norma Oficial son raras en la Reserva, como es el caso del murciélago *Idionycteris phyllotis*, el oso *Ursus americanus*, el cerete *Dasyprocta punctata* o el tepezcuintle *Agouti paca*. Sin considerar a las especies endémicas, la mastofauna de la Reserva es una mezcla de unas especies de afinidad neártica y otras de afinidad neotropical.

La proporción de estas últimas es ligeramente mayor que la de las primeras (Álvarez y de Lachica 1974, Eisenberg 1989). Consideramos que se han registrado más del 90% de las especies que habitan en la RBC. Algunas especies que potencialmente podrían estar presentes en algún ambiente de la Reserva son: *Leptonycteris curasoae yerbabuenae*, una o dos especies de *Nyctinomops*, una de *Lepus* y *Lynx rufus* en la zona árida al occidente de la Reserva, *Carollia brevicauda*, *Dermanura phaeotis* y *Gallictis vittata* en la zona cálido-húmeda al sureste de la Reserva.

La variedad de mamíferos corresponde con la variedad de nichos que ocupan en una comunidad. En ésta los mamíferos se relacionan con otras especies, ya sea como depredadores de otros animales y consumidores de partes de plantas, como parásitos de mamíferos y aves, o como dispersores y polinizadores de plantas, resultado secundario de sus hábitos de alimentación.

A su vez, muchas especies de mamíferos constituyen las presas de otros mamíferos y otros animales como reptiles y aves. Los mamíferos de la Reserva El Cielo pueden agruparse en por lo menos 16 grupos funcionales o gremios con base en su dieta y el sustrato donde desarrollan la mayor parte de sus actividades (Cuadro 1).

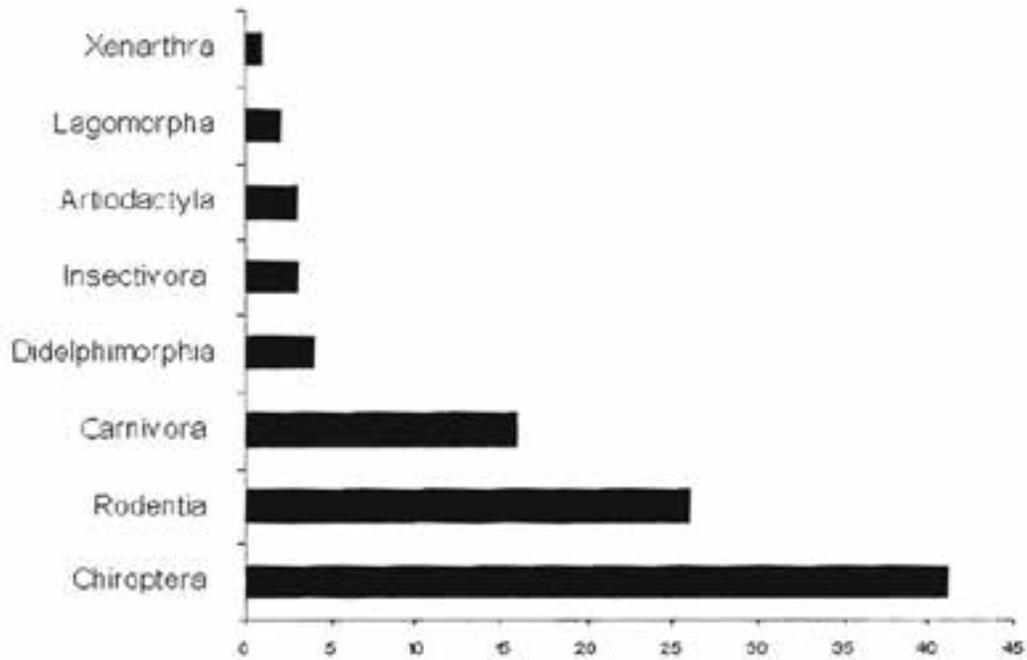


Figura 1. Proporción de los órdenes de mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Cielo. Entre paréntesis se indica el número de especies en cada orden.



Figura 2. El murciélago rabón de Geoffroy (*Anoura geoffroyi*), al alimentarse de néctar facilita la polinización de varias especies de plantas. Nótese el rostro alargado que es una adaptación para introducirlo fácilmente en las corolas tubulares de varias clases de flores, (Foto, Vinicio Sosa)



Figura 3. El murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) es muy común en la región tropical de la Reserva El Cielo. Al alimentarse de frutos, dispersa una amplia variedad de semillas, (Foto, Vinicio Sosa).



Figura 4. *Potos flavus prehensilis* (Foto, Abdel García).

Cuadro 1. Gremios funcionales con base en la dieta y el sustrato preferido, en que se agrupan los mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Cielo.

	Insectívoro- omnívoro	Granívoro	Frugívoro- herbívoro	Frugívoro- omnívoro	Carnívoro	Herbívoro	Polínívoro- nectarívoro	Sanguívoro
Volador	25	0	9	0	0	0	4	3
Terrestre	7	16	3	3	5	6	0	0
Arbóricola								
-terrestre	0	2	0	5	3	0	0	0
Arbóricola	1	4	0	1	0	0	0	0

Estos gremios indican a *grosso modo* la diversidad de nichos que ocupan. Como casi ningún mamífero terrestre tiene dieta especializada, las categorías respecto al tipo de alimentación se establecieron con base en el componente que constituyera al menos el 50% de la dieta (Medellín 1994). En la Reserva el gremio con más especies es el de los murciélagos insectívoros, seguido del de los granívoros terrestres (roedores en su mayoría) y de los murciélagos frugívoros. Si se compara con otras mastofaunas de regiones neotropicales, se nota que algunos gremios no están representados en El Cielo como por ejemplo, el de los carnívoros voladores (murciélagos pescadores y de presa), el de los frugívoros-herbívoros (monos), o el de los insectívoros arbóricola-terrestres (osos hormigueros).

La ausencia de especies representativas de estos gremios en la Reserva, es intrigante dado que existen buenas extensiones de bosques tropicales entre los 300 y 600 m snm y recursos alimenticios.

La incidencia de frentes fríos ("nortes") y ocasionales heladas y el impacto de ciclones podría determinar el límite de la distribución de especies adaptadas a ambientes cálido-húmedos (Puig y Bracho 1987, Medellín 1994). La riqueza de mamíferos de la RBEC es alta si se le compara con la de otras áreas protegidas, o poco modificadas, de gran extensión en México o en otras regiones en América tropical (**Cuadro 2**). Se ha sugerido que la riqueza de mamíferos en regiones que comparten bosque tropical perennifolio (selva alta perennifolia), un clima cálido-húmedo y una altitud promedio menor de 380 m, alcanza un máximo entre 110 y 120 especies independientemente del área (Medellín 1994).

La riqueza comprobada de mamíferos de la Reserva El Cielo es un poco menor que esa cifra pero alta si consideramos que:

- a) algunas especies potencialmente presentes no han sido registradas,
- b) la reserva se encuentra a la mayor latitud de las localidades comparadas,
- y c) sólo una tercera parte de su extensión está cubierta por bosque tropical (subcaducifolio).

En la RBC se encuentran presentes seis de las 146 (4.1%) especies de mamíferos endémicas a México y de las 31 endémicas al estado de Tamaulipas (19.4 %):

Cryptotis mexicana (orden Insectívora), *Corynorhynchus mexicanus* (orden Chiroptera) y *Sciurus alleni*, *Chaetodipus nelsoni*, *Neotoma angustapalata* y *Peromyscus ochraventer* (orden Rodentia; Ceballos y Rodríguez 1993). Por otra parte, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana sobre el tema (SEMARNAT 2001), 13 especies están clasificadas en alguna categoría de amenaza de extinción entre las que destacan cinco amenazadas y cuatro en peligro de extinción. Así como cuatro en la categoría de protección especial (**Apéndice 1**). Las especies en peligro de extinción con distribución en la Reserva son los felinos *Leopardus wiedii*, *Panthera onca*, el mustélido *Eira barbara* y el úrsido *Ursus americanus* todas del orden Carnívora. La RBC es sin lugar a dudas la única área protegida en Tamaulipas que podría garantizar el mantenimiento de poblaciones viables de estos carnívoros por su extensión, difícil acceso y variedad de hábitats (Hernández 1992).

Los mamíferos y el hombre

En la RBEC los pobladores cazan al menos 17 especies de mamíferos. Entre ellas se encuentran: *Mazama americana* (temazate o venado cabrito), *Odocoileus virginianus* (**Fig. 5**) (venado cola blanca) y *Tayassu pecari* (**Fig. 6**) (pecari o jabalina), entre los más cotizados por su carne; de los dos primeros algunos cazadores informan haber obtenido entre

cuatro y seis ejemplares al año (Sosa 1987). Como caza complementaria o esporádica figuran las especies *Dasyprocta punctata* (serete), *Leopardus wiedii* (peluda o tigrillo), *Herpailurus yagouaroundi* (onza o leoncillo), *Eira barbara* (viejito), *Nasua narica* (Fig. 7) (tejón) y *Procyon lotor* (Fig. 8) (mapache).

La caza menor se compone del *Dasyurus novemcinctus* (armadillo), ardillas del género *Sciurus* y conejos del género *Sylvilagus*. Muchas de estas especies se cazan en la milpa o en sus cercanías, y frecuentemente como método de control, como en el caso de tejones y ardillas. Los grandes felinos *Puma concolor* (Fig. 9) (león o puma) y *Panthera onca* (Fig. 10) (tigre o jaguar) son cazados generalmente cuando atacan al ganado, y el úrsido *Ursus americanus* (Fig. 11) (oso) cuando causa destrozos en las milpas o huertos. Otros mamíferos que causan impacto a la economía campesina de la RBEC son las ratas *Sigmodon hispidus* y las ardillas del género *Sciurus* y en menor grado las tuzas *Orthogeomys hispidus*, las cuales generalmente afectan los cultivos de subsistencia en las milpas.

También se encuentran el ratón (*Mus musculus*) y la rata (*Rattus rattus*) domésticos, comensales de las habitaciones humanas, quienes depredan sobre los alimentos, residuos orgánicos y granos almacenados.

Finalmente, se tiene verificada la presencia de vampiros en las tierras bajas y tropicales de la RBC, pero no se ha evaluado su impacto en la ganadería o la avicultura. Poco se han investigado en la Reserva otros usos diferentes de la caza que no sea la utilización de carne y pieles como complemento alimenticio y accesorios, pero seguramente existen. Así por ejemplo, se atribuyen propiedades medicinales a la piel de los tlacuaches (*Didelphis marsupialis* y *D. virginiana*) la cual se vende ocasionalmente en los mercados de Cd. Mante como "remedio." Igualmente, se desconoce el papel de los mamíferos en las creencias y prácticas mágico-religiosas de los habitantes de la Reserva. Es deseable que en el futuro se realicen estudios sobre los mamíferos de la RBEC para su mejor conservación y manejo.

Un primer aspecto sería debe completar el inventario de los mamíferos de la RBEC organizando colectas en los sitios más alejados y agrestes de la Reserva. En segundo término, es recomendable contar con guías ilustradas y claves de campo para todos los mamíferos que existen en la Reserva.

Las claves de Medellín *et al.* (1997) y Álvarez *et al.* (1994) son útiles y suficientes para los murciélagos y la guía de Aranda (2000) para conocer los rastros de mamíferos medianos y grandes, pero aún se necesitan guías de campo para los órdenes más difíciles o raros como son roedores e insectívoros. Muchas de las especies de afinidad neotropical pueden identificarse con las guías ilustradas de Emmons y Feer (1997) y Reid (1997). Otro tipo de estudios necesarios son los de historia natural y relación con pobladores de la Reserva de algunas especies en particular, y el efecto de la perturbación, desarrollo social y acciones de manejo (o conservación) en la Reserva sobre sus mamíferos.

Literatura citada

- Álvarez, T. 1963. The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 14: 363-473.
- Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López-Vidal. 1994. *Claves para murciélagos mexicanos*. CIBNOR, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 65 pp.
- Álvarez, T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. In: Flores Díaz, A., L. González Quintero, T. Álvarez y F. de Lachica (eds.), *El escenario geográfico*. INAH, México, D.F. 217-275.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y pequeños de México*. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México, 212 pp.
- Baker, R. J. y G. López. 1968. Notes on some bats of Tamaulipas. *The Southwestern Naturalist*, 13: 361-362.
- Baker, R. H. y R. G. Webb. 1967. Notas acerca de los anfibios, reptiles y mamíferos de La Pesca, Tamaulipas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 27: 179-190.
- Camarillo, J. L., E. C. Gutiérrez y G. Camarena. 1991. Áreas naturales protegidas en México: una síntesis. *Ciencia y Desarrollo*, 99:39-46.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. *Los mamíferos de Chamela, Jalisco*. UNAM, México, D.F. 436 pp.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y Conservación de Mamíferos de México: II. Patrones de endemidad. In: R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.) *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones Especiales, Vol. 1, AMMAC, A.C., México, D.F.: 87-108.
- Choate, J. R. and P. L. Clifton. 1970. Noteworthy records of bats from Tamaulipas, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 14: 358-360.
- De la Torre, L. 1954. Bats from southern Tamaulipas, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 35: 113-116.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. *Neotropical rainforest mammals. A field guide*, Second Edition. The University of Chicago Press, Chicago, 307 pp.
- Eisenberg, J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics, Vol. 1. The northern Neotropics*. University of Chicago Press, Chicago, 449 pp.



Figura 5. Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus veraecrucis*). Foto, Héctor Garza.



Figura 6. Jabali de collar (*Pecari tajacu angulatus*). Foto, Héctor Garza.



Figura 7. El tejón (*Nasua narica*) puede ocasionar daños importantes en las milpas cuando se alimentan en grandes grupos. Los campesinos lo cazan como método de control y para consumir su carne y curtir su piel. (Foto, Ramón Ali).



Figura 8. Mapache (*Procyon lotor hernandezii*). Foto, Abdel García.



Figura 9. Puma o León de montaña (*Puma concolor stanleyana*). Foto, Héctor Garza.



Figura 10. Jaguar (*Panthera onca veraecrucis*). Foto, Héctor Garza.



Figura 11. Oso negro (*Ursus americanus eremicus*). Foto, Héctor Garza.

- Glanz, W. E. 1990. Neotropical mammal densities: how unusual is the community on Barro Colorado Island, Panama? In: Gentry, A. H.(ed.), *Four neotropical rainforest BTS*. Yale Univ. Press, New Haven: 287-313.
- Hernández Huerta, A. 1989. Importancia de la reserva "El Cielo" para los mamíferos de Tamaulipas, *Biotam* 1:13-20.
- Hernández Huerta, A. 1992. Los carnívoros y sus perspectivas de conservación en las áreas protegidas de México. *Acta Zool. Mex. nueva serie*, 54:1-23.
- Hooper, E. T. 1953. Notes on mammals of Tamaulipas, Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 544:1-12.
- Leigh, E. G., Jr., y J. G. Wright. 1990. Barro Colorado Island and tropical biology. In: Gentry, A. H.(ed.), *Four neotropical rainforest BTS*. Yale University Press, New Haven: 28-47.
- Martínez Burnes, J. A. 1979. *Notas sobre los murciélagos de Gómez Farías, Tamaulipas, México*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, 72 pp.
- Martínez-Gallardo y V. Sánchez-Cordero. 1997. Lista de Mamíferos Terrestres. In: E. González-Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (eds.) *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM, México, D.F.: 625-628
- Medellín, R. A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chilapas, Mexico. *Conservation Biology*, 8:780-799.
- Medellín, R. A. and H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. *Identificación de los Murciélagos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., Publicaciones especiales Núm. 2, México, D.F.
- Mittermeier, R.A. y T.B. Werner. 1990. Wealth of plants and animals unites "megadiversity" countries. *Tropicus*, 4: 4-5.
- Moreno Valdez, A. 1996. First record for the kinkajou, *Potos flavus* (Carnivora: Procyonidae) in Tamaulipas, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 41: 457-458.
- Moreno Valdez, A., P. A. Lavin-Murcio y O. M. Hinojosa-Falcón. 1997. El tepezcuttle, *Agouti paca* (Rodentia: Agoutidae), en Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2: 129-131.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. de Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Navarro, D. 1982. *Mamíferos de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas," Veracruz*. Tesis de licenciatura, UNAM, México, D. F., 128 pp.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. Climatología. In: Puig, H. y R. Bracho (eds.), *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Publicación 21, Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.: 39-54.
- Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. *Guía de los Mamíferos de México. Referencias hasta 1983*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México, D.F.

- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990.** *Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1984/1988.* Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México, D.F.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1994.** *Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1989/1993.* Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México, D.F.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes. 1996.** Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 158:1-62.
- Reid, F. A. 1997.** *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México.* Oxford University Press, New York.
- SEMARNAT. 2001.** *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies.* Diario Oficial de la Federación 438.
- Sosa, V. J. 1987.** Generalidades de la región de Gómez Farías. In: **Pulg, H. y R. Bracho** (eds.), *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Publicación 21, Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.: 15-28.
- Sosa, V. J., M. Aranda, A. Hernández, E. Aragón, J. Servín, C. Alvarez, J. Bello. 1996.** *Inventario de los mamíferos de las Reservas de la Biosfera Mapimí, Michilía, El Cielo y Calakmul.* Informe Técnico Final para la CONABIO Proyecto P027, no publicado. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver.
- Sosa, V. J., A. Hernández, M. Aranda, C. E. Pérez Sánchez. 1999.** *Listado actualizado de los mamíferos de la Reserva de la Biosfera Calakmul con un análisis sobre las implicaciones de su distribución y rareza para la zonificación de la reserva.* Informe Final para Pronatura Península de Yucatán, no publicado. 44 pp + 79 mapas.
- Terborgh, J. W. 1990** An overview of research at Cocha Cashu Biological Station. In: **Gentry, A. H.**(ed.), *Four neotropical rainforests BTS.* Yale University Press, New Haven; 48-59.
- Vargas Contreras, J. A. y A. Hernández Huerta.** En prensa. Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie.*
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (eds.) 1993.** *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference.* Second Edition. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Cuadro 2. Riqueza de mamíferos de varias áreas protegidas en el norte de la región neotropical (México, Centroamérica y norte de Sudamérica). Las cifras entre paréntesis indican el número estimado de especies que potencialmente pueden estar presentes en esa localidad.

Localidad	Latitud	Precipitación promedio (mm/año)	Extensión de altitud (m)	Área (ha)	Número de especies	Referencia
El Cielo	23.2	1,443	2,000	144,500	97 (8)	Sosa 1987 y este trabajo
Chamela	19.5	748	500	1,600	67	Ceballos y Miranda 1986
Los Tuxtlas	18.5	2,683	1,350	3,500	89 (39)	Navarro 1982; Martínez-Gallardo y Sánchez Cordero 1997
Calakmul Montes	18.5	1,150	200	723,185	83 (35)	Sosa et al. 1999
Azules	16.5	2,500	1,650	331,200	112 (24)	Medellin 1994
Barro Colorado (Panamá)	9.15	2,656	165	1,500	95	Glanz 1990, Leigh y Wright 1990, Medellín 1994
Manu (Perú)	12.0	2,028	300	1,532,000	114	Terborgh 1990, Medellín 1994

Apéndice 1. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Cielo presentes (*) en los principales tipos de vegetación y clasificación de riesgo de extinción* según norma NOM-059-ECOL-2001. Se indica si la especie es endémica (E), su hábito alimenticio y sustrato preferido o tipo de locomoción.

Orden Familia Subespecie	Bosque tropical subcaducifolio	Bosque mesófilo de montaña	Bosque de encino-pino	Matorral xerófilo	Riesgo de extinción	Endémicas a México	Hábito alimenticio	Sustrato- Locomoc ⁷
Didelphimorphia								
Marmosidae								
<i>Marmosa mexicana mexicana</i>	*	*					I/O	A
Didelphidae								
<i>Didelphis marsupialis cauae</i>	*	*					F/O	A/T
<i>Didelphis virginiana californica</i>		*					F/O	A/T
<i>Philander opossum pallidus</i>	*						F/O	A/T
Xenarthra								
Dasypodidae								
<i>Dasypus novemcinctus mexicanus</i>		*	*				I/O	T
Insectivora								
Soricidae								
<i>Cryptotis mexicana obscura</i>	*	*			Pr	E	I/O	T
<i>Cryptotis parva berlandieri</i>	*	*					I/O	T
<i>Notiosorex crawfordi crawfordi</i>				*	A		I/O	T
Chiroptera								
Mormoopidae								
<i>Mormoops megalophylla megalophylla</i>	*						I/O	V
<i>Pteronotus davyi fulvus</i>	*	*					I/O	V
<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>	*						I/O	V
<i>Pteronotus personatus psilotis</i>	*						I/O	V
Phyllostomidae								
<i>Macrotus californicus</i>				*			I/O	V
<i>Micronycteris megalotis mexicana</i>	*			*			I/O	V
<i>Desmodus rotundus murinus</i>	*	*	*	*			S	V
<i>Diademus youngi</i>	*				Pr		S	V
<i>Diphylla ecaudata</i>	*	*					S	V
<i>Ancura geoffroyi lasioptera</i>		*					P	V
<i>Choeronycteris mexicana</i>	*	*			A		P	V
<i>Glossophaga soricina handleyi</i>	*	*					P	V
<i>Leptonycteris nivalis</i>	*				A		P	V
<i>Centurio senex senex</i>	*	*					F/H	V
<i>Artibeus intermedius intermedius</i>	*						F/H	V
<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	*						F/H	V
<i>Artibeus lituratus</i>								

Sección: VI. Los Vertebrados

<i>palmarum</i>	*				F/H	V
<i>Dermanura azteca</i>						
<i>azteca</i>	*	*	*		F/H	V
<i>Dermanura tolteca</i>						
<i>otteca</i>	*	*			F/H	V
<i>Enchisthenes hartii</i>	*	*		Pr	F/H	V
<i>Stumira lilium</i>						
<i>parvidens</i>	*	*			F/H	V
<i>Stumira ludovici</i>						
<i>ludovici</i>	*	*			F/H	V
Natalidae						
<i>Natalus stramineus</i>						
<i>saturatus</i>	*				I/O	V
Vespertilionidae						
<i>Antrozous pallidus</i>						
<i>pallidus</i>	*		*		I/O	V
<i>Corynorhinus mexicanus</i>			*	E	I/O	V
<i>Eptesicus fuscus fuscus</i>	*	*	*		I/O	V
<i>Idionycteris phyllotis</i>						
<i>phyllotis?</i>			*		I/O	V
<i>Lasiurus borealis</i>	*	*			I/O	V
<i>Lasiurus cinereus</i>						
<i>cinereus</i>		*			I/O	V
<i>Myotis auriculacea</i>			*			
<i>auriculacea</i>	*		*		I/O	V
<i>Myotis californica</i>						
<i>mexicana</i>	*	*	*		I/O	V
<i>Myotis keaysi</i>						
<i>pilosatibialis</i>		*	*		I/O	V
<i>Myotis nigricans nigricans</i>	*	*			I/O	V
<i>Myotis velifera velifera</i>			*		I/O	V
<i>Nycticeius humeralis</i>						
<i>mexicanus</i>		*			I/O	V
<i>Pipistrellus hesperus</i>						
<i>maximus</i>	*	*	*		I/O	V
<i>Pipistrellus subflavus</i>						
<i>subflavus</i>	*	*	*		I/O	V
<i>Rhogeessa tumida</i>	*	*			I/O	V
Molossidae						
<i>Molossus molossus</i>	*				I/O	V
<i>Molossus ater</i>	*				I/O	V
<i>Tadarida brasiliensis</i>						
<i>mexicana</i>		*			I/O	V
Carnivora						
Canidae						
<i>Canis latrans microdon</i>			*		C	T
<i>Urocyon</i>						
<i>cinereoargenteus scottii</i>	*	*	*		C	T
Felidae						
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>						
<i>cacomitli</i>	*			A	C	T
<i>Leopardus wiedii</i>						
<i>oaxacensis</i>		*		P	C	A/T
<i>Puma concolor</i>						
<i>stanleyana</i>		*	*		C	T
<i>Panthera onca</i>						
<i>veraecrucis</i>	*	*		P	C	A/T
Mustelidae						
<i>Conepatus mesoleucos</i>						
<i>meamsi</i>		*	*		F/O	T
<i>Mephitis macroura</i>						
<i>macroura</i>			*		I/O	T
<i>Spilogale putorius</i>						
<i>interrupta</i>			*		I/O	T
<i>Eira barbara senex</i>	*	*		P	C	A/T

<i>Mustela frenata frenata</i>	*	*	*			C	T
Procyonidae							
<i>Potos flavus prehensilis</i>	*			Pr		F/O	A
<i>Bassariscus astutus flavus</i>	*		*	*		F/O	A/T
<i>Nasua narica molaris</i>	*	*				F/O	A/T
<i>Procyon lotor hernandezii</i>	*					F/O	T
Ursidae							
<i>Ursus americanus eremicus</i>	*	*	*	P		F/O	T
Artiodactyla							
Tayassuidae							
<i>Pecari tajacu angulatus</i>	*					F/H	T
Cervidae							
<i>Mazama americana temama</i>	*	*				H	T
<i>Odocoileus virginianus veraecrucis</i>	*		*	*		H	T
Rodentia							
Sciuridae							
<i>Sciurus alleni</i>	*		*		E	G	A
<i>Sciurus aureogaster aureogaster</i>	*					G	A
<i>Sciurus deppoi negligens</i>	*	*				G	A
<i>Spermophilus variegatus couchii</i>	*		*			G	T
<i>Glaucomys volans goldmani</i>	*			A		G	A
Geomyidae							
<i>Orthogeomys hispidus negatus</i>	*	*				H	T
Heteromyidae							
<i>Dipodomys ordii durranti</i>	*		*			G	T
<i>Liomys irroratus alleni</i>	*		*			G	T
<i>Chaetodipus nelsoni nelsoni</i>	*		*		E*	G	T
Muridae							
<i>Mus musculus</i>	*					G	T
<i>Baiomys taylori taylori</i>	*		*			G	T
<i>Neotoma albigula subsolana</i>	*		*			G	T
<i>Neotoma angustapalata</i>	*	*			E	G	T
<i>Oligoryzomys fulvescens fulvescens</i>	*	*				G	T
<i>Onychomys arenicola surrufus</i>	*		*			I/O	T
<i>Oryzomys chapmani huastecae</i>	*	*				G	T
<i>Oryzomys couesi peragrus</i>	*					G	T
<i>Oryzomys rostratus megadon</i>	*					G	T
<i>Peromyscus leucopus texanus</i>	*		*			G	T
<i>Peromyscus levipes ambiguus</i>	*	*	*			G	T
<i>Peromyscus ochraventer</i>	*	*	*		E	G	A/T
<i>Peromyscus pectoralis collinus</i>	*	*	*	*		G	T

<i>Rattus rattus</i>	*				G	A/T
<i>Reithrodontomys fulvescens tropicalis</i>	*			*	G	T
<i>Reithrodontomys megalotis hooperi</i>	*	*			G	T
<i>Reithrodontomys mexicanus mexicanus</i>	*	*			G	T
<i>Sigmodon hispidus toltecus</i>	*	*		*	H	T
Dasyproctidae						
<i>Dasyprocta punctata</i>	*				F/H	T
Agoutidae						
<i>Agouti paca nelsoni</i>	*				F/H	T
Lagomorpha						
Leporidae						
<i>Sylvilagus brasiliensis truei</i>	*	*			H	T
<i>Sylvilagus floridanus connectens</i>	*	*	*	*	H	T
Número de especies por tipo de vegetación:	64	51	24	29		

* Protección especial (Pr), Amenazada (A), P (en peligro de extinción)

Insectívoro/ omnívoro (I/O), frugívoro/ omnívoro (F/O), sanguívoro (S), polinívoro/ nectarívoro (P), frugívoro/ herbívoro (F/H), carnívoro (C), herbívoro (H), granívoro (G).

Arbóricola (A), arbóricola/terrestre (A/T), terrestre (T), volador (V).

Siguiendo a Medellín *et al.* (1997).

* Solo para la subespecie.

51. Técnica de captura y manejo del margay (*Leopardus wiedii*)

Arturo Caso¹, Sasha Carvajal-Villareal², Patricia Downey³ y Arnulfo Moreno²

¹Proyecto de los felinos silvestres, A. C.
Tampico Tamaulipas 89360. MÉXICO
acaso2@terra.com.mx

² Tecnológico de Ciudad Victoria Blvd. Emilio Portes Gil no. 1301
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO. 87010
zyanya4@hotmail.com

leptoncycteris@yahoo.com.mx

³Universidad de Oklahoma 2020
Industrial Blvd. Norman Oklahoma 73069. USA
leopardus@siriusnet.net

Abstract

The margay (*Leopardus wiedii*) is considered an endangered species by the Mexican and international conservation laws. Literature states that the northernmost distribution of the margay is found at "El Cielo" Biosphere Reserve (RBEC) in Tamaulipas, Mexico. In 2002, we started a project to evaluate the status of the margay population at the RBEC. The main objective of this paper was to evaluate, first, which are the techniques for capture and manage safely this species in the wild. We used Tomahawk-type wire box traps with a live chicken as bait located on a separate compartment. After six periods of capture with eleven nights each, (1,114 trap-nights), we captured 8 different margays with five recaptures. For safely sedation we used tilatamina-zolasepam at a dosage of 5 mg/kg. Details of results from these captures are given.

Introducción

El margay o tigrillo (*Leopardus wiedii*) es un felino que se encuentra considerado en peligro de extinción tanto por leyes mexicanas (SEMARNAT 2001), como internacionales (Nowell y Jackson 1996). Esta especie ha sido muy difícil de estudiar debido a que sus hábitos son nocturnos, y por lo tanto se requiere de métodos indirectos como la radio-telemetría para conocer a detalle sus movimientos en estado silvestre. Sin embargo, para poder llevar a cabo este objetivo, es necesario capturar a esta especie. Existe sólo un estudio anterior al presente, en donde se han realizado intentos para obtener datos sobre el margay. Ese estudio se realizó en Belice (Centroamérica), en donde Konecny (1989) logró la captura de sólo dos individuos después de dos años de trabajo de campo continuo.

Descripción de la especie

El margay habita principalmente áreas de selva alta y bosques tropicales deciduos (Kleiman y Eisenberg 1973). A este felino se le considera un carnívoro arbóreo, ya que se desplaza a través de los árboles con gran facilidad (Leopold 1959). Una característica muy importante y singular de esta especie es que tiene la capacidad de rotar sus patas traseras en un ángulo de 180° (Leopold 1959). Su cola es muy larga en proporción al tamaño de su cuerpo, la cual le sirve para balancearse al moverse en los árboles (Fig. 1). Como se mencionó anteriormente, el margay es un felino de hábitos nocturnos, registrando sus niveles de mayor actividad entre las 01:00 – 05:00 horas, tanto en estado silvestre como en cautiverio (Konecny 1989). Durante el día, pasa el tiempo oculto entre las copas de los árboles, huecos o cavidades de troncos y rocas (Álvarez del Toro 1977, Leopold 1959). Konecny (1989) sólo le pudo colocar a uno de los margays capturados, un radio-transmisor y obtuvo un valor de 10 km² de ámbito hogareño en Belice. El Dr. Peter Crawshaw (datos no publicados) siguió con radio-telemetría un margay macho adulto que mantuvo durante 18 meses un ámbito hogareño de 16 km² en el Parque Nacional Iguacu, en Brasil. Los margays son estrictamente carnívoros y se alimentan de pequeñas presas tales como mamíferos, aves, anfibios y ocasionalmente insectos (De la Rosa y Nocke 2000). En el estudio realizado en Belice por Konecny (1989), se encontró en las excretas colectadas en mayor frecuencia los roedores arbóreos (*Sciurus deppei* con 22.2% y *Ototylomys phyllotis* con 48.1%), en menor frecuencia *Reithrodontomys gracilis* y *Marmosa* spp., ambos con igual porcentaje de dieta (18.5%).



Figura 1. Margay *Leopardus wiedii* (Foto, Arturo Caso).

El margay tiene un rango de distribución que se distribuye desde el norte de México hasta el norte de Argentina (Paradiso 1972). En México, este felino se distribuye a lo largo de ambas costas. En Sinaloa, por el oeste y Tamaulipas, hacia el este. Al sur se encuentra hacia el Istmo de Tehuantepec, y desde ahí cruza a Chiapas y a la Península de Yucatán (Leopold 1959).

El objetivo central del presente estudio fue llegar a obtener las técnicas adecuadas para la captura y el manejo seguro (tranquilización) del margay en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", con la finalidad de establecer estudios a futuro sobre su densidad, distribución e historia natural, que garanticen la protección de esta especie.

Materiales y métodos

Para poder llevar a cabo nuestro objetivo, utilizamos trampas caja de alambre del tipo Tomahawk (107 x 50 x 40 cm), cebadas con un pollo vivo, el cual se encontraba localizado en un compartimiento alterno de (40 x 50 x 40 cm), atado a la parte posterior de la trampa Tomahawk (Fig. 2). Para el manejo de las trampas, se tuvo cuidado de utilizar protección (guantes de cuero o carnaza), con la finalidad de no dejar ningún olor. Las trampas fueron expuestas en lugares que contaran con las siguientes características: a) con una aceptable planicie, b) sin pendiente, y c) donde pudieran quedar aseguradas con firmeza.

A un lado del compartimiento, donde se encontraba el cebo (pollo vivo), se colocaron troncos para evitar que los margays intentaran atacar al cebo por los costados. Este sistema ya había sido utilizado con éxito por Caso (1994) en la captura de ocelotes (*Leopardus pardalis*) y jaguarundis (*Herpailurus yaguarondi*). Las trampas fueron colocadas sobre veredas, a lo largo de los siguientes caminos: Gómez Farias - Alta Cimas y Gómez Farias - El Azteca. Todas las trampas fueron colocadas a altitudes menores de 1,000 m snm.

Las trampas fueron revisadas diariamente por la mañana, antes de las 10:00 horas para evitar cualquier riesgo al animal capturado, sobre todo por estrés térmico. Se realizaron seis periodos de captura: junio (2001), febrero (2002), junio (2002), noviembre (2002), abril (2003), y diciembre (2003). Cada periodo constaba de 11 noches, con un número de trampas que variaba de entre 15 y 23 (media = 18) por periodo, teniendo un total de 1,114 trampas por noche (número de trampas x número de noches totales). En algunas trampas ($n=40$) se utilizó además un atrayente de olor proporcionado por John Weaver el cual se había probado antes con ocelotes en Texas. Los margays capturados fueron tranquilizados por medio del uso de una jeringa de largo alcance o telesisto (Caso 1994).

Se utilizó Tiletamina Zolasepam (Zoletil), para su tranquilización, asegurando que se tratara de



Figura 2. Margay capturado en la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBEC) utilizando una trampa Tomahawk (Foto, Arturo Caso).

la dosis recomendada (5 mg/kg) para ocelotes por Shindle y Tewes (2000). A los margays capturados se les tomaron medidas morfológicas, muestras de sangre, de pelo y se les colocó un collar radio-transmisor. Cuando los efectos de la tranquilización ya no fueron aparentes, fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Resultados

Se capturaron un total de ocho margays (5 machos: 3 hembras) durante las 1,114 trampas noche. Algunos de estos margays fueron re-capturados en $n=5$ ocasiones, aportándonos un éxito de captura total de $n=13$. Es decir, que ocurrió una captura de margay por cada 85.6 trampas / noche.

Las capturas sucedieron tanto en trampas con el atrayente de olor de John Weaver, como sin él, no encontrándose (prueba de Z) ninguna diferencia significativa ($P > 0.01$) con el uso de este atrayente. Actualmente, la Biól. Patricia Downey de la Universidad de Oklahoma (Fig. 3), está llevando a cabo en el área de estudio, un proyecto más a detalle sobre el uso de este atrayente, utilizando estaciones de olor. Con la dosis de Zoletil utilizada (5 mg / kg.) los margays tuvieron un tiempo de inducción con promedio de cuatro minutos, y un tiempo de tranquilización de 45 a 120 minutos.

No se mostraron signos adversos como: baja frecuencia cardiaca o respiratoria. Cuando los efectos de la tranquilización ya no fueron aparentes (tres horas en promedio), los margays fueron liberados en el mismo sitio de captura.

Discusión

Desde nuestra perspectiva, atribuimos el éxito de captura de margays no completamente a las técnicas utilizadas en este estudio, sino a la aparente alta densidad de esta especie (*Leopardus wiedii*) en la RBEC. Esta especulación se está poniendo actualmente a prueba, mediante estudios paralelos dirigidos a conocer el ámbito hogareño del margay en la Reserva (Fig. 4). Konecny (1989) utilizó técnicas similares de captura para esta especie (trampas tipo Tomahawk). Sin embargo, en su artículo no podemos saber de que manera colocó sus trampas, es decir en qué lugares, en que área total, ni si utilizó guantes para el manejo de las trampas. También, Konecny (1989) utilizó como droga tranquilizante del margay la ketamina-hydrochloride combinada con Valium, teniendo largos periodos de recuperación (> de 6 horas), el autor menciona que durante el proceso de tranquilización se deprimió la respiración y la frecuencia cardiaca en los felinos capturados.



Figura 3. La Dra. Dulce Brousset de la UNAM revisa el estado del margay durante la tranquilización mientras que la Biol. Sasha Carvajal (camiseta oscura) indica a los voluntarios del Zoológico de Oklahoma la manera de cómo tomar las medidas morfológicas. A la Izq. Patricia Downey toma notas sobre la captura del margay (Foto, Arturo Caso).



Figura 4. Arturo Caso coloca un radio-collar a uno de los margays capturados en la RBEC. (Foto, Sasha Carvajal).

En el presente estudio, con el uso de Tiletamina-zolazepam, los efectos tranquilizantes fueron similares a los obtenidos por Shindle y Tewes (2000) para el ocelote, donde las frecuencias tanto cardíaca como respiratoria no se vieron afectadas durante el proceso. Se espera, que este estudio sea un precedente para el estudio del margay en México y en otras áreas donde habita la especie de manera natural (Fig. 5).

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo conseguido por diferentes instituciones como los Zoológicos de Oklahoma, de Dallas y el Gladys Porter y así como del Caesar Kleberg Wildlife Research Institute. También agradecemos el apoyo de SEMARNAT por otorgarnos el permiso Federal de colecta (NUM/SGPA/DGVS/03593) y a la Comisión Estatal de Vida Silvestre por la autorización (CEVS/008, CEVS/0163) para poder llevar a cabo este estudio en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Literatura Revisada

Caso, A. A. 1994. *Home range and habitat use of three neotropical carnivores in Northeast Mexico*. M. S. thesis, Texas A & M University-Kingsville, Kingsville, Texas. 87 pp.

De la Rosa, C. L. y C. C. Nocke. 2000. *A Guide to the Carnivores of Central America*. University of Texas Press, 51-59 pp.

Kleiman, D. G. y J. F. Eisenberg. 1973. Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behavior*. 21:637-659.

Konecny, M. J. 1989. Movements patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America. 243-264 in K.H. Redford y J.F. Eisenberg, (eds.) *Advances in neotropical mammalogy*. Sanhill Crane Press, Gainesville.

Leopold, A. S. 1959. *Wildlife of Mexico*. Univ. California Press Bekerly 568 pp.

Martin, P. S. 1958. A biogeography of reptiles and amphibian in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ. Mus. Zool. University. Michigan*, 101:1-102.

Nowell, K., Jackson, P. 1996. *Wild cats. Status survey and conservation plan*. IUCN, 382 pp.

Paradiso, J. L. 1972. *Status report on cats (Felidae) of the world, 1971*. U. S. Dep. Inter. Fish. Wild. Conf., Wichita, Kansas.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. *Diario Oficial de la Nación*, 438: 2-60.

Shindle, D. y Tewes M. 2000. Immobilization of wild ocelots with tilatamine zolazepam in Southern Texas. *Jour. of Wildl. Dis.*, 36: 546-550.



Figura 5. Después de que los efectos de la tranquilización ya no fueron aparentes este margay es liberado nuevamente al estado silvestre. (Foto, Arturo Caso).

52. Mammalia: Chiroptera

Jorge A. Vargas Contreras

Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México,
A. P. 70-275, 04510, MÉXICO, DF.

Abstract

This chapter shows a general analysis of the bats (Mammalia: Chiroptera) from "El Cielo" Biosphere Reserve. In this area there are 25 insectivorous, nine frugivorous, four polinivorous, and three hematophagous bat species. Most of these bat species are roosting in caves and more than 60% are of Neotropical affinity. "El Cielo" Biosphere Reserve possesses more than 80% of bats species of Tamaulipas, and 25% local species are under protected status.

Introducción

La diversidad de condiciones ambientales que presenta la Reserva de la Biosfera "El Cielo", y por encontrarse entre dos zonas biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, le confieren una gran riqueza biológica a diversos grupos, como es el caso de los murciélagos. Este grupo de mamíferos juega un papel importante en los procesos ecológicos de las selvas tropicales, debido a sus variados hábitos alimenticios, su interacción con las plantas, sus niveles poblacionales, sus adaptaciones para la obtención del alimento (Faegri y van der Pijl 1966, Wilson 1973, Kunz 1974, Gardner 1977, Fenton 1982, Heithaus 1982), su participación en los procesos de regeneración como dispersores de semillas (van der Pijl 1957, 1972, Heithaus *et al.* 1975, Jones 1976, Fleming y Heithaus 1981, Bonaccorso y Humphrey 1984, Findley 1993, Fleming 1993, Gorchov *et al.* 1993, Fleming y Sosa 1994) y como control de poblaciones de insectos (Findley 1993, Fleming 1993).

El conocimiento sobre la quiroptero fauna de la región de Gómez Farías es pobre. La mayoría de los trabajos presentan información sobre listados, o registros puntuales, de mamíferos en general o murciélagos de la región (Hall y Kelson 1951, Goodwin 1954, de la Torre 1954, Malaga y Villa 1957, Koopman y Martín 1959, Alvarez 1963, Hall y Dalquest 1963, Musser 1964, Villa 1966, Baker y López 1968, Mollhagen 1971, Reddell y Mitchell 1971, Martínez 1979), estudios sistemáticos (Davis 1959, Findley y Traut 1970, LaVal 1973) y sobre temas ecológicos (Martín 1955, Hernández 1989, Vargas 1998, Vargas-Contreras y Hernández-Huerta en evaluación).

En este capítulo presento un análisis de la quiroptero fauna de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC), considerando los hábitos alimenticios, refugio, hábitat, afinidad geográfica y conocimiento general del grupo. Se elaboró una lista de las especies de murciélagos que habitan en la región de Gómez Farías, basándose en la bibliografía y datos personales.

Los hábitos alimentarios de los murciélagos se obtuvieron de Wilson (1973). En el caso de los filostómidos se consideró también la información de Gardner (1977). La afinidad geográfica está basada en Koopman (1970, 1976) y Watkins *et al.* (1972). La información sobre el lugar donde se refugian proviene de Arita (1993), Schmidly (1991) y datos personales. En el arreglo sistemático de las especies se sigue a Wilson y Reeder (1993) y Ramírez-Pulido *et al.* (1996).

Riqueza de especies

En Tamaulipas se han registrado 55 especies de murciélagos pertenecientes a seis familias (Álvarez 1963, Villa-Ramírez 1967, Hall 1981, Ramírez-Pulido *et al.* 1983, Wilson *et al.* 1985, Jones *et al.* 1988). El 75% (41 especies) de este total se puede encontrar en la RBC, donde se encuentran representadas cinco familias: Mormoopidae (con tres especies), Phyllostomidae (18), Natalidae (una), Vespertilionidae (16) y Molossidae (tres). El 63.4% de las especies de quirópteros encontrados en la RBC son de afinidad neotropical. Los insectívoros y frugívoros son los mejor representados en la RBC con 25 y nueve especies, respectivamente (**Apéndice 1**).

El estudio de los mamíferos del estado de Tamaulipas está documentado en aproximadamente 66 publicaciones y el 33.3% proporciona datos sobre los murciélagos de la RBC e indican que la quiroptero fauna está representada por 41 especies (**Apéndice 1**). Entre 1950 y 1955 se registró el mayor número de especies para la RBC (17), destacando Goodwin (1954) con 13 y de la Torre (1954) con dos. Posteriormente, el incremento de nuevos registros se ha dado paulatinamente hasta el presente (**Fig. 1**).



Idionycteris phyllotis



Corynorhinus

Tomado de Medellín et al. (1997)

Figura 1. Dos especies de murciélagos insectívoros que habitan en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas. *Idionycteris phyllotis* es una especie considerada localmente como rara y *Corynorhinus mexicanus* es vulnerable. La flecha señala características particulares de cada especie.

En este periodo sobresalen Álvarez (1963) con cuatro especies, Baker y López (1968) con cinco, Vargas-Contreras (1998) y Vargas-Contreras y Hernández-Huerta (en evaluación), con tres especies cada uno. Se cree que por la falta de estudios específicos sobre la ecología de la comunidad de los quirópteros, de inventarios faunísticos y por la diversidad de ambientes que ofrece la RBC, sea posible encontrar nuevos registros. Por otra parte, los cambios taxonómicos y nomenclaturales que en

algunas especies o grupos de especies, ocasionan fluctuaciones del número absoluto de taxa presentes. Ejemplos de esto lo constituyen los complejos *Artibeus*, *Lasiurus* y *Myotis*. Davis (1984), separa a *Artibeus lituratus* en *A. intermedius* (Fig. 2) y *A. lituratus palmarum*, encontrándose ambos en el estado de Tamaulipas y en la RBC. En el caso de *Lasiurus ega* y de acuerdo con Baker et al. (1988) y Morales y Bickham (1995) *L. ega panamensis* se distribuye en el noreste y *L. xanthinus* en el



Figura 2. *Artibeus intermedius* (Foto, Abdel García).

noroeste de México. Sin embargo, es posible encontrar ambos taxa en la región. En el caso de *Myotis*, concuerdo con Medellín *et al.* (1997), sobre lo complicado que resulta la identificación de sus especies, que sólo se resolverá con más práctica y manejo de especímenes en el laboratorio y en el campo. Para el área de estudio, se localizan más del 12% de las especies que se agrupan en *Myotis*.

Un estudio detallado sobre la comunidad quiropterofaunística y la elaboración de claves taxonómicas, ayudarían a reducir este problema. El 62% de la quiropterofauna del lugar está representada por especies insectívoras (25), de las cuales 13 son de afinidad neártica, y el 22% son frugívoras (nueve neárticas).

El resto de las especies está constituido por hematófagas (tres especies) y polinívoras (cuatro). En la zona se distribuyen las tres especies de vampiros y las cuatro especies polinívoras registradas para el estado. Sobre los hematófagos he encontrado refugios donde coexisten *Desmodus rotundus* y *Diphylla ecaudata*, por lo menos, con otras siete especies (e.g. La Cueva, El Ojo de Agua). En el caso de *Diademus youngi*, después de la colecta de Villa-Ramírez (1967), no ha habido otra dentro o en los alrededores de la región de Gómez Farías y del estado de Tamaulipas.

En cuanto a los glosófaginos, *Glossophaga soricina* y *Anoura geoffroyi*, se han capturado en cuevas y *Choeronycteris mexicana* cerca de cultivos de durazno en una sola ocasión. En la cueva La Mina Mollhagen (1971) colectó *Leptonycteris nivalis*, y personalmente colecté *A. geoffroyi* en 1992.

De una forma u otra, las especies de murciélagos de la RBC habitan generalmente cuevas (Arita 1993a). Sin embargo, poco se sabe de la disponibilidad de las cuevas en la región que aquí se trata. Koopman y Martin (1959), Mollhagen (1971), Reddell y Mitchell (1971) y Vargas-Contreras (1998), realizaron diferentes investigaciones sobre los mamíferos subfósiles, inventarios y selección del refugio en cuevas, de los cuales Koopman y Martin (1959) señalan el mayor número de cavidades (30) habitadas por murciélagos. Es importante señalar que es necesario actualizar el inventario sobre los refugios de los quirópteros de la zona, información que servirá como herramienta en programas para su futura conservación. El 63.5% de las especies de murciélagos (26) que se hallan en la RBC son de afinidad neotropical.

No obstante, esta cifra puede resultar que el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo de montaña, son los ecosistemas mejor conocidos y mayormente validados.

En dichos ecosistemas se encontraron 31 y 21 especies, respectivamente (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta en evaluación), resaltando las especies de afinidad neotropical con 23 y 17, en forma respectiva. Los menos conocidos son el bosque de encino-pino y matorral xerófilo con ocho y siete especies, respectivamente, donde dominan las especies de afinidad neártica (seis y cuatro). Probablemente los ambientes templados sean los que podrían aportar nueva información (p. ej. nuevos registros) de los mamíferos voladores, sin descartar los ambientes tropicales con difícil acceso. El 17% de las especies de murciélagos que se localizan en la RBC se encuentran bajo algún estado de protección. Como amenazadas y vulnerables están: *Choeronycteris mexicana* (USFWS 1986, SEMARNAP 1995) y *Leptonycteris nivalis* (USFWS 1986, Groombridge 1993, SEMARNAP 1995). Como raras: *Diaemus youngi* y *Enchisthenes hartii* (SEMARNAP 1995). Como endémicas: *Dermanura azteca* (Fig. 3), *D. tolteca* y *Corynorhinus mexicanus* (Ramírez y Müdspacher 1987, Fa y Morales 1993, Arita y Ortega 1998).

Arita y Ortega (1998) mencionan a *D. azteca* y *D. tolteca* como cuasiendémicas de Centroamérica. La primera presenta distribuciones disjuntas en Centroamérica, teniendo a *D. azteca* como subespecie en el noroeste, parte del centro y noreste de México, incluyendo la RBC, llegando hasta Oaxaca (Hall 1981). Otras especies consideradas raras en la Reserva son *Idionycteris phyllotis phyllotis* y *Nycticeius humeralis mexicanus*, ambas capturadas en una sola ocasión por el autor cerca de la laguna de Joya de Salas y en una cabaña del Rancho de "El Cielo", respectivamente. Un dato interesante sobre la sensibilidad de los murciélagos a la presencia humana corresponde al murciélago rabón de Geoffroy (*A. geoffroyi*). El seguimiento del uso de una cueva por esta especie, indica que el refugio fue utilizado temporalmente durante cinco meses, por casi 300 individuos, formando una colonia de maternidad (el número varió de un mes a otro). El estado de Tamaulipas, a nivel nacional, ocupa el séptimo lugar en cuanto al territorio (79,384 km²; Arita 1993b) y sexto lugar en riquezas de especies de quirópteros (54; Ramírez-Pulido *et al.* 1983, Arita 1993b).

En la RBC, con una superficie de 14,453 km², se han registrado 41 especies de murciélagos. Este número corresponde al 31.4% a nivel nacional y 81.5% a nivel estatal. De estas especies, 31 habitan el bosque tropical subcaducifolio, 21 el bosque mesófilo de montaña, ocho el bosque de pino-encino y siete el matorral xerófilo.

Basándose en dicha información, es evidente que a nivel estatal el área de la RBC posee una alta riqueza de mamíferos voladores (Vargas-Contreras y Hernández-Huerta en evaluación). Si bien es cierto que localmente la RBC cuenta con una alta riqueza de murciélagos, aún falta por realizar estudios sobre la diversidad quiropterofaunística. Principalmente, estudios dirigidos sobre aquellas especies que están bajo algún estado de protección (ca. 25% del total de especies), interacciones ecológicas (e.g. polinización, dispersión de semillas y como reguladores de las poblaciones de insectos plaga) y en aquellos sitios poco conocidos. Por otra parte, se deben realizar diversas tareas alternativas de educación ambiental para la conservación de las especies con sus respectivos refugios.

Agradecimientos

Deseo expresar mis agradecimientos a Gerardo Sánchez Ramos, Griselda Escalona Segura, Joaquín Arroyo Cabrales y tres revisores anónimos que aportaron cambios sustanciales al manuscrito. A Robert Timm por facilitar la revisión de los ejemplares de Tamaulipas depositados en la colección de mamíferos del Museo de Historia Natural de la Universidad de Kansas. A Rodrigo Medellín por permitir el uso de las ilustraciones de murciélagos que aparecen en la guía identificación de los murciélagos de México. Todos los amigos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" merecen un reconocimiento especial por la ayuda logística durante el trabajo de campo y por haberme brindado su compañía e información sobre los mamíferos de la zona.

Literatura citada

- Álvarez, T. 1963. The Recent Mammals of Tamaulipas, Mexico. *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 14: 363-473.
- Arita, H. T. 1993a. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *J. Mamm.* 74:693-702.
- Arita, H. T. 1993b. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp:109-128, in: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. *Publ. Esp. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México.* 464pp.
- Arita, H. T. and J. Ortega. 1998. The Middle American bat fauna conservation in the Neotropical-Nearctic border. Pp. 295-308, in: Kunz, T. H. y P. A. Racey (eds.). *Bat biology and conservation.* Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 365 pp.
- Baker, R. J. and G. López. 1968. Notes on some bats of Tamaulipas. *Southw. Nat.* 13:361-362.
- Baker, R. J., J. C. Patton, H. H. Genoways y J. W. Bickham. 1988. Genic studies of *Lasiurus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Occas. Pap. Mus. Texas Tech Univ.* 117: 1-15.

- Bonaccorso, F. J. y S. R. Humphrey. 1984.** Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining tropical forest diversity. Pp. 169-183, in: **Chadwick, A. C. y S. L. Sutton** (eds.). *Tropical rain forest*. Spec. Publ. Leeds Phil. Lit. Soc., U. K.
- Davis, W. H. 1959.** Taxonomy of the eastern pipistrellus. *J. Mamm.* 40:521-531.
- Davis, W. B. 1984.** Review of the large fruit-eating bats of the *Artibeus "lituratus"* complex (Chiroptera: Phyllostomidae) in Middle America. *Occas. Pap. Mus. Texas Tech Univ.* 93: 1-16.
- Fa, J. A. y L. M. Morales. 1993.** Patterns of mammalian diversity in Mexico. Pp. 319-361, in: **Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa** (Eds.). *Biological Diversity of Mexico, origin and distribution*. Oxford University Press.
- Faegri, K. y L. van der Pijl. 1966.** *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, N. Y., 248 pp.
- Fenton, M. B. 1982.** Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats. Pp. 261-285, in: T. H. Kunz (ed.). *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, 425 pp.
- Findley, J. S. 1993.** *Bats: a community perspective*. University Press, Cambridge. 167 pp.
- Findley, J. S. y G. L. Traut. 1970.** Geographic variation in *Pipistrellus hesperus*. *J. Mamm.* 51:741-765.
- Fleming, T. H. 1993.** Plant-visiting bats. *Am. Sci.* 81:460-467.
- Fleming, T. H. and E. R. Heithaus. 1981.** Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of the tropical forest. *Biotropica* 13 (suppl.):45-53.
- Fleming, T. H. y V. J. Sosa. 1994.** Effects of nectarivorous mammals on reproductive success of plants. *J. Mamm.* 75:845-851.
- Gardner, A. L. 1977.** Food habits. Pp. 293-350, in: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (eds.). *Biology of bats of the New World Family Phyllostomidae. Part II*. *Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ.* 13:1-364.
- Gorchov, D. L., F. Cornejo, C. Ascorra y M. Jaramillo. 1993.** The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. Pp. 339-349, in: **Fleming, T. H. y A. Estrada** (eds.). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary*. Aspects. Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- Goodwin, G. G. 1954.** Mammals from Mexico collected by Miriam Martin for the American Museum of Natural History. *Amer. Nat. Mus. Novitates* 1689:1-16.
- Groombridge, B. (ed.). 1993.** *1994 IUCN red list of threatened animals*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 1vi + 286 pp.
- Hall, E. R. y R. Kelson. 1959.** *The Mammals of North America*. The Royal Press Co., New York. 2nd. 1162 pp. 2vol.
- Hall, E. R. y W. W. Dalquest. 1963.** The mammals of Veracruz. *Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist.* 14:165-362.
- Hall, E. R. 1981.** *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. 2nd. ed. U. S. A. 1811pp. 2vol.
- Heithaus, E. R. 1982.** Coevolution between bats and plants. Pp. 327-367, in: T. H. Kunz (ed.). *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, 425 pp.
- Heithaus, E. R., T. H. Fleming y P. A. Opler. 1975.** Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56:841-854.
- Hernández H., A. 1989.** Importancia de la reserva "El Cielo" para los mamíferos de Tamaulipas. *Biotam* 1:13-20.
- Jones, C. 1976.** Economic and conservation. Pp. 133-145, in: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Part I*. *Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ.* No. 10.
- Jones, J. K., J. Arroyo-Cabrales y R. D. Owen. 1988.** Revised checklist of bats (Chiroptera) of Mexico and Central America. *Occas. Pap. Mus. Texas Tech Univ.* 120: 1-34.
- Koopman, K. F. 1970.** Zoogeography of bats. Pp. 29-50, in: B. H. Slaughter y D. W. Walton (eds.). *About bats*. Southern Methodist University Press, vii+339 pp.
- Koopman, K. F. 1976.** Zoogeography. Pp. 39-47, in: Baker, R. J., J. K. Jones, Jr. y C. D. Carter (eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Part.III* *Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ.* 10:1-218.
- Koopman, K. F. y P. S. Martin. 1959.** Subfossil mammals from the Gómez Farias region and the tropical gradient of Eastern Mexico. *J. Mamm.* 40:1-12.
- Kunz, T. H. 1974.** Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*). *Ecology* 55:693-711.
- LaVal, R. K. 1973.** A revision of the neotropical bats of the genus *Myotis*. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. Sci. Bull.* 15:1-54.
- Malaga, A. y B. Villa-Ramírez. 1957.** Algunas notas acerca de la distribución de los murciélagos de América del Norte relacionado con el problema de la rabia. *An. Inst. Biol., Univ. Nat. Autón. Méx.*, México. 27:529-568.
- Martin, P. S. 1955.** Zonal distribution of vertebrates in a Mexican cloud forest. *Amer. Nat.* 89:347-361.
- Martínez B., J. A. 1979.** Notas sobre los murciélagos de Gómez Farias, Tamaulipas, México. Tesis profesional Univ. Autón. Nvo. León, México.
- Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997.** *Identificación de los murciélagos de México, clave de campo*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Pub. Esp. No. 2.
- Mollhagen, T. 1971.** Checklist of bats in the region of the Sierra de Guatemala and Sierra del Abra, northeastern Mexico. *Assoc. Mexican Cave Stud., Bull.* 4:19-22.
- Morales, J. C. y J. W. Bickham. 1995.** Molecular systematics of the genus *Lasiurus* (Chiroptera: Vespertilionidae) based on restriction-site maps of the mitochondrial ribosomal genes. *J. Mamm.* 76:730-749.
- Musser, G. G. 1964.** Notes on geographic distribution, habitat, and taxonomy of some Mexican mammals. *Occas. Papers Mus. Zool., Univ. Michigan* 636:1-22.
- Ramírez-Pulido, J., R. López W., C. Müdespacher Z. y I. E. Lira. 1983.** *Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México*. Dpto. Biol. UAM Iztapalapa. México. 363 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Müdespacher. 1987.** Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia* 38:49-67.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro C., J. Arroyo C. y F. Cervantes R. 1996.** Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occas. Paper Mus. Texas Tech Univ.* 158:1-62.

- Reddell, J. R. y R. W. Mitchell. 1971.** A checklist of the cave faune of Mexico. II. Sierra de Guatemala, Tamaulipas. *Assoc. Mexican Cave Studies, Bull.* 4:181-215, figs. 1-27.
- SEMARNAP. 1995.** NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestre terrestres acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. *Gaceta Ecológica. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.* VII (33):1-72.
- Schmidly, D. J. 1991.** *The bats of Texas.* Texas A and M Univ. Press. College Station. 188 pp.
- Torre, L. de la. 1954.** Bats from southern Tamaulipas, Mexico. *J. Mamm.* 35:113-116.
- USFWS. 1986.** Endangered and treated wildlife and plants. Dept. of Interior, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 30 pp.
- van der Pijl, L. 1957.** The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Act. Bot. Neerlandica* 6:291-315.
- van der Pijl, L. 1972.** *Principles of dispersal in higher plants.* Springer-Verlag. New York.
- Vargas Contreras, J. A. 1998.** *Factores microclimáticos y selección del refugio diurno por murciélagos cavernícolas en Gómez Farías, México.* Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Animal) de la Facultad de Ciencias. UNAM. 110 pp.
- Vargas Contreras, J. A. y A. Hernández Huerta (en evaluación).** Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. Sometido a *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.).
- Villa-Ramírez, B. 1967.** *Los Murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad. Su Clasificación Sistemática.* Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México. 491pp.
- Watkins, L. C., J. K. Jones, Jr. y H. H. Genoways. 1972.** Bats of Jalisco, México. *Spec. Pub. Mus. Texas Tech. Univ.* Lubbock, Texas. 1:1-44.
- Wilson, D. E. 1973.** Bat faunas: a trophic comparison. *Syst. Zool.* 22:14-29.
- Wilson, D. E., R. A. Medellín, D. V. Lanning y H. T. Arita. 1985.** Los murciélagos del noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie,* 8:1-26.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (ed.). 1993.** *Mammals species of the World. A taxonomic and geographic reference.* 2nd Smithsonian Institution Press. 1206 pp.

Apéndice 1. Lista de especies de murciélagos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas su registro por tipo de vegetación, hábitos alimentarios y afinidad biogeográfica. Simbología: F (frugívora), H (hematófaga), I (insectívora), P (polinívora), Na (neártica), No (neotropical), BTS (bosque tropical subcaducifolio), BMM (bosque mesófilo de montaña), BEP (bosque de encino-pino) y MX (matorral xerófilo).

ESPECIES	VEGETACIÓN	HÁBITOS	AFINIDAD
Mormoopidae			
<i>Mormoops megalophylla megalophylla</i>	BTS	I	No
<i>Pteronotus davyi fulvus</i>	BTS, BMM	I	No
<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>	BTS	I	No
Phyllostomidae			
<i>Macrotus californicus</i>	MX	I	No
<i>Micronycteris megalotis mexicana</i>	BTS, MX	I	No
<i>Desmodus rotundus murinus</i>	BTS, BMM, BEP, MX	H	No
<i>Diaemus youngi</i>	BTS	H	No
<i>Diphylla ecaudata</i>	BTS, BMM	H	No
<i>Anoura geoffroyi lasiopyga</i>	BMM	P	No
<i>Choeronycteris mexicana</i>	BTS, BMM	P	No
<i>Glossophaga soricina handleyi</i>	BTS, BMM	P	No
<i>Leptonycteris nivalis</i>	BTS	P	No
<i>Centurio senex senex</i>	BTS, BMM	F	No
<i>Artibeus intermedius intermedius</i>	BTS	F	No
<i>Artibeus jamaicensis yucatanicus</i>	BTS	F	No
<i>Artibeus lituratus palmarum</i>	BTS	F	No
<i>Dermanura aztecas azteca</i>	BTS, BMM, MX	F	No
<i>Dermanura tolteca tolteca</i>	BTS, BMM	F	No
<i>Enchisthenes hartii</i>	BTS, BMM	F	No
<i>Stumira liliium parvidens</i>	BST, BMM	F	No
<i>Stumira ludovici ludovici</i>	BTS, BMM	F	No
Natalidae			
<i>Natalus stramineus saturatus</i>	BTS	I	No
Vespertilionidae			
<i>Antrozous pallidus pallidus</i>	BTS, MX	I	Na
<i>Corynorhinus mexicanus</i>	BEP	I	Na
<i>Eptesicus fuscus fuscus</i>	BTS, BMM	I	Na
<i>Idionycteris phyllotis phyllotis</i>	MX	I	Na
<i>Lasiurus borealis</i>	BTS, BMM	I	No
<i>Lasiurus cinereus</i>	BMM	I	Na
<i>Lasiurus ega panamensis</i>	BMM	I	Na
<i>Myotis auriculus auriculus</i>	BTS, BEP	I	Na
<i>Myotis californicus mexicana</i>	BTS, BMM, BEP	I	Na
<i>Myotis keaysi pilosatibialis</i>	BMM, BEP	I	Na
<i>Myotis nigricans nigricans</i>	BTS, BMM	I	No
<i>Myotis velifer velifer</i>	BEP	I	Na
<i>Nycticeius humeralis mexicanus</i>	BMM	I	Na
<i>Pipistrellus hesperus mexicanus</i>	BTS, BEP, MX	I	Na
<i>Pipistrellus subflavus subflavus</i>	BTS, BEP	I	Na
<i>Rhogeessa tumida</i>	BTS, BMM	I	No
Molossidae			
<i>Molossus molossus</i>	BTS	I	No
<i>Molossus ater</i>	BTS	I	No
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	BMM	I	No

53. *Peromyscus ochraverter* Baker

Arturo Hernández Huerta

Instituto de Ecología, A.C.
Km. 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351
CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO.

Abstract

Peromyscus ochraverter is an endemic rodent to Mexico, distributed in Tamaulipas and San Luis Potosí. In the El Cielo Biosphere Reserve, this species can be told apart from other rodent species by its larger size and ochraceous belly. It is found typically in the interior of tropical deciduous and cloud forests and in humid pine-oak associations, where its dens are abundant on rocky sites. This mouse feeds on seeds, plant parts, small insects, fleshy fruits and acorns. Breeding season extends from late August to March, with litters of two to three newborns. Population density varies from 2.6 to 21.8 individuals/ha.

Historia natural

Peromyscus ochraverter (ratón vientre café), es un ratón silvestre de tamaño mediano que habita en ambientes tropicales ubicados en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, del noreste de México. Esta especie fue descubierta y descrita a principios de los años 50's por Baker (1951), al examinar varios ejemplares de mamíferos obtenidos por William J. Schaldach en 1950 de una localidad muy próxima a los límites actuales de lo que hoy día constituye la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC), a 70 km hacia el sur de Cd. Victoria y a 6 km al oeste de la carretera Panamericana a la altura de El Carrizo. Poco después, *P. ochraverter* fue registrada en otras localidades que hoy forman parte de la RBC: Rancho del Cielo (Hooper 1953, Goodwin 1954), Gómez Farías (Goodwin 1954), Cueva El Infiernillo (Koopman y Martin 1959) y Joya de Salas (Goodwin 1954); posteriormente, fue colectada en localidades del estado de San Luis Potosí (Baker y Phillips 1965, Huckaby 1980).

Peromyscus ochraverter es una especie endémica de México y sobre su distribución geográfica, Carleton (1989) ha indicado que se restringe al sureste de Tamaulipas y al noreste de San Luis Potosí, pero existen registros de su presencia en localidades del sur de este último (Aguilar et al. 1998). Cabe destacar que esta especie junto con la rata *Neotoma angustapalata* constituyen los dos únicos roedores endémicos

mexicanos que habitan en la RBC (Hooper 1953) y en el estado de Tamaulipas es donde mejor se conoce su distribución, y en especial de la región de Gómez Farías, localidad donde se ha obtenido el mayor número de ejemplares e información. La mayor parte de la información sobre historia natural que aquí se menciona proviene de observaciones y estudios realizados en el bosque mesófilo de montaña (A. Hernández Huerta, datos no publicados).

La posición taxonómica y filogenética de *P. ochraverter* resulta incierta. Esto no es sorprendente considerando que *Peromyscus* es un género de taxonomía compleja que incluye 53 especies y ha sido sometido a diversos estudios y revisiones (Osgood 1909, Hooper 1968, Carleton 1980 y 1989).

Primeramente, *P. ochraverter* fue incluida en el grupo *mexicanus* (Hooper y Musser 1964, Huckaby 1980), posteriormente se le ubicó en forma provisional en el grupo *furvus* (Carleton 1989), al considerar que sus características craneales y dentarias, anatomía gástrica y número de glándulas mamarias lo asemejan cercanamente a las de *P. furvus* (Carleton 1973 y 1989, Huckaby 1980). Mediante estudios recientes de variación de aloenzimas, se evaluaron las relaciones filogenéticas de las especies del grupo *mexicanus*, y se encontró que *P. ochraverter* no está cercanamente emparentada con las otras especies, por lo que se ha sugerido sea retirada de este grupo (Rogers y Engstrom 1992). En lo que respecta a su asociación con el grupo *furvus*, ésta sigue sin ser probada.

En los ratones adultos el pelaje es de color café. La parte del dorso es ocre leonado, con tonos más claros hacia los costados (Fig. 1). El cuello, las mejillas y los hombros son ocre naranja, y el vientre es canela ante. La coloración café del vientre es una característica distintiva de esta especie. Tiene las orejas oscuras y un anillo ocular negruzco. La cola tiene apariencia escamosa, es ligeramente bicolorada, oscura en la parte dorsal y clara en la ventral (Baker 1951). Presenta las siguientes medidas promedio:



Figura 1. *Peromyscus ochraventer* presenta la región dorsal color ocre leonado, con tonos más claros hacia los costados. La coloración café del vientre es una característica distintiva de esta especie.

largo del cuerpo 110 mm, cola 115 mm, pata 23 mm y oreja 18 mm; el peso promedio es de 31 g, aunque puede llegar a los 40 g.

Peromyscus ochraventer se distingue externamente de las otras especies que habitan en la RBC, *P. pectoralis*, *P. leucopus* y *P. levipes* (antes subespecie de *P. boylii*), por ser de mayor tamaño y tener el vientre de color ocre. Los individuos jóvenes son de color gris y excepto por ser de mayor tamaño, resulta difícil distinguirlos de los juveniles de las otras especies.

En la RBC, *P. ochraventer* se distribuye desde las partes bajas de las montañas, donde se desarrolla el bosque tropical subcaducifolio, como el que existe en los alrededores de los poblados de Gómez Farías y La Libertad; en el bosque mesófilo de montaña, en localidades como: Rancho del Cielo, San José y Julilo; y en los bosques húmedos de pino-encino como los que existen en La Gloria, Agua del Indio y La Perra. Este ratón quizá también está presente en las cañadas húmedas del bosque de encino-pino que conforma el paisaje de Joya de Salas. Estos ratones son animales típicos del interior del bosque y a diferencia de las otras especies de *Peromyscus* que habitan en la RBC, *P. ochraventer* no se introduce en las habitaciones humanas y es

muy poco probable encontrarlo dentro de las áreas de cultivo.

En el interior del bosque es más abundante en lugares con buena cobertura arbórea donde el terreno es muy rocoso. *Peromyscus ochraventer* es generalista en su dieta: se alimenta principalmente de semillas y partes vegetales, en menor proporción de pequeños insectos. También se alimenta de frutos carnosos como los de *Hoffmania strygillosa* (Rubiaceae).

El análisis de los contenidos estomacales indica que desde mediados de otoño y durante el invierno su alimento básico son las bellotas (*Quercus* spp.), aprovechando la gran abundancia de ese recurso en dicha época del año.

Peromyscus ochraventer vive principalmente en el suelo, aunque también es un hábil trepador (Fig. 2). En el bosque mesófilo de montaña supera en agilidad a *P. levipes*, en especial al escalar sobre troncos y bejucos. Cuando se ve obligado a huir, es más propenso a trepar que *P. levipes*, el cual prefiere desplazarse por tierra. Las madrigueras de *P. ochraventer* se encuentran en lugares rocosos y cerca de troncos caídos. En pocas ocasiones utilizan los árboles como refugio, cuando



Figura 2. *Peromyscus ochraverter* vive principalmente en el suelo, aunque también es un hábil trepador, principalmente para escapar de sus depredadores.

esto sucede, se trata de árboles que presentan oquedades a nivel del suelo.

Cuando fueron capturados los primeros individuos que sirvieron para determinar la existencia de esta especie, William J. Schaldach advirtió que varios de esos ratones fueron capturados cerca de sitios donde había montículos de tierra excavada (Baker 1951), aunque en la región de Gómez Farías no se ha observado evidencia de tal habilidad cavadora. En el bosque mesófilo de montaña la estación reproductiva de *P. ochraverter* va de finales de agosto a marzo, aunque pueden ocurrir nacimientos en cualquier mes del año. Cabe notar que su periodo reproductivo coincide con la etapa de producción de bellotas en el bosque mesófilo de montaña. Las camadas están formadas por dos o tres crías, que nacen desnudas y con los ojos cerrados. Las poblaciones de *P. ochraverter* presentan cambios estacionales en su abundancia, fluctuando de 2.6 a 21.8 individuos por hectárea. Las poblaciones presentan su mayor abundancia durante el invierno, empiezan a declinar en primavera y se mantienen así durante la mayor parte de la estación húmeda.

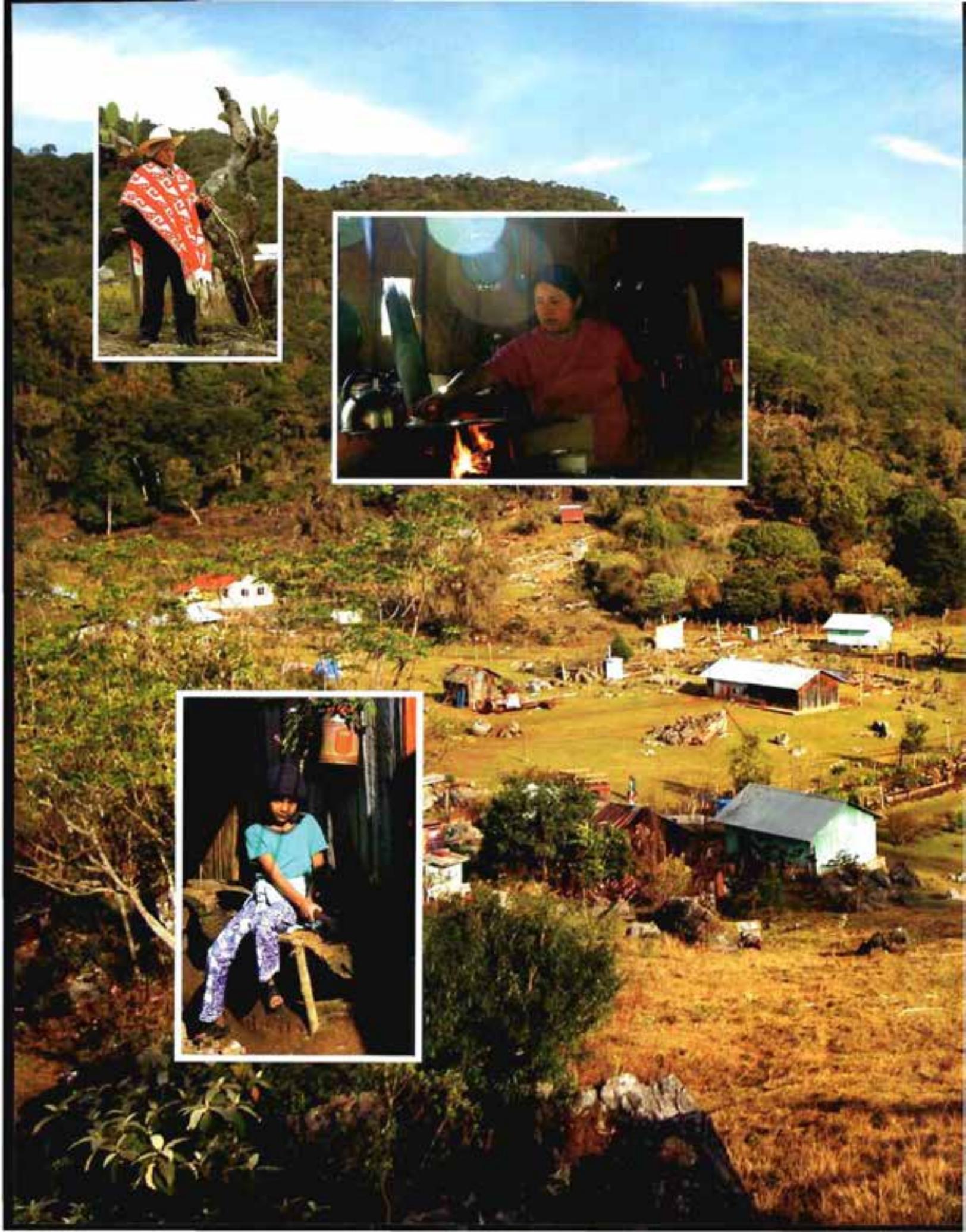
En el mes de noviembre se presentan las densidades más bajas de las poblaciones de esta especie (A. Hernández Huerta, datos no publicados). A pesar de su mayor tamaño, los individuos de *P. ochraverter* son fáciles de manipular y más dóciles que los de *P. levipes*. En las pocas interacciones observadas entre individuos de *P. ochraverter* no se detectaron actividades agresivas. Cuando varios ratones son colocados en una misma jaula, se observa la tendencia a ocupar distintos lugares y no se nota que traten de expulsarse entre sí; aun más, en casos en que la temperatura es muy baja suelen agruparse. *Peromyscus ochraverter* parece ser muy sensible a las bajas temperaturas, ya que puede morir dentro de las trampas Sherman (trampas galvanizadas usadas para capturar animales vivos) si la temperatura desciende por debajo de los 10°C, a pesar de que las trampas contengan material para atenuar los cambios bruscos de temperatura.

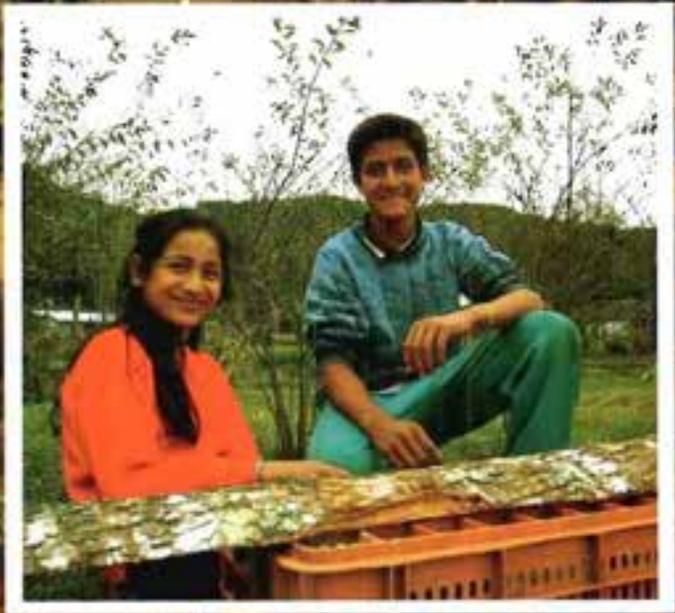
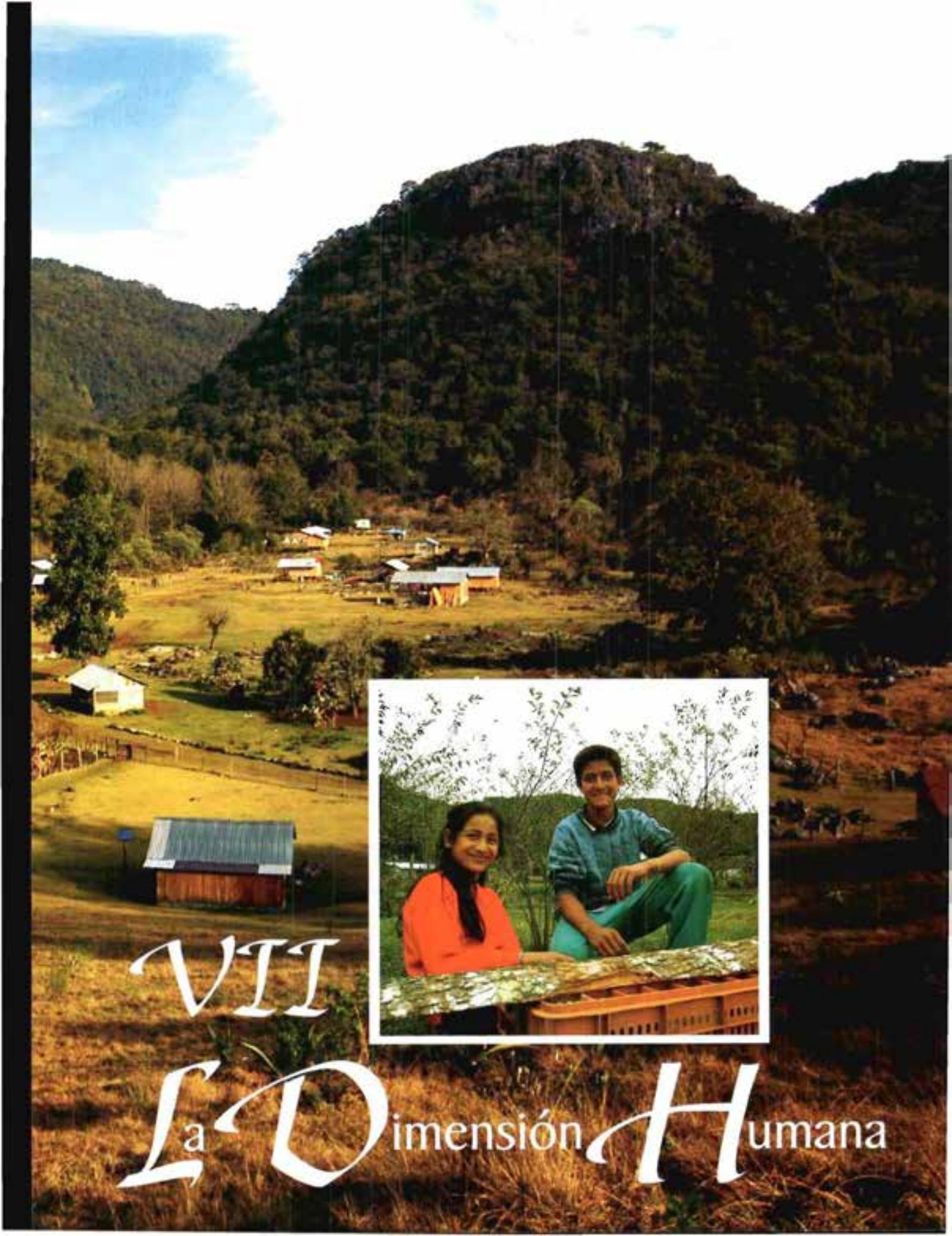
En el bosque mesófilo de montaña, los principales depredadores de *P. ochraverter* son: víboras de cascabel (*Crotalus molossus* y *C. lepidus*), comadrejas (*Mustela frenata*), zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), peludas o tigrillos (*Leopardus weidii*), búhos tropicales

(*Ciccaba virgata*) y probablemente también el gran búho coronado (*Bubo virginianus*). En la RBC, *P. ochraventer* es localmente abundante en áreas poco alteradas, que cuentan con buena cobertura arbórea, y parece evitar las áreas transformadas, cultivadas o deforestadas. Esta preferencia por hábitats bien conservados la hace una especie frágil y vulnerable a las transformaciones del paisaje, pero también le confiere atributos para ser usada como especie indicadora de calidad ambiental y pérdida de hábitat.

Literatura citada

- Aguilar, M. A., B. Vargas, G. López, y A. Hernández. 1998.** *Estudio de la distribución geográfica de Peromyscus ochraventer y análisis de su variabilidad cromosómica.* Informe Técnico sometido a CONABIO. Proyecto L 306. 30 pp.
- Baker, R. H. 1951.** Mammals from Tamaulipas, Mexico. University of Kansas. *Publications Museum of Natural History*, 5:207-218.
- Baker, R. H. and C. J. Phillips. 1965.** *Peromyscus ochraventer* in San Luis Potosí. *Journal of Mammalogy*, 46:337-338.
- Carleton, M. D. 1973.** A survey of gross stomach morphology in New World Cricetinae (Rodentia, Muroidea) with comments on functional interpretations. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 146:1-43.
- Carleton, M. D. 1980.** Phylogenetic relationships in neotomine-peromyscine rodents (Muroidea) and a reappraisal of the dichotomy within New World Cricetinae. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 157:1-146.
- Carleton, M. D. 1989.** Systematics and evolution. Pp. 7-141, in *Advances in the study of Peromyscus (Rodentia)* G. L. Kirkland Jr., y J. N. Layne eds. Texas Tech University Press., Lubbock, Texas, 366 pp.
- Goodwin, G. G. 1954.** Mammals from Mexico collected by Marian Martin for the American Museum of Natural History. *American Museum Novitates*, 1689:1-16.
- Hooper, E. T. 1953.** Notes on mammals of Tamaulipas, Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 544:1-12.
- Hooper, E. T. 1968.** Classification. Pp. 27-74, in *Biology of Peromyscus (Rodentia)* T. A. King, ed. *Spec. Publ., Amer. Soc. Mamm.*, 2:1-593.
- Hooper, E. T. and G. G. Musser. 1964.** Notes on classification of the rodent genus *Peromyscus*. *Occasional Papers of the Museum of Zoology the University of Michigan*, 635:1-13.
- Huckaby, D. G. 1980.** Species limits in the *Peromyscus mexicanus* group (Mammalia: Rodentia: Muroidea). *Contributions from the Sciences Natural History Museum Los Angeles County*, 326:1-24.
- Koopman, K. F. and P. S. Martin. 1959.** Subfossil mammals from the Gómez Farias Region and the tropical gradient of eastern Mexico. *Journal of Mammalogy*, 40: 1-12.
- Osgood, W. H. 1909.** Revision of the the mice of the American genus *Peromyscus*. *North American Fauna*, 28:1-285.
- Rogers, D. S., and M. D. Engstrom. 1992.** Evolutionary implications of allozymic variation in tropical *Peromyscus* of the *mexicanus* species group. *Journal of Mammalogy*, 73:55-69.





VII
La *D*imensión *H*umana

54. Ethnobotany

David S. Seigler¹ y Frank Andrew Jones²

¹Plant Biology, Horticulture University of Oklahoma
505 S. Goodwin Ave. 633 Morrill Hall. USA

²Department of Botany Miami University
Oxford, Ohio 45056. USA

Resumen

Se presenta una descripción detallada en el conocimiento tradicional de más de 50 familias taxonómicas de plantas presentes en la Reserva de la Biosfera El Cielo. Destacan por su uso las plantas medicinales, las comestibles y aquellas utilizadas en el proceso de construcción de viviendas, artefactos para el trabajo de campo, así como para el manejo de plantas venenosas. Se brinda información sobre sus principales componentes fitoquímicos, nombres comunes y científicos. La RBC constituye un reservorio natural de una cantidad (aún no cuantificada) de oportunidades en la cura de diversos males y enfermedades humanas. El asegurar su conservación futura, ayudará a incrementar este conocimiento, a través de grupos de científicos diversificados, que han mostrado su interés en el estudio de esta importante zona.

Introduction

Rural people depend on plants for many of their basic needs, including food, clothing and medicine (Alcorn 1983). At a fundamental level, ethnobotanical studies record the plants used and the uses made of them, but this information can also be valuable for understanding how local peoples view the world and their relation to it (Balick and Cox 1996). Most ethnobotanical studies have focused on recording the knowledge of indigenous peoples, but there are fewer studies of the uses of plants by more recent inhabitants of rural areas or by people of mixed ancestry. Ethnobotanical information is usually obtained through ethnographic methods, primarily by observing and interviewing people in their day-to-day life. Depending upon the culture, the plants used are wild harvested from surrounding areas, are part of managed plots, cultivated in fields and in areas around homes, exchanged with neighbors, or purchased in markets. Plants are used for food, fodder for domestic animals, beverages, herbs and spices, sugar, starch, fibers, dyestuffs, adhesives, tannins, rubber, soap or detergents, perfumes, waxes, lubricants, containers, fuel, construction materials, ornamentals, and for medicinal and ritualistic purposes in many cultures.

Some uses, such as arrow and fish poisons only persist in isolated cultures. In many cultures, knowledge about plant uses is passed on from older individuals in the community to their successors.

There are sometimes "specialists" who possess more knowledge about specific plant uses than most other members of the community. These persons often take on "apprentices" who succeed them. This appears to be most commonly the case for plants used for medicinal and ritualistic purposes. Medical plants probably represent the largest number of plant species used in many cultures, including our own. Because of the potential value of plants for dealing with human disease, and the potential economic value of medicinal plants, there has been a recent resurgence of interest in plants with medicinal activity. At the beginning of the twenty-first century, however, rapid cultural change in many cultures has led to changes in traditional plant uses and in the way knowledge is passed on. There is a need to document contemporary plant use to insure that this knowledge will be preserved for future generations.

Previous ethnobotanical studies in Mexico

The mosaic of peoples in Mexico provides an interesting and valuable opportunity for ethnobotanical research. A rich cultural diversity coupled with the great biological diversity of the country, has resulted in utilization a wealth of ethnobotanical knowledge involving plants with a varied taxonomic and phytochemical background.

The major studies that deal with indigenous peoples of Mexico and their plant uses include: Alcorn 1984, Ankli *et al.* 1999, Argueta *et al.* 1982, Barrera *et al.* 1976, 1977; Berlin and Berlin 1996, Berlin *et al.* 1978, Bye and Linares 1983, Caballero and Mapes 1985, Casas *et al.* 1994, Felger and Moser 1985, Frei *et al.* 1998, 2000; Griffen 1959, Kelly and Palerm 1952, Martínez 1987, Messer 1978, Pennington 1963, 1969, 1979-1980, Roys 1931.

In some Mexican cultures, a large proportion of medicinal plants are harvested from apparent "wild" plants (Frei *et al.* 2000). When the people and the plant populations have been examined carefully, it is not uncommon for seemingly "natural" populations to have been planted and purposefully managed in some way. In her definitive ethnobotanical study of the Huastec Maya, Janis Alcorn (1984) noted that of the medicinal plants her informants identified, fifty-one percent were actively managed (Alcorn 1984). By means of the above methods, a continuum of natural to anthropogenic vegetation zones are created in the vicinity of where the people live.

Plants desired for food, fodder, medicine, or other uses, are also purposefully planted and grown in home gardens. A floristic survey of home gardens, also referred to as house gardens, "huertas familiares", or "solares" in three floristically distinct regions of Tamaulipas, revealed that most ethnomedicinally important species are cultivated in the home gardens and gathered from within the community or its immediate surroundings (Frei *et al.* 2000, Hernández and González 1990). In contrast to many ideas concerning biodiversity conservation, most useful plants are those associated with human settlements and disturbance (Frei *et al.* 2000, Hernández and González 1990), not necessarily those found within undisturbed areas of vegetation.

In other situations, plants and plant products are purchased and exchanged among neighbors or from nearby markets. Less frequently, materials of this type are obtained from markets in large cities, however, for those indigenous and mestizo peoples who live in cities, markets are an important source of plant materials and communication about plant uses (Bye and Linares 1983). Most plants in city markets come from large warehouses in Mexico City. Only a few are locally collected and, at present, the most important medicinal plants are widely distributed all over the country.

Experimentation with unknown plants seems to be an important element in selection of new plants for use. This seems to occur most frequently with the common plants. Once having been found suitable, the species is then included into the local ethnobotanical inventory and knowledge of its use disseminated (Benz *et al.* 1994). Pharmacopoeias change over time. Despite the presumed net loss of traditional phytomedicinal knowledge, the assemblage of plants used is relatively large and continues to change. Innovation continues to be a common trait among indigenous people (Bennett and Prance 2000, Diamond 1997).

Plants used for medicinal purposes in the broad sense are numerous among many indigenous cultures and often represent the major number of plant species employed by various peoples. In her exceptional study of Huastec Mayan culture in east-central Mexico, Janis Alcorn (1984) examined a broad spectrum of plant uses, but a large percentage of these were related to the medicinal value of the plants. More than 550 medicinal plants were used in her study area. She noted the frequency of use of the medicinal plants, as well as how often each was used for various ailments.

Ethnobotanical studies of mestizo people

Few ethnobotanical studies have focused on plant use by people of mixed ancestry, "mestizos", who predominate in many portions of Mexico. Often mestizo people have rejected the language and many traditional aspects of plant uses of their ancestors, but they often retain some plant uses (Benz *et al.* 2000, Casas *et al.* 1987). Research conducted in the Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán of Jalisco and Colima (Benz *et al.* 1994) examined the knowledge and use of native species in nine rural communities over three years. More than half the 650 species of plants discussed were employed for one or more purposes (Benz *et al.* 1994). The most frequently used species are those that are either naturalized widely, or respond positively to human disturbance. Knowledge from more than 100 informants indicated that a considerable amount of knowledge was not shared among informants. The authors concluded that this idiosyncratic variability came either from active experimentation or from erosion of traditional knowledge through acculturation (Benz *et al.* 1994).

A floristic survey was made in home gardens (solares) of mestizo people in three regions of Tamaulipas, from the mountainous region, tropical lowlands, and the arid zone of the Mexican plateau (Hernández and González 1990). The floristic composition, distribution, uses, and importance of the plants within the solares were described. The greatest diversity was found in the Sierras, where the climatic heterogeneity was highest, and almost 70% of the species were introduced. Perennial plants are usually preferred over annual plants. In general, the more isolated ejidos had a greater emphasis on food and medicinal plants than on those for other uses. Further, the presence, distribution, and uses were determined by ecological, cultural, and socioeconomic factors. Often, the cultural identity of the family is manifested through the solares.

Usually, families of higher social hierarchy had a larger percentage of ornamental plants in their solares (Hernández and González 1990). The materials produced are largely for consumption by the family, but they also are a minor source of income (Hernández and González 1990). By far the most important uses for plants were as ornamentals (about 50%), foods (about 30%), and medicinals (about 20%). The uses of plants for living fences, stimulants, cosmetics, construction of tools, forage, biocides, lumber and for fibers were rather low (about 10%) (Hernández and González 1990). In the summer of 1994, we undertook a general survey of ethnobotanical knowledge in the Gómez Fariás region of the El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. The main goal of the research was to document local knowledge of plant resources and common patterns of plant use within the town.

El Cielo Biosphere Reserve

El Cielo Biosphere Reserve is situated between the Sierra Chiquita, Sierra de Cucharas and the main part of the Sierra Madre Oriental in the southwestern portion of the state of Tamaulipas. The reserve consists of 144,530 hectares and encompasses a diverse range of vegetation types including tropical dry forest, tropical semi-deciduous forest, montane mesophyll (cloud) forests, pure and mixed oak forests, oak-pine forests, and chaparral (Perrine and Gorchoy 1994). Several floristic surveys have been conducted of the area (Sharp *et al.* 1950, Hernández *et al.* 1951, Martin 1958, Puig *et al.* 1983, Puig and Bracho 1987, Puig 1993).

Although once important, timber extraction is not a major enterprise. The only authorized natural products commercially extracted from the reserve are the pinnate leaves of the understory palm, *Chamaedorea radicalis*. Leaves of *C. radicalis* are harvested in large amounts by rural people and exported from the area for use as ornamental green foliage in large cut-flower arrangements. Harvest of these leaves represent a major source of income for local people (Trejo-Hernández 1992).

Collection of *C. radicalis* leaves is a potentially sustainable non-timber forest product in forests at higher elevations within the Reserve. However, populations have mostly been depleted in the Gómez Fariás region (Jones and Gorchoy 2000).

Another potential source of income for local people is ecotourism (see Chapter 64, in this book), which has become more important recently including tropical dry forest, tropical semi-deciduous forest, montane mesophyll (cloud) forests, pure and

mixed oak forests, oak-pine forests, and chaparral (Perrine and Gorchoy 1994). Several floristic surveys have been conducted of the area (Sharp *et al.* 1950, Hernández *et al.* 1951, Martin 1958, Puig *et al.* 1983, Puig and Bracho 1987, Puig 1993).

History of Gómez Fariás area

Tamaulipas was one of the last areas of Mexico to be occupied by the Spanish. The area of the Reserve was sparsely settled into the twentieth century, but, according to some older informants, was almost completely depopulated during the periods of Revolution in 1910 and 1920, when many of the inhabitants moved to more secure areas.

Following this period, people from the south (generally near Ciudad Mante) moved back into the area around Gómez Fariás, but the town remained effectively isolated until after 1946, when the first road penetrated the area. In the late 1940's, a number of people from Michoacán were relocated to the higher elevation cloud forest areas, where they were employed in the lumber industry. Most of these jobs disappeared in the 1980's with the formation of the Biosphere Reserve.

At present, the economy of Gómez Fariás is largely based on agriculture. This town of about 2,000 inhabitants receives 1,500-2,000 mm of rainfall annually (Puig 1976, Puig and Bracho 1987, Rzedowski 1966, 1967).

Previous ethnobotanical studies in the Gómez Fariás area

A previous, but unfortunately unpublished, ethnobotanical study was carried out in Gómez Fariás by Dr. M. Kat Anderson (1990). She interviewed a number of local inhabitants and documented a variety of plant uses in Gómez Fariás and Jaumave, Tamaulipas. Plant uses documented included building materials, fuelwood, edible and medicinal plants. She found 46 plants used medicinally at Gómez Fariás, the largest category of cultural plant use in her study. The plants described were grown in home gardens, collected from common areas in the town, and harvested from nearby agricultural fields, as well as the Sierra. Twenty-nine ailments were reported to have plant remedies; one of the most common of these "stomach ache" is treated with 20 different plant species.

Materials and methods

The field site

This study was based at the "Los Cedros" field station of the Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)-Instituto de Ecología y Alimentos. The field station is located at the edge of town in Gómez Farias within the El Cielo Biosphere Reserve. The site is located in the tropical deciduous forest zone and is largely surrounded by agricultural land and by secondary tropical deciduous forest. Our study is a compilation of local knowledge gathered in the summer of 1994 by undergraduate U.S. students enrolled in two one month-long ethnobotany field courses offered through the School for Field Studies, Beverly, Massachusetts, USA. Students were assisted in the field by Spanish speakers and the authors. Plant identification was carried out by the authors. In addition to consultation of several herbaria, the following references were used to identify plant specimens: Correll and Johnston 1970, Pennington and Sarukhán 1968, Puig 1989, Rzedowski 1966, 1967, Solís and Reyes 1990, and Standley 1920-1926.

The informants: Groups of 3-4 students, each containing at least one Spanish speaker, interviewed a number of the local people of Gómez Farias. Informants were selected at random on casual walks through the community or were recommended by others in the town, as people especially knowledgeable about plant uses. In instances when a significant portion of the informant's time was required, the informant was paid approximately US \$10 per day, slightly more than most rural Mexican workers earn.

Interview methods: Interviews were conducted in Spanish, with interviews frequently taped and later translated into English. Interviews were transcribed in Spanish and then translated into English. The interviews were at first informal (no survey forms or questionnaires), and varied in time from 20 minutes to over 1 hour, depending on the level of knowledge of the informant and the willingness of the informant to participate in the study. After several interview sessions had taken place with particularly knowledgeable people, the students returned and asked more directed questions. Among the questions asked were:

How did the informant acquire his/her knowledge? Did he/she share the knowledge with others in their family or community? Did the informant visit the doctor or prefer to use medicinal plants? How much did informant think the people of Gómez Farias knew about medicinal plants?

Other questions dealt with the species of plants used, names for the plants, the part of the plant used, the diseases or conditions for which the plant was effective, and the methods of preparation and application. When possible, pressed vouchers of the plant were made and have been deposited in the University of Illinois Herbarium (ILL), the Herbario del Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), as well as a number of other Mexican and U.S. herbaria.

Results and discussion

The tropical forest surrounding Gómez Farias on the east and southeast has largely been converted to sugar cane fields. The area immediately surrounding the town consists of cultivated areas, but mostly of tropical secondary deciduous forest.

Clearly, the residents of the town depended more heavily on local natural resources for survival in the past than is the case at present, but people are still highly knowledgeable about the plants and animals of their surroundings.

Although the people of Gómez Farias obtain a significant amount of their basic food materials from outside the local area, they supply other portions of their basic needs, with locally available and cultivated materials. This is particularly true of plants used as medicinal materials.

The ages of informants ranged from fifty-three (a woman) to the late teens (a woman). One informant was recognized by many as a "curandera" of the town. Because she worked almost exclusively with women and children of the town, she met with a team of three women six times during the first half of course.

Although some older informants knew many more plants and medicinal uses than younger ones, at least some plant knowledge is widespread among younger informants as well.

A general feeling was expressed by older informants that the young people are no longer interested in this kind of knowledge. Clearly, there is a relatively open exchange of plant information among citizens of the town.

Knowledge of plant identities seemed to be quite good, especially among older informants. We encountered few instances in which the informant gave an erroneous name for a plant. As was observed by Benz *et al.* (1994), our informants seemed to prefer not to give an erroneous name or use for a plant than to misidentify it.

Gender differences in knowledge of plant uses

Because of the sensitivity considerations and differentiation of men's and women's plant uses, most of our teams were either all male or all female. Trail walks and many informal interviews did, however, involve both male and female participants. In general, women students interviewed women informants, although this was not always the case. Teams of male students almost always interviewed male informants. Men and women can have different plant knowledge. There was much variation in the knowledge of both groups. The average informant knew about nine medicinally useful plants. Male and female informants shared common knowledge of 38% of the plants they each identified. In general, 34% of knowledge of species was shared among the male and female informants, when all were included. The student who was the interviewer in this case was a woman and there may have been some bias by men for sharing their knowledge with her. The number of species known by men and women is about the same quantitatively, but represents different species.

Uses of plants

We were able to document plant uses for food, fodder for domestic animals, beverages, herbs and spices, sugar, tannins, detergents, containers, fuel, construction materials, ornamentals, and for medicinal purposes. Fencing is often of stone or wire, but chaca (*Bursera simaruba*) and several species of cacti are used to make "living fences". In the past, the bark of *Lysiloma microphyllum*, tepeguaje, has been used for curing leather (DS-14119).

Food plants

Many basic foods for the people of Gómez Fariás are purchased locally or in nearby cities. These include avocados, beans, chiles, corn (often as masa harina or tortillas), garlic, onions, oranges, potatoes, rice, tamarinds, tomatoes, and wheat flour.

A significant portion of food items, however, is produced locally. Among these items are chayote (*Sechium edule*), chiles (*Capsicum annuum*), frijoles (*Phaseolus vulgaris*), maize (*Zea mays*), nopalitos (*Opuntia* spp.), pumpkin and squash (*Cucurbita pepo*), and others cultivated in nearby fields and in home gardens. Many common fruits such as anona (*Annona reticulata*), avocado (*Persea americana*), bananas (*Musa acuminata*), figs (*Ficus carica*), guava (*Psidium guayaba*), jobos

(*Spondias mombin*), limes (*Citrus aurantifolia*), loquats (*Eriobotrya japonica*), mangos (*Mangifera indica*), oranges (*Citrus sinensis*), peaches (*Prunus persica*), Seville oranges (*Citrus aurantium*), and tamarinds (*Tamarindus indica*) are also grown there. Some herbs and spices such as basil (*Ocimum basilicum*), cilantro (*Coriandrum sativum*, Apiaceae), hierbabuena (*Mentha spicata*), and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) are produced.

Relatively few food plants are taken from the nearby forest or the Sierras. Some older informants described the foods that people ate during the revolutionary period. At that time people ate a number of plants normally not eaten in order to survive.

These included hearts of sotol (*Dasyllirion wheeleri*), fruits of ojite (*Brosimum alicastrum*), fruits of aquiche (*Guazuma ulmifolia*), and the tuberous roots of cassava (*Manihot esculenta*). Flowering stalks of some *Yucca* species are eaten, but probably more as a novelty than as an important food item. One cactus, *Neobuxbaumia euphorbioides*, has been planted experimentally at Gómez Fariás. The fruit of this species has excellent taste and appearance; the species has considerable economic potential.

Ornamental plants

Many introduced plants are cultivated as ornamentals, mostly for personal enjoyment. The most popular ornamentals are bandera (unknown species), basil (*Ocimum basilicum*), belén (*Impatiens sultanii*, *I. wallerana*, and *Impatiens balsamina*, Balsaminaceae), Bermuda grass (*Cynodon dactylon*), bougainvillea (*Bougainvillea glabra*), canna (*Canna glauca*), castor bean (*Ricinus communis*), chiles (*Capsicum annuum*), Confederate rose (*Althaea officinalis*), crepes myrtle (*Lagerstroemia indica*), croto (*Codiaeum variegatum*, Euphorbiaceae), fig (*Ficus carica*), four o'clocks (*Mirabilis jalapa*), gardenia (*Gardenia jasminoides*, Rubiaceae), geranium (*Pelargonium hortorum*), jasmine (*Jasminum multiflorum*), limonaria (*Murraya paniculata*), morning glory (*Ipomoea purpurea*), palmera (unknown species), petunia (*Petunia hybrida*), plumbago (*Plumbago capensis*), prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), rose (*Rosa gallica*), rue (*Ruta graveolens*), sage (*Salvia officinalis*), and tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). Many of the above species also are important as foods or as medicinal plants (see species list).

Few of these plants are from the wild, although an occasional orchid, bromeliad, or other native plant was seen in cultivation.

Construction of houses

Although many newer houses in Gómez Fariás are constructed with lumber, stone, concrete, or concrete blocks and with aluminum and galvanized roofing, traditional houses of thatch and clay or mud remain common. Foundations and floors of both types are often of concrete. To build a house, the workers go to the forest, select trees, strip them and leave them to dry for up to two weeks. When they return, they check the trees for flaws, cut them and then carry them to the building site. It takes about two weeks to construct a house.

Palo prieto (*Drypetes laterifolia*) and malva dura (*Robinsonella discolor*) are the two most prominent woods used for common construction materials in house construction. Another species "palo de arco" is lightweight, durable, highly insect and fungus resistant, but no longer readily available in the Gómez Fariás area. Based on the name and description, this plant appears to be *Acacia coulteri* (Jawad *et al.* 2000, Standley 1920-1926).

Quebrache or quiebra fierro (*Rhamnus* sp.) and palo quebrache (*Aphananthe monoica*) also are used for house construction. The house posts, supporting beams, poles, and rafters of palo prieto and malva dura are tied together with a liana or bejuco *Cydista aequinoctialis* called "morillo". The liana-like stems of *Pisonia aculeata* also are used for this purpose. The supporting beams for the roof are made of palo prieto and malva dura. Doors and windows are often made of rosa dura (*Lysiloma acapulcensis*). According to informants, rosa dura has great longevity, enduring for 50-60 years.

There is a second species, probably *Lysiloma microphyllum*, that grows in the area and is used for the cross pieces that link the top part of the walls together (travisa). Another wood often used for building is chaca (*Bursera simaruba*, Burseraceae). Palma real (*Sabal mexicana*), which grows in the more tropical areas south and east of Gómez Fariás, particularly in pastures is usually used for thatching. Interestingly, although many people use corrugated aluminum roofing for their homes, they purport to prefer Sabal thatched roofs, perhaps because they tend to be cooler. However, it is unclear if the skill or the time to construct such a roof is widely available.

Other trees, "palo de arco" (probably *Acacia coulteri*) and "rosa dura" (*Lysiloma acapulcensis*, Fabaceae) are preferred for the posts and beams because of their durability. Palo prieto (*Drypetes laterifolia*, Euphorbiaceae) (vertical members or varillas) and malva dura (*Robinsonella discolor*, Malvaceae) (horizontal members, variously solapares, simbras, and latas) are used for roof supports because they grow almost perfectly straight. Similar construction of dwellings is practiced among the Huastec Mayans (Alcorn 1984).

The tree *Robinsonella discolor* is used for house construction by both Huastec Mayans and residents of Gómez Fariás (Alcorn 1984), although farther south, the tree occurs only in the Sierra areas.

Medicinal plants

The medicinal plant category represents the largest number of uses for plant species identified in our studies in Gómez Fariás. The most common ailment for which a plant remedy was used was stomach disorders, a finding consistent with a previous study by Dr. M. Kat Anderson. Many health problems, such as "granos", are somewhat difficult to define, but may generally be referred to as "rash". Most of the plants used medicinally are prepared as teas, whereas others are used as washes, gargled, or swept over the body. Few plants are cultivated only for medicinal purposes in house gardens. Some commonly cultivated plants serve as ornamentals and medicinal plants (see the list above). The most common plants are grown and cared for by women around the houses hierbabuena (*Mentha spicata*), estafiate (*Artemisia ludoviciana*), and guayabo (*Psidium guajava*). Of the seventy-seven (77) medicinal plants mentioned, twenty-two (22) were referred to by two or more informants. Seventeen out of twenty-two appear to have biologically active compounds based with defined physiological effects on the human body (see species list), based on available phytochemical data. Of these twenty-two plants, 13 were native to north-eastern Mexico.

Treatments for "el ojo" and "espanto"

Although these two conditions would not probably be considered as "diseases" by western medicine, they are widely perceived in Gómez Fariás (in most of Mexico, for that matter) as bonafide health concerns. They were mentioned in a majority of interviews with both male and female informants;

discussion of these conditions was often initiated by the persons being interviewed. The topic was raised in twenty-two interviews, nine with men, and 13 with women. Interestingly, almost all informants mentioned "el ojo", even though many said that they didn't think it is a real illness. When asked "Is el ojo a real illness?", most informants responded that they thought it was. However, both persons who said that they believed that "el ojo" was a real illness and those who said it was just superstition knew a number of cures for it. Further, a number of informants felt that the condition is serious enough that people can die from it, if untreated. The most common symptoms mentioned for "el ojo" were vomiting, headache, and fever. The most common plants used to treat "el ojo" were horcajuda (*Cestrum dumetorum*, Solanaceae), albahacar (*Ocimum basilicum*, Lamiaceae), hierba del ojo (*Cocculus diversifolius*, Menispermaceae), and ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae). The leaves of hierba del ojo are rubbed over the body. The plants are rubbed in water, the water drunk, and the plants swept over the head. With albahacar, the plant material is waved around the head or made into a tea. Horcajuda plants are brushed over the body or head. Ruda plants are swept overhead. Limes are used to treat this condition. The use of eggs to cure "el ojo" is widely practiced. The entire body is washed with eggs. Plants are also used for ritual curing or "sweeps" to cure "el ojo" and "el espanto" in other parts of Mexico (Bye and Linares 1983). In the Huastec Mayan view, medicines have the power to transform a person's state of being and an illness is not simply a biomedical malfunction, but an event within a social context (Alcorn 1981). "Mal de ojo" is also found among the Yucatec Maya (Ankli *et al.* 1999). Its signs are various gastrointestinal symptoms, particularly "green" diarrhea, gastrointestinal cramps and vomit. Another plant, hierba del espanto, not specifically identified, but a member of the Lamiaceae or Verbenaceae, from Tierra Blanca, Veracruz, has also been described as a treatment for "el espanto" (Martinez 1969).

For "espanto" the most common symptoms were headache, tiredness, lethargy, and aching calves. The most common plants used to treat "el espanto" were horcajuda and albahacar; the most common symptoms were headache, tiredness, lethargy, and aching calves. Egg, prayer, limes, air, and especially the shirt of the person who gave it to you were efficacious for treating the condition. "Espanto" is said to sap the body of spirit and strength if not cured.

Sources of the plants

Plant materials came from many sources. The solares or family gardens were the source of many food and medicinal plants, but useful plants also were taken from cultivated fields, roadsides, and the secondary forest surrounding the town. A few plants were described as "from the sierra" or "from the monte", but the actual sources of these materials were not documented.

Although no one house garden contained more than a fraction of the plants identified as useful, many plants and plant materials are exchanged among residents of the town. Most medicinal plants were from the home garden of the family, or from those of neighbors. This was particularly true for female informants. Some plants used by male informants were collected from nearby secondary forest or in the nearby Sierra, but even for those informants, most plants also were collected within the immediate vicinity of Gómez Fariás.

Two medicinal plants used in Gómez Fariás, "flor de tila" (*Temstroemia sylvatica*) and "magnolia" (*Magnolia tamaulipana*) grow in higher-elevation areas, near Ejido San José. They are reportedly brought down to Gómez Fariás for the women who use them. The drug "flor de tila" usually used in Gómez Fariás is *Temstroemia sylvatica*. This species is often sold as "flor de tila" in markets in some Mexican cities and is used for the same purposes as the drug from *Tilia mexicana*; both are employed as a calmant for the nerves. Genuine "flor de tila" (*Tilia mexicana* Schlecht.) is endangered in many areas of Mexico because of the economic value of the flowers of the tree (as much as \$600 US per tree in some seasons), a factor that has led to overexploitation (Pavón 2000). This species occurs near Ejido San José (DS-14164).

Common "weedy" species are also used for many purposes. Among these are: mala mujer (*Cnidioscolus multilobus*), hierba de pollo (*Commelina diffusa* Burm.), malva china (*Corchorus siliquosus*), té huasteco (*Bidens pilosa*), chipús (*Asclepias curassavica*), limpia tunas (*Baccharis cf. trinervis*), (*Elephantopus mollis* Kunth), and amargoso (*Parthenium hysterophorus*). These plants are found in common areas, along roadsides, in the edges of fields and other disturbed areas. None appeared to be cultivated, but all were identified as having medicinal value or being otherwise useful.

Comparison of studies of mestizo and Indian groups

Most ethnobotanical studies in Mexico have focused on indigenous groups, rather than people of mixed ancestry. As is true for other groups studied in Mexico, the plants used by the people of Gómez Farías are wild harvested from surrounding areas, cultivated in fields and in areas around homes, exchanged with neighbors, or purchased in markets, although the importance of each source may vary. It's not clear where the basic knowledge of plant uses in Gómez Farías originated. In fact, in the period of the 1910 and 1920 revolutions, many of the people who lived in this area left and in the 1940's a large number of people from other areas of Mexico, especially Michoacán moved in. Many of the plants used are used elsewhere in Mexico, often for similar ailments.

Knowledge about plant uses is passed on from older individuals in the community to their successors in a similar way to other cultures in Mexico. There are sometimes "specialists" who possess more knowledge about specific plant uses than most other members of the community. These persons often take on "apprentices" who succeed them. This appears to be most commonly the case for plants used for medicinal purposes. In a similar way to other cultures, rapid cultural change has led to changes in traditional plant uses and in the way knowledge is passed on among the people of Gómez Farías as well. Only in a few instances does use of the plants seem to be problematic in a conservation sense. Many of the plants used for construction purposes are rapid growing secondary forest species. One species "palo de arco" (*Acacia coulteri*), mentioned by many to be highly desirable for house construction, is now locally uncommon and deserves further research. Many of the plants used for medicinal purposes by both indigenous and mestizo populations in other studies are introduced non-native species (Bennett and Prance 2000).

Conclusions

Although the course was relatively short, 12 June 1994 to 20 August 1994, and two groups of students were involved, the residents of Gómez Farías were open to sharing much of their plant knowledge with these students. Although only a fraction of the students (about one-fourth) spoke Spanish at the level that permitted them to conduct interviews with informants, by working together, they were able to obtain a body of useful and interesting information.

Comparison of plant uses in Monterrey and by the Huasteca adds credence to the uses of par-

ticular plants in Gómez Farías. Some plant uses are opportunistic. For example, the plants used for construction purposes are the ones most common in secondary vegetation of the region. The knowledge of plant uses, particularly for medicinal purposes, is not static. Pharmacopoeias change over time. Despite the presumed net loss of traditional phytomedicinal knowledge, the assemblage of plants used continues to change. Innovation has been and continues to be a common trait among indigenous people (Bennett and Prance 2000, Diamond 1997).

Discussions with mestizo informants in Gómez Farías and at Ejido San José indicate that a similar situation prevails there. Over time, there appears to have been experimentation with new plants. Our studies are important for assessing the extent to which traditional plant knowledge continues to fulfill the economic, medical, and cultural needs of the people in their constantly changing and increasingly globalized cultural environment. Many of the people still have knowledge of medicinal uses of plants. Although the present study was not an attempt at a complete ethnobotanical survey, the use of plants as medicines in Gómez Farías is widespread within and among ages groups and genders and seems to be holding its own against modernization and change. However, we must emphasize that the majority of the knowledge was held in the older members of the community and that the survival of this knowledge depends upon its transmission to a younger generation.

Acknowledgements

We wish to acknowledge the cooperation and enthusiasm that we and the students received from the residents of Gómez Farías and Ejido San José. Their assistance was absolutely essential to the success of this project. The other key element for the success of the project was the students who participated in the course. They were: Ally Anzalotta, Gretchen Baker, Carolyn Daher, Gregory H. Flatt, Heidi Gansen, Eliza Habegger, Steven Hallam, Elizabeth Heald, Janine V. Johnston, Nicole LaLiberté, Colby Lawrence, Erica A. Ley, Sean O'Neill, Leda Pawliuk, Julie Reitz, Lisa Saraceno, Stefanie Seinfeld, Dawnielle Shouse, Nicholas A. Spahr, Felicia M. Tomasko, and Miriam Wyman. We greatly appreciate their assistance as interviewers and colleagues. We thank Don Angel Córdoba of Gómez Farías and Don Pedro González Muñoz of Ejido San José, for the time and effort they spent to show us many of the plants in the field and for sharing their broad base of ethnobotanical knowledge.

We were ably assisted by David van Sickle in many ways. David's patience and insight allowed him to coordinate students, instructors, and townspeople in a way that made the course functional and productive. We thank Dr. John Ebinger for reading drafts of the manuscript and for assistance in the identification of plant materials.

We wish to thank M. Kat Anderson for graciously allowing us to use an unpublished manuscript, Mexican Campesinos: Contemporary ethnobotanical knowledge. Implications for wildland management and rural development. We also wish to acknowledge the support of Dr. Luis Hernández and Dr. Mahinda Martínez who assisted with organization of the course and with acquisition of the necessary permits, the Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología y Alimentos, for permission to use the "Los Cedros" field station, and to the governmental authorities of the State of Tamaulipas for permission to work in the Biosphere Reserve and to collect plant materials there. The staff of the School for Field Studies provided the infrastructural support without which the course would not have occurred. They were involved at many stages including writing and reviewing the original proposal, advertising for students, and for financial support. Ms. Anne Dodge provided logistic and moral support during the entire effort. We greatly appreciate her attention and assistance.

Literature cited

- Alcorn, J. B.** 1981. Huastec noncrop resource management: Implications for the prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9 395-417.
- Alcorn, J. B.** 1983. El telom huasteco: Presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biotica* 8 315-331.
- Alcorn, J. B.** 1984. Huastec Mayan Ethnobotany. University of Texas Press. Austin, Texas.
- Ankli, A., O. Sticher and M. Heinrich.** 1999. Medical ethnobotany of the Yucatec Maya: Healers' consensus as a quantitative criterion. *Economic Botany* 53 144-160.
- Argueta, A.** 1982. Etnobotánica y uso diferenciado en una región cálida-húmeda del norte de Puebla. In *Memorias del Simposio de Etnobotánica*. A. Barcena, A. Barrera, J. Caballero, and L. Durán, eds. INAH-SEP, México, pp. 119-143.
- Balick, M. J. and P. A. Cox.** 1996. *Plants, People and Culture*. Scientific American Library. New York.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa, and C. Vásquez-Yañez.** 1977. El manejo de las selvas por los Mayas. *Biotica* 2 47-61.
- Barrera, A., V. A. Barrera, and F. R. M. López.** 1976. *Nomenclatura Etnobotánica Maya*. Instituto Nacional Antrop. Hist. México.
- Bennett, B. C. and G. T. Prance.** 2000. Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of Northern South America. *Economic Botany* 54 90-102.
- Benz, B. F., F. Santana, R. Pineda, J. Cevallos, L. Robles, D. de Niz.** 1994. Characterization of mestizo plant use in the Sierra de Manantlan, Jalisco-Colima, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 14 (1): 23-41.
- Berlin, B. and E. A. Berlin.** 1996. *Medical Ethnobiology of the Highland Maya of Chiapas, Mexico*. Princeton University Press. Princeton, N.J.
- Berlin, B., D. Breedlove, and P. Raven.** 1978. *The Ethnobotany of Tzeltal*. Academic Press. New York.
- Bye, R. A., Jr. and E. Linares.** 1983. The role of plants found in the Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology* 3 1-13.
- Caballero, J. and C. Mapes.** 1985. Gathering and subsistence patterns among Purepecha Indians of Mexico. *Journal of Ethnobotany* 5 31-47.
- Casas, A., J. L. Viveros, E. Katz, and J. Caballero.** 1987. Las plantas en la alimentación mixteca: Una aproximación etnobotánica. *Am Indígena* 47 317-343.
- Casas, A., J. L. Viveros, and J. Caballero.** 1994. *Etnobotánica Mixteca*. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F.
- Correll, D. S. and M. C. Johnston.** 1970. *Manual of the Vascular Plants of Texas*. Texas Research Foundation, Renner, Texas.
- Diamond, J.** 1997. *Guns, Germs and Steel*. The fates of human societies. Norton. New York.
- Dominguez, X. A. and J. B. Alcorn.** 1985. Screening of medicinal plants used by Huastec Mayans of Northeastern Mexico. *Journal of Ethnopharmacology* 13 139-156.
- Felger, R. S. and M. B. Moser.** 1985. *People of the Desert and Sea. Ethnobotany of the Seri Indians*. University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- Frei, B., O. Sticher, and M. Heinrich.** 1998. Zapotec use of medicinal plants: Documentation and evaluation. *Journal of Ethnopharmacology* 62 149-165.
- Frei, B., O. Sticher, and M. Heinrich.** 2000. Zapotec and Mixe use of tropical habitats for securing medicinal plants in Mexico. *Economic Botany* 54 73-81.
- Griffen, W. B.** 1959. *Notes on Seri Indian Culture, Sonora, Mexico*. Latin American Monographs. University of Florida Press, Gainesville.
- Hegnauer, R.** 1990. *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Vol. ?? Birkhäuser Verlag. Basel.
- Hernández, L. and C. E. González.** 1990. El uso de la flora en los solares tamaulipecos. *Biotam* 1 36-60.
- Hernández, X. E., H. Crum, W. B. Fox, and J. J. Sharp.** 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 78 458-463.
- Jawad, J. T., D. S. Selgler, and J. E. Ebinger.** 2000. A systematic treatment of *Acacia coulteri* (Fabaceae: Mimosoideae) and similar species in the New World. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 87 528-548.
- Johnston, M. C., K. Nixon, G. L. Nesom, and M. Martinez.** 1989. Listado de plantas vasculares conocidas de la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas, Mexico. *Biotam* 1 21-33.
- Jones, F. A. and D. L. Gorchov.** 2000. Patterns of abundance and human use of the vulnerable understory palm, *Chamaedorea radicalis* (ARECACEAE), in a montane cloud forest, Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist* 45(4) 421-430.

- Kelly, I. and A. Palerm. 1952.** *The Tajin Totonac. Part I. History, subsistence, shelter, and technology.* Washington, D.C. Institute of Social Anthropology, Smithsonian Institution. 13.
- Martin, P. S. 1958.** A biogeography of reptiles and amphibians in the Gómez Farías region of Tamaulipas, Mexico. *Miscellaneous Publication of the Museum of Zoology, University of Michigan* 101 1-115.
- Martínez, M. 1969.** *Plantas Medicinales de México.* Ediciones Botas. México.
- Martínez, M. A. 1987.** Percepción botánica en dos grupos étnicos de la Sierra Norte de Puebla. *Am Indígena* 47 231-240.
- Messer, E. 1978.** Zapotec plant knowledge: Classification, uses, and communication about plants in Mitla, Oaxaca, Mexico. *Mem. Museum Anthropology, University of Michigan, Number 10,* Ann Arbor, Michigan.
- Miranda, F. 1952.** *La Vegetación de Chiapas.* Depto. de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México.
- Mora, J. L. y S. Medellín-Morales. 1992.** Los núcleos campesinos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo": ¿Aliados en la conservación? *Biotam* 4 13-40.
- Pavón, N. P. 2000.** An endangered and potentially economic tree of Mexico: *Tilia mexicana* (Tiliaceae). *Economic Botany*. 54 113-114.
- Pennington, C. W. 1963.** *The Tarahumar of Mexico.* University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- Pennington, C. W. 1969.** *The Tepehuan of Chihuahua.* University of Utah Press, Salt Lake City, Utah.
- Pennington, C. W. 1979-1980.** *The Pima Bajo of Central Sonora, Mexico.* University of Utah Press, Salt Lake City.
- Pennington, T. D. and J. Sarukhan. 1968.** *Arboles Tropicales de México.* Instituto Nacional Investigaciones Forestales. México.
- Perrine, J. D. and D. L. Gorchov. 1994.** The "El Cielo" Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. An annotated bibliography of the botanical literature. *Sida. Botanical Miscellany* 12 1-48.
- Phillips, O. and A. H. Gentry. 1993.** The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Economic Botany* 47 33-43.
- Puig, H. 1976.** *Vegetation de la Huasteca.* Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique, Mexico, D.F.
- Puig, H. 1989.** Analisis fitogeografico del bosque mesófilo de Gómez Farías. *Biotam* 1 34-53.
- Puig, H. 1993.** *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña: de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México.* Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México.
- Puig, H. and R. Bracho. 1987.** *El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas.* Instituto de Ecología. México, D.F.
- Puig, H., R. Bracho, and V. J. Sosa. 1987.** El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. In **Puig, H. and R. Bracho**, editors. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas.* Instituto de Ecología, México, D. F. pp. 55-79.
- Pulido-Salas, T. 1993.** Plantas útiles para consumo familiar en la región de la frontera México-Belice. *Caribbean Journal of Science*. 29 235-249.
- Reyes-Castillo, P. 1991.** Las Reservas de la Biosfera en México: Ensayo histórico sobre su promoción. *Biotam* 3 1-8.
- Roys, R. L. 1931.** The ethno-botany of the Maya. *Middle American Research Series No. 2.* Department of Middle American Research, Tulane University. New Orleans.
- Rzedowski, J. 1966.** Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5 1-191.
- Rzedowski, J. 1967.** Nombres regionales de algunas plantas de la Huasteca Potosina. *Acta Científica Potosina* 6 7-58.
- Seigler, D. S. 1998.** *Plant Secondary Metabolism.* Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Sharp, A. J., E. Hernández Xolocotli, H. Crum, and W. B. Fox. 1950.** Nota florística de una asociación importante del suroeste de Tamaulipas, México. *Boletín Sociedad Botánica de México* 11 1-4.
- Solis, A. B. and G. Reyes. 1990.** *Composición florística de la vegetación secundaria inducida por actividades agrícolas en el Bosque Mesófilo de Montaña del la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México.*
- Standley, P. C. 1920-1926.** *Trees and Shrubs of Mexico.* *Contributions U.S. National Herbarium.* Vol. 23. Washington, D.C.
- Uphof, J. C. T. 1959.** *Dictionary of Economic Plants.* Engelmann. Weinheim, Germany.

Plants commonly used in Gómez Farias, Tamaulipas

Although the present work is presented as accurately as possible, some of the plants included, especially those with medicinal value, contain poisonous substances. Injudicious use of these materials may be harmful or fatal. We cannot accept responsibility for use or misuse of the plant materials described.

Acanthaceae

Jacobinia incana (Nees) Hemsley muicle. DS-14282. Muicle is used as an antidiysenteric drug and to moderate menstrual flow (Martínez 1969). It is also used as a dyestuff and for treating gonorrhea (Standley 1920-1926).

Anacardiaceae

Mangifera indica L. (Fig. 1) mango. DS-14025. The fruit is edible and excellent. Mango leaves are used for toothaches and affections of the chest and liver (Standley 1920-1926). The wood is used for construction at Gómez Farias and also by the Huastec Maya (Alcorn 1983).

Spondias lutea L.: jobo (English hog plum). DS-14024. The fruit is commonly eaten. The fruits are reputed to have diuretic and antispasmodic properties (Standley 1920-1926).

Annonaceae

Annona globigera Schlechtendahl, chirimoya. The fruit is eaten.

Annona reticulata L.: anona. DS-14008, 14062. The fruit is eaten. The bark of this tree is used to relieve stomach discomfort after overeating. The bark is boiled in one l of water with bark or twigs of granada, nopal root, and twig of malva china and drunk in the morning. The bark is sometimes boiled with guayabo leaves to make a tea and consumed before eating. The bark is used to treat dysentery, diarrhea, and other ailments by the Huastec Maya (Alcorn 1984). This species is known to contain benzylisoquinoline alkaloids, monoterpenes, phenylpropanoids (Seigler 1998).

Apocynaceae

Tabernaemontana citrifolia Mill. DS-14097. This species is used medicinally by the Huastec Maya (Alcorn 1983, 1984). Another species of this genus is used by the Yucatec Maya to treat warts (Ankli *et al.* 1999). This species contains indole alkaloids (Seigler 1998).



Figura 1. *Mangifera indica*. (Foto, Abdel García).

Araliaceae

Dendropanax arboreum (L.) Decn. and Planch. (Fig. 2) Palo santo. DS-14094, 14140, 14204, 14285k. The leaves are used to treat aches, fever, headache, malaise and other ailments by the Huastec Maya (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985, Standley 1920-1926).

Areaceae

Sabal mexicana Mart. palma real. DS-14231. The fronds of this species are frequently used for thatching houses in Gómez Farías. The plant is not common there, but grows in abundance in the lower more tropical areas to the east and southeast (Pennington and Sarukhán 1968).

Asclepiadaceae

Asclepias curassavica L. (Fig. 3) chipús. DS-14023. A tea of this plant and of *Parthenium hysterophorus* is used to treat almorranas or hemorrhoids. The latex is used for treating rabid dog bites, applied to wounds, and for child's intestinal worms among the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Asteraceae

Artemisia ludoviciana Nutt.: estafiate. DS-14088. The leaves are boiled as a tea and used when your food does not agree with you, for stomach ache, or for diarrhea. This plant is widely used in Latin America (Ankli *et al.* 1999). It is used for a variety of ailments by the Huastec Maya (Alcorn 1984). This plant contains monoterpenes and sesquiterpenes; it is especially rich in sesquiterpene lactones (Seigler 1998). According to Martínez (1969), the related species *Artemisia mexicana* contains essential oils and santonin, an anthelmintic sesquiterpene. The plant slows digestion.

Baccharis sp. Limpia tunas. DS-14144. This may be *Baccharis trinervis* Pers. (Johnston *et al.* 1989). Used when one has difficulty sleeping.

Bidens pilosa L. Té huasteco. DS-14128, 14235, 14285p. Tea of the leaves is used for the kidneys. *Bidens squarrosa* Less. is used to treat mal de ojo, green diarrhea, and vomiting by the Yucatec Maya (Ankli *et al.* 1999). Both species are used by the Huastec Maya.



Figura 2. *Dendropanax arboreum*. (Foto, Abdel García).



Figura 3. *Asclepias curassavica*. (Foto, Abdel García).

The former is used more as a beverage, whereas the latter is used to treat stomach trouble, cough, asthma, and gray hair (Alcorn 1984).

Chrysanthemum parthenium (L.) Berhn: manzanilla. Tea of the leaves, flower buds, and flowers is used for stomach ache or to regain appetite. This liquid can also be used to wash wounds, for eye wash when the eyes hurt, and for menstrual pain. The plant is boiled with ginger and magnolia flowers and used for heart pain. In some cases, the leaves are boiled with hierbabuena and drunk as tea in the morning. This species contains monoterpenes and probably polyacetylenes (Seigler 1998).

Parthenium hysterophorus L. amargoso. A tea of this plant together with chipús, *Asclepias curassavica* is used to treat almorranas. Amargoso also is used to treat sores, for childbirth, for chills, epilepsy and fever by the Huastec Maya (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985). This species is rich in sesquiterpene lactones (Seigler 1998).

Senecio confusus Britton: árnica. DS-14090, 14142. Leaves or flowers of the plant are boiled and used as a wash when lukewarm. These are used to treat granos and swollen, inflamed body parts.

This liquid also can be used to treat bumps or bruises (golpes). This and many other species of *Senecio* are known to contain pyrrolizidine alkaloids (Seigler 1998). Preparations containing pyrrolizidine alkaloids also are used in Germany for relief of irritations.

Sonchus oleracea L. colmillo de león, DS-14036. Used to rid body of "lombrices".

Bignoniaceae

Parmentiera edulis DC., chote. The fruit is eaten raw or cooked. The peel of the fruit is boiled and used for the kidneys. The bark, root and fruit are used for kidney trouble by the Huastec Maya (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985). They also are used for a variety of other ailments. The root and fruit of *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seemann is used to treat diabetes and urinary problems by the Yucatec Maya (Ankli et al. 1999).

Tabebuia pentaphylla (L.) Hemsl. Palo de rosa. DS-14028, 14098, 14237, 14285q. This tree is a beautiful ornamental. A decoction of the leaves is sometimes taken for snakebite (Standley 1926). According to Pennington and Sarukhán (1968).

Tabebuia rosea (Bertol.) DC. DS-14113, 14161g, 14161j (Dominguez and Alcorn 1985). The bark of this species is used for wounds, uterine cancer, sores, malaise and ulcer by the Huastec Maya (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985).

Tecoma stans (L.) H. B. K. Hierba de San Pedro. DS-14276. A powerful diuretic and tonic with vermifuge properties (Standley 1926). This plant is used by the Huastec Maya to treat diabetes. The flowers and leaves are boiled and drunk for one month (Alcorn 1984). Called sauco amarillo or tronador in Quintana Roo (Pulido-Salas 1993).

Cydista aequinoctialis (L.) Miers. DS-14154. Not included in Johnston *et al.* 1989. This liana is used to lash the timbers of houses. Species unknown, flor de Panamá. DS-14271. Quite possibly this is *Clytostoma callistegioides* Bur., a cultivated plant from Brazil and Argentina. A beautiful ornamental.

Bromeliaceae

Bromelia pinguin L. huapilla. DS-14116, 14254. Used to stop the flow of blood. The fruit is collected allowed to ferment and made into "pulque". The last use also is reported for the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Burseraceae

Bursera simaruba (L.) Sarg.: Chaca. Used for fences and construction. The leaves are considered to have diuretic, diaphoretic, expectorant and purgative properties (Standley 1920-1926). Among the Huastec Maya, the leaves are used to treat aches, fever, cold, headache and postpartum "burning" (Dominguez and Alcorn 1985). In Yucatán, the fruit and shoots are used as a treatment for snake-bites (Martinez 1969). The juice of the leaves is good for swellings and to cure inflammations of the skin. An infusion is used to treat hemorrhages of the stomach. The trees are widely used as "living fences".

Cactaceae

Acanthocereus pentagonus (L.) Britt. & Rose. (Fig. 4) jacubo. DS-14136. Widely cultivated in Mexico and often naturalized. A beautiful ornamental.

Neobuxbaumia euphorbioides (Haworth) Buxbaum. DS-14091. This species has been planted because of its economic potential. Fruits are edible and choice.



Figura 4. *Acanthocereus pentagonus*. (Foto, Abdel Garcia).

Opuntia lindheimeri Engelm.: nopal (English: prickly pear). The liquid from the pads is blended, with or without sábila, and drunk to control blood sugar level. For stomach ache, the root is boiled with anona, guayabo bark, malva china, and bark or twigs of granada, as noted elsewhere. The pads and roots of the plant are used to treat a variety of ailments including incurable sores and stomach trouble (Alcorn 1983). This plant is a rich source of mucilage.

Capparidaceae

Capparis flexuosa (L.) L. DS-14228. Diuretic and emmenagogue properties are attributed to the bark (Standley 1920-1926).

Not identified, "carne de gallina", possibly *Capparis baducca* L. DS-14019, 14151.

Caprifoliaceae

Sambucus mexicana Presl.: sauco. The flowers are boiled and used as a tea for cough. Other informants indicated that the leaf, stem, flowers and twigs are used for the same purpose. This species contains iridoid monoterpene compounds and possibly contains cyanogenic glycosides. A tea is used as a diuretic and expectorant. Some species are sudorific.

The leaves are purgatives (Martínez 1969). The leaves are used to make a tea to treat cough by the Huastec Mayans (Alcorn 1984). The flowers are used as a tea for cough (Pulido-Salas 1993) in Quintana Roo.

Commelinaceae

Tradescantia sp. (Fig. 5) plateada. The leaves and stems of this cultivated plant are mashed up with cold water, strained, additional water added and drunk to relieve heavy menstrual flow.

Connaraceae

Rourea glabra H. B. K.: chilillo. DS-14014, 14150, 14236. When birds eat the seeds of this plant and people hunt and eat the birds, they suffer no ill effects. However, when they throw out the bones of the birds, and they are eaten by dogs, the dogs are killed. Martínez (1969) reports that the seeds are used to poison coyotes. Miranda (1952) reports that people also have been killed by eating meat of birds that have eaten the seeds. The roots are used to tan hides. Among the Huastec Maya, the roots are used as a poison to poison dogs, foxes, pigs (Alcorn 1984, Domínguez and Alcorn 1985).



Figura 5. *Tradescantia* sp. (Foto, Abdel García).

Cucurbitaceae

Sechium edule Sw.: chayote. The leaves of the plant or the terminal portion of a branch are used as a tea to treat coughs. Sometimes these are boiled with horcajuda and used as a tea. The seeds of many related plants are used as anthelmintics. Most plants of this family contain cucurbitacins (Seigler 1998).

Euphorbiaceae

Acalypha sp. hierba de cáncer. DS-14030. Possibly *Acalypha setosa* or *A. phleoides* Cav. Several species of this genus are used medicinally by the Huastec Mayans (Alcorn 1984).

Alchornea cf. *latifolia* Sw. listoncillo. DS-14210.

Chamaesyce sp. golondrina. DS-14266. A mixture of golondrina and malva china is made into a tea and used externally as a treatment for almorranas or hemorrhoids.

Croton niveus Jacq., cenizo. DS-14200, 14217. The bark of this plant had commercial value in the past as a substitute for cascarrilla bark. It is employed as a tonic, especially in intermittent fevers (Standley 1920-1926).

Croton sp., palillo. DS-14209. This is possibly *Croton cortesianus* H. B. K. The bark is rubbed on the skin to cure "sisotes" or light patches on the skin. A similar use is reported by Standley (1920-1926).

Drypetes laterifolia. Palo prieto. DS-14016, 14043, 14044, 14053, 14054, 14057, 14065, 14161d, 14161z, 14162b, 14285c, 14285g. Wood of this species is one of the two most often used materials for house construction.

Jatropha curcas L. Piplan. DS-14060, 14106, 14118. The seeds are roasted and eaten. Although this is confirmed by information from Standley (1920-1926); the same reference also reports the toxicity of the unroasted seeds. Anyone consuming these seeds should be aware of the powerful, sometimes fatal, cathartic effects that have been reported.

Manihot esculenta Crantz. Yuca. DS-14220. The tuberous roots are eaten at times in Gómez Fariás; according to one informant this plant was eaten during the difficult times between 1910 and 1920. Among the Huastec Maya, this is an impor-

tant food plant (Alcorn 1984) and an item that is cultivated and sold.

Phyllanthus cf. *adenodiscus* Muell. Arg. Vibora cascabel. DS-14212.

Tragia mexicana (Muell. Arg.) Pax & Hoffman, ortiguilla. DS-14219. This plant with urticating hairs is used for treating arthritis, muscle cramps, chills by the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Fabaceae

Acacia coulteri Benth. Palo de arco. DS-11627, 13829. This is reputed to be one of the best trees for house construction in area. The plant is now uncommon near Gómez Fariás. The wood is very hard, used for tool handles, general construction, and fuel (Standley 1920-1926).

Erythrina americana Krukov. (Fig. 6) Patol. DS-14093, 14123, 14160, 14285i. The young fruits are eaten like nopal. The flowers are cooked and made into tamales by the Huastec Maya (Alcorn 1984). Among the Huastec Maya, the leaves and bark are used for childbirth, and the roots for nose-bleed and toothache (Dominguez and Alcorn 1985). However, the seeds of many *Erythrina* species are used to kill rats and vermin (Standley 1920-1926), and many species contain powerful and highly toxic alkaloids (Seigler 1998).

Inga vera Willd. subsp. *spuria* (Willd.) J. Leon, cola de zorra. DS-14159, 14285i. The fleshy pulp surrounding the seeds is edible (Standley 1920-1926). Considered medicinal by the residents of Gómez Fariás, although medical uses were not mentioned for this plant among the Huastec Maya (Alcorn 1983).

Leucaena leucocephala (Lam.) DeWit., guaje or tepeguaje, Fabaceae DS-14202, 14285a. Often used as a forage crop for livestock. The wood is sometimes used for construction.

Lysiloma acapulcensis (Kunth.) Benth., rosa dura, tepehuaje. Used as a construction wood. Bark is used to prevent tooth decay and tooth loss, mouthwash, toothache, gum sores, hemorrhage and profuse menstrual bleeding and to treat other ailments (Alcorn 1984, Standley 1920-1926).



Figura 6. *Erythrina americana*. (Foto, Abdel Garcia).

Lysiloma microphyllum Benth., rajador. This species also is found in the area and is used for many of the same purposes as the preceding species. (Voucher DS-14015, 14049, 14134) (DS-14153).

Piscidia piscipula (L.) Sargent. Chijol. DS-14027, 14218a, 14227, 14285r. The wood is used to make a tonic, a tonic for pregnancy and a variety of other ailments among the Huastec Maya (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985). The plant also is used to help avoid "mal de ojo" and to treat "espanto" (Alcorn 1984). This plant is used by the Yucatec Maya to treat cough, asthma, "mal de ojo" and dysentery (Ankli *et al.* 1999). The wood is considered the best available for houseposts by the Huastec Maya (Alcorn 1984) and is widely used for parquet flooring (Pennington and Sarukhán 1968). An extract of the bark is used for relieving toothache. However, the best known use of the tree was its former use for stunning and capturing fish (Standley 1920-1926).

Pithecellobium (Willd.) Benth. DS-14067. A small tree found in the secondary forest vegetation. Not armed and with only two leaflets.

Tamarindus indica L. tamarindo (English tamarind). DS-14125. The fruits of the plant are commonly used to prepare a beverage. The pulp and seeds are used to treat measles. The leaves are used for other ailments (Alcorn 1984).

Lamiaceae

Leonotis nepetaefolia A. Br. betonica, DS-14264a. A weedy mint introduced from Africa.

Marrubium vulgare L.: Manrubio (English horehound). A tea of this plant is used for treating stomach aches, diarrhea, for weight loss and for combating diabetes. The tea is recommended for colds, and as a febrifuge, antispasmodic, diuretic, and astringent drug. It also activates the stomach, stimulates urine flow, and is effective against asthma and obesity. To receive the effects, one should drink a liter of horehound infusion daily (Martínez 1969). This plant is not found in the Gómez Farías area, but is sometimes used there.

Mentha spicata L. Hierbabuena. The leaves are boiled, with or without manzanilla, and drunk as a tea in the morning to create appetite, or relieve stomach ache, cramping, or diarrhea. The leaves

boiled and drunk as a tea once a day for nine days beginning on the first day after menstruation is effective as a birth control method until the next menstrual period. The leaves are smeared with lard, salted, and placed on swollen parts of the gums in severe toothache. This species contains monoterpenes. A number of mint species are used medicinally, for flavoring, and as food ingredients. They are used to treat vomiting, parasites in the stomach, and other ailments (Ankli *et al.* 1999).

Ocimum basilicum L., albahaca (English basil) is used when one feels weak or faint. The entire plant is swept over the head three times. When a small child or baby cries the plant is swept over the child three or more times. In the case of headache, Vaporub cream (available at the pharmacy or at the Conasupo is smeared on one side of a leaf and a leaf applied to each temple). The plant also is used as a tea for diarrhea, sudorific, or treatment for fevers (Martínez 1969). This plant is used to treat "mal de ojo" in Quintana Roo (Pulido-Salas 1993). Basil is rich in monoterpenes (Seigler, 1998). *Ocimum basilicum* is used by the Yucatec Maya to treat headache or toothache; other *Ocimum* species are used to treat dysentery (Ankli *et al.* 1999). Various *Ocimum* species also are used by the Huastec Maya for medicinal purposes (Alcorn 1983).

Teucrium cubense L.: verbena. DS-14020. A tea of this plant is used to lose weight. One or more liters of this tea are drunk daily. The Huastec Maya use the plant to treat hemorrhoids and for sores (Alcorn 1984).

Lauraceae

Phoebe tampicensis (Meisn.) Mez. Magüira. Lauraceae. DS-14062a, 14082, 14152. This plant is used for medicinal purposes by the Huastec Maya (Alcorn 1983, 1984).

Liliaceae

Sansevieria trifasciata Prain. Magüey de vibora, DS-14114.

Magnoliaceae

Magnolia tamaulipana Schlecht.: Magnolia. The flowers of this species are boiled and drunk as a tea for heart ailments. Sometimes they are combined with orange petals or ginger and manzanilla.

Plants of this genus are known to contain benzylisoquinoline alkaloids, however, this species gave a negative test for alkaloids with Dragendorff reagent, phenylpropanoids (Seigler 1998).

Malvaceae

Hibiscus rosa-sinensis L.: Tulipán. This is a commonly cultivated ornamental plant in Gómez Farias.

Robinsonella discolor. Malva dura. DS-14055, 14135, 14161a, 14203. This is one of the two most commonly used plants for house construction.

Abutilon sp. Tronadora. Possibly *Abutilon trisulcatum* (Jacq.) Urban. DS-14120, 14157. Tea used to treat diabetes. The leaves are used in a tea to alleviate muscle or bone pain (Pulido-Salas 1993).

Maranthaceae

Maranta arundinacea L. Sagu, papatlitla. DS-14268. The roots are used for dysentery, heartburn, inability to urinate, painful urination, hemorrhage, for swollen feet and other ailments by the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Martyniaceae

Martynia annua L., Martyniaceae, Gatuño, DS-14264.

Menispermaceae

Cocculus diversifolius DC.: Hierba del ojo. DS-14009, 14211. The leaves are swept over the head to relieve headache or stomach ache. The leaves are swept over the heads of children or mashed and rubbed on their stomach to quieten them. The leaves can be mashed with cold water, strained, and drunk as a treatment for headache. They also are used to diagnose and treat "el ojo". The leaves are swept over the entire body, but especially the eyes and mouth. These same leaves are mashed up with water. If the water becomes like gelatin, the person has "el ojo". The leaves are also mashed and drunk to treat diarrhea, headache, vomiting, and fever, some of the common symptoms of "el ojo". This plant is used to treat "ichich", an illness somewhat similar to "mal de ojo" by the Huastec Maya (Alcorn 1984). Also used to treat baby's green diarrhea. Other species of this genus contain benzylisoquinoline alkaloids and sesquiterpenoid picrotoxins (Seigler 1998).

Cissampelos pareira L., a related plant, is used to treat "mal de ojo" and green diarrhea by the Yucatec Maya (Ankli *et al.* 1999). This species is commonly used among the Huastec Mayans to treat "ichich", roughly similar to "mal de ojo", and a variety of other ailments (Alcorn 1984). The plant also has a reputation for treating bites of venomous snakes and has been used to prepare arrow poisons (Standley 1920-1926).

Moraceae

Brosimum alicastrum Swartz: Oite. DS-14021, 14141, 14149, 14161s, 14285m. The leaves of ojite are boiled and drunk as a tea for cough. The leaves also are reported to be useful for bronchitis and asthma (Martínez 1969). They are also used as a treatment for asthma. This species has been a major food plant in the past and is still used for food and medicinal purposes by the Huastec Mayans (Alcorn 1983, 1984). In the memory of one older informant from Gómez Farías, the fruits of ojite were consumed when other foods were not available in the 1920's although at present they are not regularly eaten. As is true for many other moraceous species, this plant contains latex (Standley 1920-1926), and may contain furanocoumarins (Seigler 1998).

Myrsinaceae

Ardisia escallonioides Schlecht. & Chamisso. Capulín agrio. The fruits are eaten. Used as a food and for treatment of dysentery by the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Myrtaceae

Eugenia. Pomarosa. DS-14112. The fruit of "pomarosa" is reported by an informant to be very sweet. Several species have this common name. Perhaps this one is a species of *Eugenia*, most likely *Eugenia origanoides* Berg. which is known to produce an edible fruit (Standley 1920-1926).

Psidium guajava L.: Guayabo (English guava). The leaves are boiled with anona and drunk as tea. The leaves of this species are usually combined with lantén (lantén) and drunk as tea for stomach problems and diarrhea. The bark of guayabo is boiled with bark of anona, nopal root, twig of malva china (*Corchorus siliquosus*, Tiliaceae), and bark or twigs of granada and drunk in the morning before eating. The leaves, roots and bark have been used as astringents against diarrhea (Alcorn 1984, Ankli *et al.* 1999, Martínez 1969, Pulido-Salas 1993).

The fruit of guayabo is used to alleviate the results of over-eating (mostly for children). They are cut into four pieces and boiled with starch; the liquid is then consumed as a tea.

Nyctaginaceae

Mirabilis jalapa L., (Fig. 7) Maravillas (English Four o'clocks), DS-14230. This plant is widely cultivated as an ornamental. It is used by the Huastec Maya as a medicinal plant (Alcorn 1983).

Pisonia aculeata L. DS-14224. Used for lashing house timbers together.

Oleaceae

Olea europaea L., aceituna, olivo. A tea made of the leaves is placed on the navel and the umbilical cord of small children.

Passifloraceae

Passiflora incarnata L. Pasiflora (English maypop). DS-14017. The fruit is eaten.

Passiflora sp. *Pasiflora*. DS-14092. Specimen with young fruits.

Phytolaccaceae

Agdestis clematidea DC. Hierba de difunta. DS-14137.

Rivina humilis L. DS-14018. Coralito (English rouge plant). The leaves are reported to be used for treating catarrh and wounds (Standley, 1920-1926). This plant is used by the Huastec Maya to treat snakebite, sores, parasites, worms, "espanto", and many other ailments (Alcorn 1984).

Piperaceae

Piper sp., bordón de viejo. DS-14010. Possibly *Piper amalago* C. DC. in DC.

Plantaginaceae

Plantago major L.: Lantén or llantén. The leaves are used for stomach problems. They are often boiled with guayabo leaves and drunk as tea. Leaves of lantén are used as a drug against dysentery and for burns, contusions, and ulcers of the mouth (Martínez 1969). This plant is known to contain iridoid monoterpenes (Seigler 1998).



Figura 7. *Mirabilis jalapa*. (Foto, Abdel Garcia).

Poaceae

Guadua aculeata Rupr. & Fourn.: Oate, Poaceae, a bamboo, used for wounds, DS-14234. This plant has dangerous thorns. Used to treat injuries and to provoke vomiting by the Huastec Maya (Alcorn 1984). Used as a contraceptive by women.

Punicaceae

Punica granatum L.: Granada (English pomegranate). This leaves or twigs of this plant are used to treat "granos" of the mouth. They are cooked with water and used as a mouthwash; after the mouth is rinsed, the liquid is spat out. The liquid can also be used for inflamed or sore throat. In this instance, it is gargled and a small amount swallowed. The tea of any part of the plant is used for toothache. It is used with bark of a nopal root, bark of guayabo, twig of malva china, and drunk in the morning before eating. The roots of this species contain isopelletierine and other alkaloids (Seigler 1998). The bark is rich in tannins (as much as 22%). The bark is useful as a vermifuge and a taeniafuge (Standley 1920-1926).

Rafflesiaceae

Bdallophytum americanum (R. Br.) Eichler ex Solms. DS-14099, 14285. Parasitic on *Bursera simaruba*.

Rhamnaceae

Not identified. Quebra fierro or quebrache. DS-14201, 14285h. Probably a *Rhamnus* species. Used for house construction. A common component of the secondary forest vegetation surrounding Gómez Farias.

Rosaceae

Crataegus mexicana Moc. & Sessé, tejocote, DS-14218. The fruit is eaten. The root is reported to have diuretic and antidysenteric properties (Standley 1920-1926).

Rosa alba L.: Rosa de Castilla. Many species are cultivated and hybrids are common. The flowers are boiled with baking soda, swished in the mouth and spat out to treat granos in the mouth. For a cold or flu (gripe), the flower is cooked and eaten with a Neo-Melubrina pill available at the local pharmacy. A flower boiled with hierba de papán (*Lygodium venustum*) is drunk as a tea for kidney pain. The flowers are boiled and used for children's upset stomach and for diarrhea. Roses contain hydrolyzable tannins (Seigler 1998).

Rubiaceae

Hamelia patens Jacq., zapote maduro, DS-14221. The fruit is acid and edible (Standley 1920-1926).

This plant is used by the Yucatec Maya as a treatment for inflammation and to treat small infections (Ankli *et al.* 1999). This is considered a medicinal plant by the Huastec Maya (Alcorn 1983, 1984).

Randia laetevirens Standley: Cruceto, crucillo. (DS-14007). The leaves are used as a tea for treating snake bite. *Randia laetevirens* Standley is used to treat constipation, to treat snakebite, and other uses by Huastec Maya (Alcorn, 1984). The fruits are considered edible. According to Martínez (1969), the fruits are a remedy against dysentery.

Rutaceae

Citrus aurantium L., naranjo agrio (English Seville orange), DS-14230. The fruits and leaves are used for several medicinal applications by the Huastec Maya (Alcorn 1984). This species is used by the Yucatec Maya to treat air in the stomach (Ankli *et al.* 1999).

Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle: Limón (English lime), DS-14089, 14110. The fruit juice and leaves are used for a variety of ailments by the Huastec Maya (Alcorn 1984). The leaves and young fruits are used by the Yucatec Maya to treat cough, asthma, and bronchitis (Ankli *et al.* 1999).

Citrus sinensis (L.) Osbeck: Naranja (English sweet orange). The leaves or bark are used as a tea to make one sleepy. The flowers are used to make a tea for the nerves, possibly with magnolia flowers. Leaves and bark of this species contain phenylpropanoids, monoterpenes, benzylisoquinoline alkaloids, flavonoids (Seigler 1998). The flowers are the source of a number of monoterpenes and sesquiterpenes (Seigler 1998).

Decatropis bicolor (Zacc.) Radlk. Capulin de la sierra. DS-14285m. Used for aches, diarrhea, gastrointestinal pain, and headaches by the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Murraya paniculata Jack. Limonaria. DS-14268. An ornamental plant.

Ptelea trifoliata L. Limoncillo de la sierra. DS-14162l. The roots have been used for dyspepsia and as a mild tonic (Standley 1920-1926). This species contains a number of alkaloids (Seigler 1998).

Ruta graveolens L.: Ruda (English rue). Leaves are boiled and used as a tea for stomach ache. A little of the liquid is put in the ear to cure earache [also used for this purpose in Quintana Roo (Pulido-Salas 1993)]. Leaves are swept over the body or used as a wash to quiet or calm crying children. This plant is used in many cultures (Ankli *et al.* 1999). Martínez (1969) and Standley (1920-1926) indicate that the plant is an emmenagogue and abortifacient. Ankli *et al.* (1999) indicate that the plant is used to treat "mal de ojo". This plant is well known to contain benzylisoquinoline alkaloids, furanocoumarins, and flavonoids (Seigler 1998).

Zanthoxylum cf. clava-herculis L. Chichón. DS-14111, 14233. Tea used for "granos" on leg. A decoction of the bark is said to be sudorific and to act as an arterial and nervous stimulant (Standley 1920-1926). Another *Zanthoxylum* species is used to treat "mal viento" and diarrhea by the Yucatec Maya (Ankli *et al.* 1999). Many species of this genus have been studied chemically. They often contain benzylisoquinoline alkaloids, lignans, coumarins, and amides (Hegnauer 1990, Seigler 1998).

Sapindaceae

Sapindus saponaria L., jaboncillo, DS-14216. The arils of the fruits of this and related species are widely used in Latin America as detergents. The fruit has been used as a febrifuge and for rheumatism and kidney disease. The arils contain as much as 37% saponins (Standley 1920-1926). The fruits have been used for stunning and capturing fish. The seeds contain cyanolipids (Seigler 1998).

Schizaeaceae

Lygodium venustum Sw. Hierba de papán. DS-14026. Tea of this plant is used for kidney problems. The shoots are used for stomach problems, for vomiting, for dysentery, the rhizomes for fever, and for other purposes by the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Smilacaceae

Smilax subpubescens DC., zarza, DS-14213, 14285o. The roots were stated to make good pulque. The roots are used to make pulque and are sold by the Huastec Maya (Alcorn 1984). This species was formerly of commercial significance as a source of sarsaparilla (Standley 1920-1926, Uphof 1959).

Solanaceae

Cestrum dumetorum Slechtendahl: Horcajuda, arcajuda. DS-14037. A young branch is swept over the entire body to relieve headache and tired calves. This also is used as a cure for espanto. Another person sweeps the leaves over the affected person. The end of a branch (cogollo) is boiled and drunk as a tea for cough. This species contains tropane alkaloids and saponins. This may be the same plant mentioned in Martínez (1969) as "horcajada" from Veracruz, also used for treating cough. Among the Huastec Maya, the leaves and shoots are used to treat cough, headache, vertigo, edema, aches, retention of afterbirth, warts and a variety of other ailments. The root and the bark are used to treat snakebite and toothache (Dominguez and Alcorn 1985). This is one of the most frequently used plants among the Huastec Maya (Alcorn 1984).

Solanum erianthum D. Don. Sosa. DS-14115, 14143, 14286. Used to make "té de malabar" for diabetics.

Sterculiaceae

Guazuma ulmifolia Lam., aquiche, guásimo. DS-14279. Leaves in a tea used to alleviate kidney problems (Pulido-Salas 1993). Among the Huastec Maya the bark is used for rash, childbirth, GI pain, diarrhea, dysentery, fever and a variety of other ailments (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985). The wood also is used for construction (Alcorn 1983, Pulido-Salas 1993). The bark and leaves of this plant are used by the Yucatec Maya to relieve pain in childbirth and as an abortifacient drug (Ankli *et al.* 1999). A tea of the leaves is used in Quintana Roo to relieve kidney problems (Pulido-Salas 1993). The fruits, when fresh, are fleshy or pulpy and have often been fed to livestock (Pennington and Sarukhán 1968). They have been eaten by people in times of scarcity (Standley 1920-1926).

Taxodiaceae

Taxodium mucronatum Ten. Sabino. DS-14033, 14145. The bark is taken as a tea 8 days after childbirth to clean out the system. Used by women at childbirth to promote natural birth. It is also used for inducing spontaneous abortion. The Huastec Maya utilize the bark in a similar manner (Alcorn 1984). The bark is used to treat bronchitis and is an emmenagogue (Martínez 1969). The wood is sometimes used for lumber.

Theaceae

Ternstroemia sylvatica Schlecht. and Chamisso: Trompillo (DS-14175, 14189, 14197, all collected near Ejido San José). Often sold as "flor de tila" in markets and widely used for the same purposes. Used as a calmant for the nerves.

Tiliaceae

Corchorus siliquosus L.: Malva china. DS-14022. The bark of guayabo is boiled with bark of annona, nopal root, twig of malva china, and bark or twigs of granada and drunk in the morning, before eating. A tea made from the whole plant is used as a wash for sores, the roots for diarrhea and other ailments by the Huastec Mayans (Alcorn 1984).

Ulmaceae

Aphananthe monoica (Hemsley) Leroy (based on Johnston *et al.* 1989). Palo quebrache. DS-14013, 14051, 14162n, 14199. *Mirandaceltis monoica* (Hemsl.) Sharp is commonly used in the literature (Pennington and Sarukhán 1968). This species is a common component of the secondary forest vegetation and is often used for house construction.

Trema micrantha (L.) Blume. DS-14275. The plant is reported as useful for measles and for enemas among the Huastec Mayans (Alcorn 1984). The bark is used to tie or fasten various objects (Pennington and Sarukhán 1968).

Verbenaceae

Lantana camara L. (Fig. 8) Pionia (English lantana). DS-14029. Among the Huastec Maya, the roots are used for dysentery, gastrointestinal pain, toothache, uterine hemorrhage, excess menstrual discharge and other ailments (Alcorn 1984, Dominguez and Alcorn 1985). The leaves are used for GI pain, diarrhea, urinary difficulty, constipation, earache, and aches. A decoction of the leaves is sometimes employed as a remedy for rheumatism and as a tonic for the stomach (Standley 1926). The plant causes photosensitization of livestock (Seigler 1998).

Lippia dulcis Trevir: Hierba dulce. DS-14079, 14267. The sweet tasting leaves are used for treatment of worms, stomach trouble, gastrointestinal pain, mouth sores, vomiting, tiredness, jaundice and other ailments (Alcorn 1984). Used for ear pain in Quintana Roo (Pulido-Salas 1993). Tea made from the plant is a common remedy for colic and colds (Standley 1920-1926).



Figura 8. *Lantana camara*. (Foto, Abdel García).

Vitaceae

Vitis cf. cinerea Michx. Parra. DS-14263.

Zingiberaceae

Zingiber officinale Roscoe: Añjibre or jenjibre, (English ginger), DS-14126. The rhizomes are used for any type of pain, even for heart pain. They are used to make a tea or eaten raw. Sometimes rhizomes are boiled with magnolia flowers and manzanilla and drunk as tea. Among the Yucatec Maya, the plant is used to treat indigestion and air in the stomach (Ankli *et al.* 1999). The plant is known to contain sesquiterpenes (Seigler 1998).

Family unknown

Not identified, asada, *Yucca* sp. DS-14032.

Not identified, granadillo, DS-14121 used to treat granos. The affected part is bathed with tea from the leaves. Possibly *Agonandra obtusifolia*.

Opiliaceae

Not identified, resollo de buey, DS-14265. A liana with opposite, simple leaves. The flowers are roasted and eaten when someone is ill.

Not identified "sassafras", DS-14124. Possibly *Aralia regeliana* Marchal. The bark or stem is used for stomach problems.

55. Etnobotánica de los solares

Claudia E. González Romo¹ y Montserrat Gispert Cruells²

¹Inst. de Ecología y Alimentos Universidad Autónoma de Tamaulipas
Blv. A. López Mateos, 928 Cd. Victoria, Tamaulipas, 87040. MÉXICO

²Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F., MÉXICO

Abstract

From the previous homegardens study by Hernández and González, and fieldwork with a human community in the Biosphere Reserve, the ethnobotanical knowledge was analysed based on the acquisition, transmission, and collectivization of knowledge on two environmentally similar human settlements: the ejidos Alta Cima (Gómez Farias county, El Cielo Biosphere Reserve), and Aniceto Medrano/Allende (Tula county), located at ca. 1,000 m asl on tropical deciduous forest and cloud forest transition. The results showed that 24% of wild and cultivated plant species are commonly known and used.

Introducción

En el país se han realizado algunas investigaciones etnobotánicas sobre huertos familiares, donde se describen rasgos biológicos, utilitarios y funcionales de los mismos (Hernández y González 1990, Caballero 1992). Escasos son aquellos trabajos que describen y analizan el proceso de adquisición, transmisión y colectivización del conocimiento de especies vegetales en comunidades humanas de reciente asentamiento, donde el entorno vegetal tiene un impacto en la mayoría de los pobladores (Lazos y Alvarez 1988, Gispert y Gómez 1986). En el Noreste de México, en particular Tamaulipas, se comenzó a abordar su estudio con el propósito e interés de aportar conocimiento etnobotánico sobre medios naturales transformados (Hernández y González 1991). Los criterios seguidos para elegir las comunidades de estudio fueron la similitud en sus condiciones ambientales (clima, tipos de vegetación, altitud, entre otros) y que son asentamientos recientes (< de 75 años). Los objetivos de la investigación fueron conocer la composición florística en los solares, familiar y comunal, destacando las plantas utilizadas y manejadas en común, para comprender el proceso de adquisición, transmisión y socialización del conocimiento etnobotánico.

Además, aportar información etnobotánica acerca de la importancia de los recursos vegetales.

Descripción de las áreas de estudio

Alta Cima

Es una de las comunidades más pobladas y organizadas de la Reserva se localiza en un valle a 950 m snm, rodeado de elevaciones montañosas de 1,100 a 1,400 m snm. Se encuentra cubierta de bosque tropical subcaducifolio mezclado con bosque mesófilo en las partes más altas, así como encino y pino (**Fig. 1**). Alta Cima fue una comunidad maderera, y se fundó como ejido en 1943 con 23 beneficiarios dotados de 1158 has, en la localidad Casa de Piedra, emigrando después al asentamiento actual. Las 15 familias colonizadoras primordialmente son originarias de Gómez Farias, y algunos provenientes de los estados de Hidalgo y Michoacán. Los actuales descendientes (135 habitantes distribuidos en 24 familias y siete vecinos), poseen un acervo cultural y ecológico propio al lugar donde nacieron y se asentaron sus antecesores paternos (Medellín y Contreras 1994). El solar puede ser compartido hasta por tres familias (hijos casados), llegando a encontrarse en ocasiones hasta 16 miembros familiares. Cuatro a cinco apellidos son los usuales en la comunidad, existiendo, al parecer un parentesco que continúa y conserva la unidad comunal. Tiene escuela primaria de un aula para los seis grados, en 1988 había dos maestros mientras que en 1994 había sólo una maestra. Un maestro de preescolar imparte en el local del comité ejidal. Recientemente se inició la telesecundaria en el lugar, mientras que en 1988 las únicas opciones eran trasladarse cuatro horas a la secundaria de Loma Alta, y a la telesecundaria en Gómez Farias. Alta Cima carece de drenaje, y no tenía electricidad hasta 1995 que se introdujeron celdas solares (Medellín y Contreras 1994). Sus pobladores se surten de agua a través de tubería que la traslada desde el manantial cercano a Los Campamentos. Este mismo abastece a la cabecera municipal de Gómez Farias. En 1988 no existía transporte colectivo y sólo tres personas poseían vehículo particular donde transportaban diversos productos y personas, la otra forma era a través del



Figura 1. Alta Cima una de las comunidades mas pobladas y mejor organizadas de la Reserva.

camión del comprador de palmilla, una vez por semana. En la actualidad, varios pobladores poseen vehículos y la comunicación con Gómez Farias es constante. Hasta hace cinco años (2000), se instalaron equipos de comunicación por radio en una Ecotienda y Restaurant llamado La Fé, así como en una tienda particular. Actualmente existen líneas de telefonía celular en algunas casas particulares y en las instalaciones del albergue conocido como El Pino.

Los servicios de salud pública llegan con las campañas nacionales de vacunación, con las jornadas del DIF (desarrollo integral de la familia) estatal a través del Programa 240, con el PRONASOL (Programa Nacional de Solidaridad para zonas deprimidas), se atienden en el Centro de Salud "B" en la cabecera municipal, y en Cd. Mante. Esta localidad, se dedicó hasta 1986 a la extracción de madera en rollo que terminó con la expiración del permiso y el decreto de área natural protegida en 1985.

La principal actividad económica de las familias del ejido es la extracción de "palmilla" (*Chamaedorea radicalis*), que en los últimos 14 años ha substituído a la agricultura de subsistencia, maíz y frijol y en los últimos años, la actividad de guías ecoturísticas y prestadores de servicios, como alternativa de ingresos.

En los solares tienen producción de hortalizas, nopal y de frutas, duraznos, guayabas y algunos cítricos para venta. La mayoría posee animales de traspatio, cerdos y aves de corral (gallinas, guajolotes en algunos casos). Algunos poseen borregos tropicales y ganado vacuno para venta en pie, obteniendo de manera ocasional productos lácteos de autoconsumo. Los asnos y caballos son para transporte principalmente. Del medio silvestre utilizan ocasionalmente para su consumo doméstico especies animales como el "temazate" (*Mazama americana*), el amadillo (*Dasyus novemcinctus*) y los "ajoles" (*Penelope purpurascens*). A finales de la década de los noventa (1998-1999), la Cooperativa de mujeres La Fé estableció una unidad de manejo medioambiental (UMA) para recuperación de especies como ajol, hocofaisán, guacamaya y chachalaca (González y Medellín 2000).

Aniceto Medrano o Allende

Está situado en los pliegues del macizo denominado Sierra de la Argentina (Sierra Madre Oriental), a los 99° 31' de Latitud N y a los 22° 56' de Longitud W, a 1,100 m snm, en las inmediaciones del camino Ocampo Tula, en la zona limítrofe de ambos

municipios, políticamente pertenece al municipio de Tula. Fundado en 1928 con 50 jefes de familia provenientes de los municipios de Tula, Ocampo y Palmillas dotados con 1,362 has (SRA 1984). En 1990 había 80 habitantes (INEGI 1990). Actualmente, es una población de 54 habitantes (INEGI 2000). Tiene escuela de un aula para los seis grados de primaria atendida por un solo maestro. Para cursar los estudios de secundaria y el servicio médico necesitan desplazarse a Tula al Centro Médico y el Seguro Social. Hay una persona que es médico tradicional, y cura enfermedades psico somáticas como el "susto" y el "mal de ojo".

Las principales actividades productivas de los habitantes del lugar son la agricultura de subsistencia de maíz, frijol y calabaza para autoconsumo, y complementan con plátano, durazno, y guayaba. La extracción de madera de cedro (*Cedrela odorata* Roem) es local para artefactos de uso doméstico y agrícola, tales como: bateas, cucharas, mesas, patas para catres, manceras, tepetates, travesaños de casas. Durante el ciclo agrícola, también se realiza el corte de la "palmilla" (*Chamaedorea radicalis*). Algunos ejidatarios poseen ganado vacuno, caprino, porcino y aviar (gallinas y guajolotes), los dos primeros tipos de ganado son susceptibles de venta y, en menor proporción los dos últimos, que son de autoconsumo.

Las mulas y caballos se utilizan en el arado en la preparación de las áreas de cultivo y la transportación de diversos productos materiales. Algunas familias producen miel de autoconsumo, en colmenas o "butanos", fabricados con troncos de "palma pita" (*Yucca filifera* Trel.).

Metodología

El método que se siguió para el presente estudio etnobotánico sobre solares o huertos, consta de los siguientes pasos (Alexiades 1996, Cotton 1996, Gispert y González 1993, Martín 1995):

1) Introducción a la comunidad: Se realizó con el apoyo de las autoridades ejidales en turno, explicándose en cada caso los propósitos de la investigación y solicitando autorización para poder trabajar en cada comunidad.

2) Elección de los sitios de muestreo: Se analizó la información en las dos poblaciones; para Aniceto Medrano se estudiaron todos los solares, mientras para Alta Cima se eligieron seis, considerando aquellos en los que hubo disposición de cooperación por parte de la familia.

3) Obtención de la información etnobotánica: Se cuestionó a los integrantes de la familia, sobre los nombres y usos de las plantas presentes en el solar.

Además, se condujeron entrevistas orales de manera libre (sin el empleo de encuesta) sobre la realización de diversas labores cotidianas en el solar.

4) Colecta de material botánico *in situ* (en el solar y en la vegetación circundante). Ambos se llevaron a la práctica en compañía de algún miembro de la familia de modo simultáneo a la obtención de datos etnobotánicos.

5) Identificación botánica: El material vegetal se identificó, etiquetó y depositó en el Herbario de Tamaulipas (UAT) (Lot y Chiang 1986). Cada espécimen voucher de herbario contenía la información etnobotánica (Bye 1986, Hunn 1992, Cotton 1996).

6) Sistematización y análisis de los resultados obtenidos. Se elaboraron listas florísticas por usos, formas biológicas, vegetación, origen de las especies cultivadas, familia botánica y nombres comunes. El trabajo se realizó en un lapso de 13 meses durante 1986, 1987 y 1988, y los datos se verificaron y actualizaron en 1998. Se colectaron 99 números de especímenes botánicos en Alta Cima y 140 en Aniceto Medrano.

Características, forma y manejo de los solares

Los datos obtenidos sugieren que el diseño de los solares en general, es obra de las mujeres, quienes organizan las plantas según el lugar específico elegido para su desarrollo y es conformado de acuerdo a una fisonomía muy particular. Hay excepciones al respecto, en el ejido Aniceto Medrano, un padre de familia intervino de manera decisiva en el diseño de su solar.

La estructura de los solares está conformada por diversos niveles de organización, el estrato herbáceo predomina, siguiendo el arbustivo y por último el arbóreo. Dichos niveles son resultado de la manera en que las personas colocan las plantas destinadas a medicina, ritos, alimento, condimento, ornato y sombra (Fig. 2). La ubicación espacial de los vegetales en los dos ejidos sigue un patrón similar: Cerca de la casa habitación se siembran las especies de ornato, para condimento y remedios. Las primeras se utilizan para adornar la vivienda y las dos últimas para tenerlas a la mano y dar sabor a los guisos, curarse o aliviarse de los padecimientos y enfermedades más comunes.

Estas agrupaciones están conformadas principalmente por especies herbáceas y subarbustivas. Hacia la parte posterior de la vivienda, se encuentran las especies arbustivas y arbóreas, que en su mayoría son frutales y de sombra (Fig. 3).



Figura 2. La estructura de los solares tiene diversos niveles de acuerdo a la colocación de las plantas para medicina, alimento, condimento, ornato, sombra.



Figura 3. De la ubicación de las casas dependen las plantas de ornato y condimento.

El diseño y la estructura, se rompen en ocasiones, por la presencia de especies silvestres del entorno, que se establecen al azar en cualquier punto del terreno, siendo toleradas, por ejemplo *Buddleia sessiliflora* (para escobas), *Sida rhombifolia* (escobas), *Oenothera rosea* (medicinal), *Rubus sapidus* (frutos comestibles), *Asclepias curassavica* (medicinal).

Algunos árboles se siembran en la parte delantera de la casa, y son elegidos por las características de su sombra, la producción de frutos o de flores (Fig. 4). La siembra y el cuidado de los solares están relacionados con la división de géneros en el trabajo. Las mujeres y las niñas se encargan de sembrar las plantas herbáceas y subarborescentes. Mientras los hombres y los niños, plantan los árboles frutales y quienes realizan la técnica del injerto de los mismos. Los cuidados más delicados conciernen al género femenino, entre los más comunes son:

- a) La recolección de semillas, frutos, bulbos y cormos, los cuales se almacenan para la siguiente siembra.
- b) El riego de algunas plantas con mayor requerimiento de humedad.
- c) La protección mecánica o ritual de las plantas, en ciertas especies o plántulas de crecimiento muy denso o de mayor cuidado son cercadas con

varas, ramas secas o espinosas, estacas, alambre, botes y lantitas.

d) La propagación por semillas o por esquejes en "botas" (bolsas de polietileno), latas de diferentes tamaños o en semilleros.

e) El trasplante de plántulas, o esquejes, al espacio escogido previamente.

f) La protección mágico religiosa de las plantas, ésta fue observada sólo para las especies frutales, atándoseles un listón rojo como protección contra los eclipses, que según su cosmovisión provoca que no se lleve a cabo la fructificación y la caída temprana del fruto.

Los varones se dedican según la tradición, a las tareas que requieren de mayor vigor físico, tales como:

- a) Remoción general de la tierra del solar.
- b) El transporte del material para la protección de las plantas frágiles y la poda de los frutales.

Entre las funciones en común de ambos sexos, destacan:

- a) La fertilización con abono orgánico (estiércol, rastrojo, desechos de alimento).
- b) Deshierbe o "desquelite" de arvenses invasoras en los cultivos.



Figura 4. Algunos árboles se siembran en la parte delantera de la casa, escogidos por su sombra, la producción de frutos o de flores.

Categorías de manejo

En las dos comunidades, se distinguen tres categorías de manejo de las plantas: Las cultivadas, las toleradas y las fomentadas.

Las cultivadas, son especies domesticadas o han sido sometidas a manejo hortícola en sus lugares de origen, provienen de América del Norte y del Sur, Asia, y África, Europa y Oceanía, además incluye especies nativas a México.

Las toleradas, son especies que dejan durante el desmonte o deshierbe en los solares incluye especies arvenses útiles asociadas a cultivos.

Las fomentadas son especies que se favorecen intencionalmente para que su disponibilidad sea abundante y su dispersión aumente (Casas *et al.* 1996, 1994).

Especies, categorías de uso, formas biológicas e interacciones de manejo

Un total 203 especies vegetales están presentes en los solares de ambas comunidades, compartiendo 48 (24% de similitud). De estas últimas, 33 (69%) son cultivadas y 15 (31%) son silvestres (siete toleradas y ocho fomentadas) en las categorías de ornamental, comestible, medicinal y otros usos (escobas, utensilios, construcción, cercas vivas). Las formas biológicas de estas 48 especies compartidas, se reparten en 28 herbáceas, siete arbóreas, diez arbustivas y tres bejucos (**Cuadro 1**).

Del total de las 203 especies, 99 (49%) corresponden al ejido Alta Cima y 104 (51%) al ejido Aniceto Medrano (Hernández y González 1990). En Alta Cima las 99 especies se agruparon en 28 (28.3%) silvestres (13 toleradas y 15 fomentadas) y 71 (71.7%) cultivadas. En esta comunidad el número de especies vegetales por uso es como sigue: de las silvestres diez son medicinales, 12 ornamentales, cuatro comestibles y tres de otros usos (**Cuadro 2**). De las cultivadas nativas de México se encontraron: una medicinal, dos de ornato y cinco comestibles (**Cuadro 3**).

De las cultivadas introducidas de otros continentes o países fuera de México, 12 medicinales, 39 ornamentales, 19 comestibles y cuatro de otros usos. Dado que seis especies tienen uso múltiple, el número global de especies usadas aumenta a 111 especies (29 silvestres y 82 cultivadas). Se distinguieron cuatro formas biológicas, las predominantes son las hierbas con 58 especies, seguidas de los arbustos con 21, los árboles con 16 especies, y los bejucos representados únicamente por cuatro especies.

En el ejido Aniceto Medrano los resultados de las 104 especies obtenidas, se asignaron como sigue: 73 cultivadas; las 31 especies silvestres son 16 toleradas y 15 fomentadas. Las especies silvestres se agruparon en ocho medicinales, ocho ornamentales, tres comestibles y 14 de otros usos.

Cuadro 1. Números de especies compartidas por categoría de uso y forma de manejo de los solares de Alta Cima y Aniceto Medrano.

Categoría de Uso	Forma de Manejo			
	Fomentadas	Toleradas	Cultivadas	
Medicinal	3	6	17	
Comestible	2	1	20	
Ornamental	11	1	44	
Otros usos*	0	6	4	
Número de especies**	8 (16%)	7(15%)	33 (69%)	
	Anuales	Perennes		
Formas biológicas	Hierbas	Bejucos	Árboles	Arbustos
Número de especies	28	3	7	10

* construcción, utensilios domésticos, escobas, cercas vivas.

** los números totales de especies por forma de manejo no coinciden con las categorías de uso porque una especie dada puede tener mas de un uso.

Cuadro 2. Especies Silvestres Fomentadas y Toleradas de Alta Cima.

Medicinales	Categorías de Uso		
	Comestibles	Ornamentales	Otros usos
<i>Asclepias curassavica</i> *	<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Abutilon fruticosum</i>	<i>Acacia farnesiana</i>
<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Bouvardia ternifolia</i>	<i>Buddleia sessiliflora</i>
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Rubus sapidus</i> *	<i>Castilleja sessiliflora</i> *	<i>Rivina humilis</i> *
<i>Buddleia americana</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Celosia cirstata</i>	
<i>Cestrum dumetorum</i>		<i>Cuphea hyssopifolia</i>	
<i>Hetheroteca inuloides</i>		<i>Encyclia cochleata</i>	
<i>Jacobinia incana</i>		<i>Iresine herbstii</i>	
<i>Sida acuta</i> *		<i>Isochilus linearis</i> *	
<i>Sida rhombifolia</i>		<i>Lycaste aromatica</i>	
<i>Teucrium cubense</i>		<i>Sida acuta</i> *	
		<i>Sida rhombifolia</i>	
		<i>Stanophea tigrina</i> *	

* especies compartidas con Aniceto Medrano

Cuadro 3. Especies Cultivadas nativas de México en Alta Cima.

Medicinales	Categoría de Uso	
	Comestibles	Ornamentales
<i>Psidium guajava</i> *	<i>Cucurbita pepo</i> *	<i>Montanoa grandiflora</i>
	<i>Opuntia ficus-indica</i>	<i>Verbena canadensis</i>
	<i>Persea americana</i> *	
	<i>Psidium guajava</i> *	
	<i>Sechium edule</i> *	

* especies compartidas con Aniceto Medrano.

De la misma forma las especies cultivadas cuentan con diez medicinales, 46 ornamentales, 17 comestibles y 4 de otros usos. Se observaron también cuatro formas biológicas que contienen 53 hierbas, 17 árboles, 30 arbustos y cuatro bejucos. En ambos ejidos el número de especies arbóreas es muy similar.

Se analizó cuántas y cuáles coincidían en usos múltiples, resultando diez especies, con dos usos nueve especies y una especie con tres usos. En donde *Persea americana* Mill (aguacate) y *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (naranja), son utilizadas tanto por sus frutos comestibles, como por su follaje de sombra. En el caso de *Psidium guajava* L. (guayaba), sus frutos son comestibles y sus hojas medicinales. Mientras que *Coriandrum sativum* (Cilantro) y *Mentha piperita* (Menta) son utilizadas sus hojas como condimento y medicinal.

Sida acuta y *Sida rhombifolia* son especies silvestres utilizadas como medicinales, tanto la raíz como ramas y hojas, y son ornamentales. *Eryobotrya japonica* es utilizada como ornamental (sombra), sus frutos son comestibles y los frutos son medicinales.

Proceso de adquisición, transmisión y socialización

El conocimiento de las plantas en el seno familiar se adquiere por el método tradicional de transmisión oral de las personas mayores a las jóvenes, dentro del hogar (Gispert y González 1993). En ambos ejidos los niños y las niñas (sean hermanos, primos o sobrinos), son elementos introductores de conocimiento y de elementos vegetales, por ser una de sus tareas, sacar a pastar las cabras, donde,

mientras las vigilan, suelen jugar con las flores y los frutos de la vegetación silvestre experimentando con aquellos que llaman su atención, por su textura, aroma, sabor, apariencia, otorgándoles nombres una vez probados, sentidos y percibidos. Aún cuando esto resulta parte del entretenimiento, es una forma más de adquirir nuevo conocimiento, o bien, de reafirmarlo, lo que permite aumentar y enriquecer el acervo etnobotánico familiar.

La adquisición del conocimiento y del recurso vegetal, a nivel intracomunal, se puede dar con el intercambio de recetas de preparación de alimentos, y remedios. Con métodos novedosos de siembra, y de cuidados de adaptación a distintas plantas, fundamentalmente entre los vecinos, compadres y amigos por medio de la compra, el intercambio, el obsequio e inclusive, se da el caso de apropiación del recurso sin autorización (frecuente en la "niñería" según Gispert y Gómez 1986). A nivel extracomunal, tanto el intercambio como el conocimiento etnobotánico, se pueden adquirir y transmitir de diferentes maneras, las más comunes son: la llegada de parientes y amigos con material botánico; la salida a los lugares de origen o a visitas a otras comunidades rurales, zonas urbanas; la concurrencia a mercados, centros de abasto o tiendas misceláneas; la entrada de vendedores ambulantes a los ejidos; los medios masivos de comunicación (radio y televisión), y la transmisión escrita en periódicos, revistas, folletos y libros. El proceso de adquisición y transmisión en la comunidad da como resultado la socialización del conocimiento y de los elementos vegetales (Gispert 1986). Esta socialización, se demuestra en el total de las 188 especies botánicas obtenidas en las dos localidades, donde 45 son las mismas (Apéndice 1), representando el 24% global y como de la particularización de 143 que son distintas.

Discusión

En las dos zonas, el proceso de adquisición, transmisión y socialización da lugar a una homogenización y heterogenización del conocimiento etnobotánico. La homogeneización se muestra en las 48 especies compartidas, de este total, 34 son cultivadas, lo que permite vislumbrar que la tradición de la transmisión oral y el intercambio de material botánico cultivado se ha mantenido en las comunidades rurales por dos situaciones: la adaptación al medio y la apropiación a la cultura según las cualidades, aspecto y textura. Esto se ejemplifica con las 22 especies exóticas en común, la mayoría provienen del continente europeo y asiático, en particular, de la región Mediterránea y de Asia Menor, introducidas al país por los españoles (Apéndice 1).

Un elemento adicional que explica la homogenización, es la permanencia socializada del conocimiento tradicional, donde la transmisión se realiza entre diferentes generaciones. La tradición oral de manifestar las experiencias cotidianas a través de la palabra del discurso, la cual expresa dicha memoria oral de los personajes y que representa el decir. La acción es la que da constatación de los hechos, representa el hacer.

En la vida cotidiana, a veces el discurso el decir difiere de la práctica el hacer.

Literatura citada

- Alexiades, M.N. 1996.** Protocol for conducting Ethnobotanical Research in the Tropics. In: **Alexiades, M.N.** (Ed.), *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, p.5-18.
- Alexiades, M.N. 1996b.** Collecting Ethnobotanical Data: An Introduction to Basic Concepts and Techniques. In: **Alexiades, M.N.** (Ed.), *Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, p.53-94.
- Bye, R. 1986.** Voucher specimens in ethnobiological studies and publications. *Journal of Ethnobiology*, 6(1):1-8.
- Caballero, J. 1992.** Maya Homegardens: Past, present, and future. *Etnoecologica*, 1(1):35-54
- Casas, A., M.C. Vázquez, J.L. Viveros y J. Caballero. 1996.** Plant Management Among the Nahuatl and the Mixtec in the Balsas River Basin, Mexico: An ethnobotanical approach to the study of plant domestication. *Human Ecology* 24(4):455-478.
- Casas, A., J.L. Viveros y J. Caballero. 1994.** *Etnobotánica Mixteca. Sociedad, Cultura y Recursos Naturales en la Montaña de Guerrero*. Consejo Nacional para la Cultura y la Artes/Instituto Nacional Indigenista. Presencias 67. México, D.F. 366 pp.
- Cotton, C.M. 1996.** *Ethnobotany. Principles and Applications*. J. Wiley & Sons, England, p. 113.
- Gispert, M y C. González Romo. 1993.** Plantas Comestibles-Plantas Medicinales ¿matrimonio en concordia?. *Antropológicas. Nueva Serie* 7:58-64.
- Gispert, M. y A. Gómez. 1986.** Plantas Medicinales Silvestres: el proceso de adquisición, transmisión y colectivización del conocimiento vegetal. *Biotica*, 11(2): 113-125
- Gispert, M., N. Diego, J. Jiménez, C. Gómez, J.M. Quintanilla y L. García. 1979.** Un nuevo enfoque en la metodología etnobotánica en México. *Medicina Tradicional* 2(7): 41-52.
- Hernández S., L. y C. E. González Romo. 1990.** El uso de la flora de los solares en Tamaulipas. *Biotam*, 1(4): 26-52.
- Hernández S., L., C. E. González Romo y F. González Medrano. 1991.** Plantas Útiles de Tamaulipas, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México Ser. Bot.*, 62(1):1-38.
- Hunn, E. 1992.** The use of sound recordings as voucher specimens and stimulus materials in ethnozoological research. *Journal of Ethnobiology* 12(2):187-202.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1990.** *Tamaulipas. XI Censo INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda.* p.92.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 2000.** *XII Censo general de Población y Vivienda.* INEGI.
- Lazos Chavero, E. y E. Alvarez-Buylla. 1988.** Ethnobotany in a Tropical-Humid region: The homegardens of Balzapote, Veracruz, México. *Journal of Ethnobiology* 8(1):45-80
- Lot, A. y F. Chiang. 1986.** *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos.* Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., México.
- Martin, G. J. 1995.** Ethnobotany. A methods manual. Chapman & Hall WWF, UNESCO, Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. *Peoples and Plant Manual* No. 1. London. 268 pp.
- Medellín, S. y C.E. González R. 2000.** Local knowledge allied to the conservation of El Cielo Biosphere Reserve, Tamaulipas, Mexico. *Proceedings 7 th Congress International Society of Ethnobiology.* Athens, Georgia. 12 p.
- Medellín, S. 1993.** Alta Cimas: Transición de Selva Median subperennifolia y bosque Mesófilo de Montaña. Apéndice. *Biotam* 4 (3):52.
- Medellín, S. y A. Contreras H. 1994.** *Plan comunitario de manejo de Recursos Naturales del ejido Alta Cimas.* Serie Desarrollo Comunitario 2. Instituto de Ecología, A.C. y Terra Nostra A.C., WWF-BPS-WRI.
- Ortega, M. 1993.** Aprovechamientos Forestales en la Reserva de la biosfera "El Cielo". *Biotam* 4(3):10-18
- SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA. 1984.** *Carpetas ejidales de Tamaulipas.* Mimeo.
- Valient-Banuet, A., F. González y D. Piñero. 1995.** La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 33:1-36.

Apéndice 1. Listado Florístico de los Solares de Alta Cima, Gómez Farías y Aniceto Medrano, Tula.

Taxa	Nombre Comun	Uso	F. Biol.	Veg.	País	Interacción biológica	Voucher
ACANTHACEAE							
<i>Jacobinia incana</i> (Nees) Hemsl.	Muñile	Medicinal	Arbusto	BTC		Fomentada	41, 80 RF
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims		Ornamental	Hierba		Africa	Cultivada	57 RF
AMARANTHACEAE							
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quelite	Comestible	Hierba	VS		Fomentada	83 RF
<i>Celosia cristata</i> L.	Mano de león	Ornamental	Hierba	BTC		Fomentada	21 RF
<i>Iresine herbstii</i> Hook.		Ornamental	Hierba	BTC		Tolerada	64 RF
AMARYLLIDACEAE							
<i>*Zephyranthes grandiflora</i> Lindl.	Flor de mayo	Ornamental	Hierba		Am Trop	Cultivada	86, 188 RF
APIACEAE							
<i>Apium graveolens</i> L.	Apio	Com, Med.	Hierba		Europa	Cultivada	68 RF
<i>*Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro	Com, Med.	Hierba		Europa	Cultivada	38, 73 RF
<i>Daucus carota</i> L. var. <i>sativa</i> DC	Zanahoria	Comestible	Hierba		Euro, Asia Africa	Cultivada	36 RF
APOCYNACEAE							
<i>*Nerium oleander</i> L.	Narciso	Ornamental	Arbusto		Europa	Cultivada	218 RF
ASCLEPIADACEAE							
<i>*Asclepias curassavica</i> L.	Chipus, venenillo	Medicinal	Hierba	VS		Tolerada	3,53,68,84 RF
ASTERACEAE							
<i>Bidens pilosa</i> L.	Aceitilla	Medicinal	Hierba	BTC		Tolerada	37 RF
<i>Calendula officinalis</i> L.	Rayo de sol	Ornamental	Hierba		Europa	Cultivada	12 RF
<i>Callistephus chinensis</i> Nees	Margaritón	Ornamental	Arbol		Asia	Cultivada	49 RF
<i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat.	Crisantemo	Ornamental	Hierba		Asia	Cultivada	s/n
<i>Chrysanthemum parthenium</i> (L.) Bernb.	Altamisa	Medicinal	Hierba		Europa	Cultivada	s/n
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Invierno	Ornamental	Hierba	BE		Cultivada	
<i>Heterotelea inuloides</i> Cass	Árnica	Medicinal	Bejuco	BTSC		Fomentada	81 RF
<i>Montanoa grandiflora</i> Alam ex DC	Margaritón	Ornamental	Arbusto		Am Trop	Cultivada	49 RF

Sección: VII. Dimensión Humana

BALSAMINACEAE						
<i>*Impatiens</i>						
<i>balsamina</i> L.	Belén	Ornamental	Hierba		Asia	Cultivada 32 RF
BEGONIACEAE						
<i>Begonia</i> sp.	Begonia	Ornamental	Hierba		Am Trop	Cultivada 77 RF
CACTACEAE						
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill	Nopal de Castilla	Comestible	Árbol		México	Cultivada 39 RF
CANNACEAE						
<i>Canna indica</i> L.	Coyol	Ornamental	Hierba	BTC		Cultivada 79 RF
CAPRIFOLIACEAE						
<i>Sambucus nigra</i> L.	Saúco, encaje	Med, Otro uso	Arbusto		Europa, Asia	Cultivada 72 RF
CRASSULACEAE						
<i>Kalanchoe</i>						
<i>blossfeldiana</i> V. Poell.	Siempre viva	Ornamental	Hierba		Asia	Cultivada s/n
<i>Sedum rosea</i> Scop.	Flor verde	Ornamental	Hierba		Am	Cultivada 32b RF
<i>Sedum spurium</i> Bieb.	Siempre viva	Ornamental	Hierba		Europa	Cultivada 34 RF
CUCURBITACEAE						
<i>*Cucurbita maxima</i>						
Duch.	Calabaza de Castilla	Comestible	Bejuco		Am Central	Cultivada 190 RF
<i>*Cucurbita pepo</i> L.	Calabaza	Comestible letume	Bejuco		Méx, Am. Central	Cultivada 189, 191 RF
<i>*Sesquium edule</i> L.	Chayote	Comestible	Bejuco		Méx, Guat	Cultivada 192, 193 RF
CUPRESSACEAE						
<i>Cupressus glabra</i> Sw.	Pino	Ornamental	Árbol		Am. del Norte	Cultivada 76 RF
EUPHORBIACEAE						
<i>*Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	Medicinal	Arbusto		China	Cultivada 44 RF
FABACEAE						
<i>Acacia farnesiana</i> Willd.						
	Huizache	Med., Otro uso	Árbol	VS		Tolerada 50 RF
GERANIACEAE						
<i>*Pelargonium hortorum</i> Bailey						
	Geranio	Ornamental	Hierba		África	Cultivada s/n
IRIDACEAE						
<i>*Gladiolus gandavensis</i> L.						
	Gladiola	Ornamental	Hierba		África	Cultivada s/n
LAMIACEAE						
<i>Mentha piperita</i> L.						
	Hierbabuena	Med, Com.	Hierba		Europa	Cultivada s/n
<i>Ocimum basilicum</i> L.						
	Albacar	Medicinal	Hierba		Asia, África	Cultivada 40 RF
<i>*Rosmarinus officinalis</i> L.						
	Romero	Ornamental	Arbusto		Europa	Cultivada s/n
<i>*Teucrium cubense</i> Jacq.						
	Verbena	Medicinal	Hierba	VS		Tolerada 42 RF
LAURACEAE						
<i>*Persea americana</i> Mill	Aguacate	Comestible	Árbol		México	Cultivada 14 RF
LILIACEAE						
<i>*Hemerocallis flava</i> L.	Lirio amarillo	Ornamental	Hierba		Japón	Cultivada 65 RF
LOBELIACEAE						
<i>Lobelia tenuir.</i> Brown						
		Ornamental	Hierba		Australia	Cultivada 66 RF
LOGANIACEAE						
<i>Buddleia americana</i> L.						
	Tepozán	Medicinal	Árbol	BTC		Tolerada 31 RF
<i>Buddleia sessiliflora</i> Kunth.						
	Tepozán	Otros usos	Arbusto	BTC		Tolerada 9, 51 RF
LYTHRACEAE						
<i>Cuphea hyssopifolia</i> Kunth						
	Mosca	Ornamental	Hierba	BTC		Fomentada 70 RF, 678 CGR
<i>*Lagstroemia indica</i> L.						
	Crespón	Ornamental	Arbusto		Asia	Cultivada s/n
MALVACEAE						
<i>*Abutilon fruticosum</i> G. & P.						
	Maíva	Ornamental	Hierba	BT		Tolerada 75 RF
<i>*Abutilon striatum</i> Dickson						
	Tulipán	Ornamental	Hierba		Am Central	Cultivada 46 RF
<i>*Althaea officinalis</i> L.						
	Malva	Ornamental	Hierba		Europa	Cultivada 10, 19 RF
<i>Althaea rosea</i> Cav.						
	Vara de San José	Ornamental	Hierba		China	Cultivada 13 RF
<i>*Hibiscus rosa-sinensis</i> L.						
	Tulipán	Ornamental	Arbusto		Asia	Cultivada 69 RF

* <i>Sida acuta</i> Burnm.	Malva	Medic., Ornam.	Hierba	BT		Fomentada	18 RF
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malva	Medic., Ornam.	Hierba	VS		Tolerada	679 CGR
MARANTHACEAE							
<i>Marantha bicolor</i> Ker.	Sapo	Ornamental	Hierba		Asia	Cultivada	685 CGR
MELIACEAE							
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Estribillo	Otros usos	Árbol	BT		Fomentada	27 RF, 839 CGR
MUSACEAE							
* <i>Musa acuminata</i> L.	Plátano indio	Comestible	Árbol		Asia	Cultivada	s/n
MYRTACEAE							
* <i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Med., comest.	Árbol		Am Trop.	Cultivada	s/n
OLEACEAE							
* <i>Jasminum mesneyi</i> L.	Madreselva	Ornamental	Arbusto		China	Cultivada	29 RF
ONAGRACEAE							
<i>Epilobium nummularifolium</i> Gray		Ornamental	Hierba		N. Zelanda	Cultivada	4 RF
<i>Fuchsia hybrida</i> Voss	Arete	Ornamental	Arbusto		Am del Sur	Cultivada	682 CGR
* <i>Oenothera rosea</i> Ait.	Hierba del golpe	Medicinal	Hierba	BT, BE		Tolerada	82 RF, 683 CGR
ORCHIDACEAE							
* <i>Encyclia cochleata</i> (L.) Lameé	Cebollina	Ornamental	Hierba	BT, BMM		Fomentada	
* <i>Isochilus linearis</i> R. Brown	Clavellina	Ornamental	Hierba	BMM, BE		Fomentada	
* <i>Lycaste aromatica</i> (Graham) Lindl.	Torito	Ornamental	Hierba	BMM, BE		Fomentada	
* <i>Stanophea tigrina</i> Balem.	Torito	Ornamental	Hierba	BMM, BE		Fomentada	
OXALIDACEAE							
* <i>Oxalis rubra</i> St. Hill	Trébol	Ornamental	Hierba		Brasil	Cultivada	174, 217 RF
PHYTOLACACEAE							
* <i>Rivina humilis</i> L.		Otros usos	Hierba	BT		Tolerada	60 CGR
POLEMONIACEAE							
<i>Phlox drummondii</i> Hook.	Juanita	Ornamental	Hierba		Am del Norte	Cultivada	686 CGR
* <i>Polemonium vanbruntiae</i> Britt.	Mosquito	Ornamental	Hierba		Am del Norte	Cultivada	47, 67 CGR
POLYGONACEAE							
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Lengua de vaca	Comestible	Hierba	BT		Tolerada	78 CGR
ROSACEAE							
<i>Eryobotrya japonica</i> Lindl.	Nispero	Com. Med., Orn	Árbol		Asia	Cultivada	s/n
<i>Physocarpus opulifolius</i> Max	Ramo de novio	Otros usos	Arbusto		Am del Norte	Cultivada	48, 71 CGR
* <i>Prunus persica</i> L. (4 variedades)	Durazno	Comestible	Arbusto		China	Cultivada	30 CGR
* <i>Rosa roxburghii</i> Rhd. var. Plena	Rosa chayotillo	Ornamental	Arbusto		China	Cultivada	684 CGR
* <i>Rubus sapidus</i> Schltr.	Zarzamora	Comestible	Arbusto		Am del Norte	Fomentada	s/n
RUBIACEAE							
<i>Bouvardia ternifolia</i> Sw.		Ornamental	Hierba	BE		Tolerada	55 CGR
<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	Gardenia	Ornamental	Arbusto		Asia	Cultivada	s/n
RUTACEAE							
* <i>Citrus aurantium</i> L.	Limón	Comestible	Árbol		Asia	Cultivada	
* <i>Citrus cf. limon</i> (L.) Burm.f.	Limón dulce	Comestible	Árbol		Asia	Cultivada	20 CGR
* <i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	Comestible	Árbol		Asia	Cultivada	52 CGR
* <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	Naranja dulce	Comes., Med.	Árbol		China	Cultivada	15, 16, 26 CGR
<i>Fortunella margarita</i> Swingle	Naranja cucha	Comestible	Árbol		Asia	Cultivada	74 CGR
* <i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	Medicinal	Arbusto		Europa	Cultivada	45 CGR

Sección: VII. Dimensión Humana

SAXIFRAGACEAE

Hydrangea paniculata Sieb. Hortencia Ornamental Arbusto Japón Cultivada 8 CGR

SCROPHULARIACEAE

**Castilleja sessiliflora* Pursh. Cotorrita Ornamental Hierba BT Fomentada 63 CGR

Cymbalaria mularis Gaertn. Mosca Ornamental Hierba Europa Cultivada 85 CGR

SOLANACEAE

**Burmannia* arborea L. Campana Ornamental Arbusto Peru Cultivada 33 CGR

**Capsicum annuum* L. Chile piquin Comestible Arbusto BT Fomentada s/n

Cestrum dumetorum Schlecht. Horcajuda Medicinal Árbol BT Fomentada 5, 43 CGR

Petunia violacea Lindl. Petunia Ornamental Hierba Argentina Cultivada 54 CGR

**Physalis alkekengi* L. Tomate chayote Comestible Hierba Europa Cultivada 2 CGR

Solanum carolinense L. Otros usos Hierba Europa Cultivada 1 CGR

Solanum dulcamara L. Gloria Otros usos Arbusto Europa Cultivada 17 CGR

**Solanum nigrescens* Mart. & Gal. Hierbamora Medicinal Hierba Am del Sur Cultivada 22 CGR

TROPAEOLACEAE

**Tropaeolum majus* L. Mastuerzo Ornamental Hierba Am del Norte Cultivada 11 CGR

VERBENACEAE

Aloysia gratissima (Gill & Hock) Tr. Ornamental Hierba 59 RF

Verbena canadensis Britt. Alfombrilla Ornamental Hierba BT Cultivada 23 CGR

**Verbena ridgii* Spreng. Alfombrilla Ornamental Hierba Brasil Cultivada 61 CGR

ZINGIBERACEAE

**Hedychium coronarium* Koen. Mariposas Ornamental Hierba India Cultivada s/n

*Especies compartidas (Hernández y González 1991). Ecosistema. BT=Bosque Tropical, BTC=Bosque Tropical caducifolio, BTSC=Bosque Tropical subcaducifolio, BE=Bosque de Encino, BMM=Bosque Mesófilo de Montaña, VS=Vegetación Secundaria. Colectores RF=Rosalba Fuentes, CGR=Claudia González Romo, s/n sin número.

56. Manejo agrosilvícola tradicional

Jorge Luis Mora López¹ y Sergio Medellín Morales²

¹Instituto de Ecología y Alimentos. Universidad Autónoma de Tamaulipas
Blvd. López Mateos No. 928 Ote.
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87040.

²Pronatura Noreste, A.C. Av. Alfonso Reyes 201-A. Col. Contry,
Monterrey, Nuevo León, MÉXICO 64860.

Abstract

The present research was carried out in a small community from El Cielo Biosphere Reserve known as El Malacate (Lázaro Cárdenas), in the Gómez Farías municipality, Tamaulipas. Two types of interviews were applied with local *campesinos*; one was conducted in order to know their traditional agroforestry management systems, and the other one was carried out to find out their socioeconomic status, and the way they use and manage the local flora occurring within their *milpas*. The main objectives of this research were to document the knowledge regarding the traditional agroforestry management use by the local *campesinos* in their *milpas*, and to identify the historical sources and techniques used in such management. The main characteristics found in the local agroforestry systems were: *milpas* are multicrops; the local inhabitants select and protect the trees in their *milpas*; and they have a clear concept of conservation of natural resources in the *milpas*. Also, this paper discusses the biased idea that *campesinos* wipe out their natural resources; evidence suggests that, on the contrary, they manage their natural resources in a sustainable way.

Introducción

Las zonas boscosas ofrecen muchos recursos para el desarrollo económico, sin embargo, cosechar las riquezas de este medio, sin destruir su capacidad regeneradora, es un problema que aún no resuelve la tecnología industrial moderna. En los últimos 20 años se ha intensificado la búsqueda de alternativas de desarrollo económico y cultural que aminoren la modificación del entorno natural, ya que los cambios que produce la industrialización, la agricultura y la urbanización repercuten en la calidad de vida y en la disponibilidad de los recursos naturales.

De estas masas boscosas, las tropicales son las menos estudiadas y en las cuales, generalmente, han fracasado aquellos programas transferidos de regiones templadas. Ello se debe a que, con mucha frecuencia, los programas de

desarrollo en el trópico son formulados pensando que están inhabitadas, cuando éste no es el caso (v.gr. el área Maya ha estado habitada por más de 3,000 años).

El camino más frecuente de colonización espontánea de los bosques tropicales es el establecimiento del sistema conocido en México como milpa (agricultura nómada), que es la tecnología básica de subsistencia campesina en los trópicos del mundo (Gómez-Pompa 1990). Algunas de las especies que son protegidas por esta actividad son parientes silvestres de especies cultivadas importantes. Tal es el caso de los maíces, los frijoles, calabazas y yucas silvestres, que están en estos sitios de vegetación secundaria aledaños a las áreas de cultivo (Gómez-Pompa 1992). Por ejemplo, durante el proceso de corta en el cultivo de la milpa maya, el agricultor realiza una selección masiva efectiva, identificando las especies útiles, principalmente las de rápido crecimiento secundario, dejando los tocones listos para tomar ventaja sobre el barbecho cuando el área es abandonada después de dos o tres años (Gómez-Pompa 1990).

La milpa tradicional como práctica agrosilvícola

Se considera a la agrosilvicultura como el medio óptimo para mantener permanentemente en producción ciertas laderas o para rehabilitar terrenos degradados por malos métodos de cultivo (Weaver 1979). Algunas de las perspectivas agroforestales de manejo de usos múltiples de los bosques tropicales consisten en los árboles de barbecho mejorados en áreas de cultivos itinerantes, taungya modificado, uso de árboles perennes leñosos subexplotados, árboles para forraje de niveles múltiples y otros aspectos de manejo silvopastoral. Se han realizado pocos esfuerzos para mejorar la productividad de la mayoría de los sistemas autóctonos, de ahí que sus potencialidades estén lejos de ser comprendidos y mucho menos explotadas (Nair 1991).

La combinación de la ciencia moderna y tradicional puede suministrar bases para el manejo de recursos forestales en favor de ambos grupos y del bosque. Un esfuerzo integrado en investigación, educación y extensión es necesario para desarrollar un uso del suelo ecológicamente bueno, con alternativas basadas en las necesidades así como el conocimiento de los habitantes rurales (Gómez-Pompa y Kaus 1990b).

Algunos sistemas agroforestales en México

Gliessman (1980) enuncia que la agricultura tradicional de Tabasco se caracteriza por un amplio rango de asociaciones de cultivos, en especial maíz-frijol-calabaza. Según la época del año, las condiciones del suelo, la ubicación geográfica y otros factores, se siembran variedades criollas de maíz intercalado o asociado con frijol de mata (*Phaseolus* spp.) o frijol de guía (*Vigna* spp.) y diferentes asociaciones de calabaza (*Cucurbita pepo*). El autor menciona que uno de los problemas principales en los trópicos es tratar de sostener la producción en el mismo terreno, entonces ocurre una rápida invasión de poblaciones de plagas, enfermedades y malezas.

En Tabasco, sin embargo, dada la herencia de una agricultura maya dirigida hacia un manejo intensivo del mismo terreno, se encuentran muchas actividades que permiten el control de poblaciones de plagas y el uso constante del lugar.

Alcorn (1983) señala que en el agroecosistema huasteco, las plantas se manejan de dos formas: i) en masa, como parte de la vegetación de la parcela, y ii) como individuos seleccionados de la misma vegetación. Las plantas son manipuladas de acuerdo a su grado de manejo de la siguiente manera: tumbadas, descuidadas, dejadas, limpiadas o desyerbadas, cuidadas o protegidas, trasplantadas y sembradas. El método a seleccionar será aquel que considera la cantidad deseada de un recurso, en un sitio donde se necesita, con el mínimo de esfuerzo. Por medio de estos métodos, la familia huasteca crea zonas de vegetación antropogénica comunes a una parcela huasteca: milpa, acahual, cañal, henequenal, huerta familiar del patio, huerta familiar del tonamil y selva manejada. Nigh y Nations (1983) afirman que el sistema agrosilvícola lacandón desmiente la noción de que la subsistencia Maya se basa simplemente en la trilogía maíz-frijol-calabaza. Los lacandones practican el sistema más diverso e intensivo visto en el Continente Americano, el cual es digno de comparar (en cuanto a la diversidad

de productos), con los famosos sistemas de roza-tumba-quema descritos para Asia.

Medellín-Morales (1988) al estudiar las implicaciones sociales, culturales y económicas del sistema agrosilvícola tradicional de los Totonacas de la Planicie Costera del Golfo de México, encontró que esta etnia tiene un intenso manejo del medio ambiente que le rodea, enmarcado en una estrategia de uso múltiple de los recursos. Bajo este sistema tradicional, que el autor denominó "manejo de mosaicos de vegetación antropogénica", este grupo étnico manipula a 234 especies de plantas, 110 especies de animales y 39 especies de hongos. En esta región se diferenciaron 12 tipos de suelos, se estudió el desarrollo sucesional de la vegetación, así como los cambios y efectos climáticos a lo largo del año.

El presente Capítulo describe el manejo agrosilvícola tradicional en milpas y analiza el posible origen de los métodos y técnicas utilizados en las mismas, por los campesinos del NCP Lázaro Cárdenas, Municipio de Gómez Farias (Reserva de la Biosfera El Cielo), Tamaulipas.

Area de estudio

El área de estudio corresponde a bosque mesófilo (Puig 1976) y bosque caducifolio (Miranda y Hernández X 1963), siendo los elementos que lo caracterizan: *Acer skutchii*, *Cercis canadensis*, *Clethra pringlei*, *Liquidambar styraciflua*, *Magnolia tamaulipana*, *Podocarpus rechei*, *Quercus sartorii* y *Q. germana* (Sharp et al. 1950). Como resultado de la vegetación ricamente diversificada que cubre la región, la fauna refleja también una gran variedad como consecuencia de la mezcla de especies neárticas y neotropicales (Sosa 1987).

Los ejidatarios tienen mayor interés en los animales cinegéticos, cazados para proporcionar alimento complementario a la dieta familiar y como un ingreso económico adicional al servir como guías a visitantes externos. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el berrendo (*Mazama americana*), relativamente más abundante, son las especies más comunes de caza mayor. El pecarí (*Dicotyles tajacu*) también es frecuente. La caza menor se compone de cinco especies de ardillas: el ardillón (*Spermophilus variegatus*), la ardilla voladora (*Glaucomys volans*) y las ardillas arborícolas (*Sciurus aureogaster*, *S. deppoi* y *S. alleni*), y de dos especies de conejos (*Sylvilagus brasiliensis* y *S. floridanus*). El armadillo (*Dasypus novemcinctus*) completa la lista de mamíferos de importancia cinegética del área de estudio.

Las aves dignas de anotarse son: el hocofaisán (*Crax rubra*), la cojolita (*Penelope purpurascens*) y el pájaro carpintero (*Campephilus guatemalensis*) (Sosa 1987).

El NCP Lázaro Cárdenas, Municipio de Gómez Farías, Tamaulipas, es una comunidad que actualmente se encuentra dividida en tres núcleos de población: Julilo, El Malacate y San Pablo.

Julilo es habitado por una familia con cinco miembros: dos mujeres y un hombre, con edades que fluctúan entre los 13 y 24 años de edad y dos adultos de 55 años.

En el Malacate viven 12 familias, con un promedio de siete miembros por familia, lo que hace una población aproximada de 84 personas, de las cuales el 40% son niños, 40% jóvenes y 20% adultos.

En San Pablo habitan tres familias, dos de ellas integradas por tres adultos y una por ocho personas: dos adultos, tres jóvenes y tres niños.

Estas tres comunidades están separadas entre sí, por una distancia promedio de cinco kilómetros, pero sólo el asentamiento humano de El Malacate se encuentra situado en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera El Cielo. La mayoría de la población vive de la agricultura de subsistencia, la caza y la recolección de productos silvestres (especialmente "palmilla", *Chamaedorea radicalis* y otras especies). Pequeñas operaciones periódicas de tipo forestal (extracción de madera) proporcionan ingresos complementarios.

La forma más común de agricultura es la "milpa de temporal". Bajo este sistema agrícola, ciertas áreas del bosque son manipuladas para crear pequeñas parcelas cultivables. Las milpas se sitúan de 2 a 3 Km de los asentamientos, por lo que se encuentran situadas fuera de la Zona Núcleo de la Reserva, incluso las de El Malacate. En estas áreas se cultiva, principalmente, maíz, frijol y calabaza.

La ganadería está poco desarrollada y generalmente está destinada al autoconsumo. Se limita a aves domésticas (gallinas y pavos) y puercos. Sólo unas pocas familias poseen unas cuantas vacas. El ganado caballar, especialmente burros y mulas, es común en el área, constituyendo el medio de transporte y carga por excelencia. Los ingresos familiares de los campesinos del área de estudio son muy bajos, considerándose que sólo llegan al nivel de subsistencia. Los ingresos en efectivo provienen de la venta de excedentes de la producción agrícola, principalmente granos y frutas, o bien de productos tales como la miel de abeja.

Metodología

Este estudio se basa en un periodo de investigación comprendido de mayo de 1989 a enero de 1990, utilizando la información generada en entrevistas a informantes que presentaron un mayor conocimiento acerca del manejo agrosilvícola y a la vez, mayor interés en colaborar con la investigación (Fig. 1). Adicionalmente, se elaboraron formas para el levantamiento de datos socioeconómicos, de uso y manejo agrosilvícola (Medellín-Morales 1988), las cuales fueron memorizadas previamente por el investigador, para reducir el estrés que representa (para el encuestado) el contestar un cuestionario. Las entrevistas se llevaron a cabo en la milpa, sin interferir con el trabajo diario del campesino.

Los ejemplares botánicos se colectaron, generalmente, en compañía del informante, para así tener lo más completa posible la información acerca del uso y manejo de la planta (parte usada, forma biológica, cuidados culturales, nombre vernáculo, etc.). Para conocer el papel que juega la fauna en el contexto del manejo agrosilvícola en milpas de la comunidad, se emplearon métodos indirectos de recopilación de la información, siguiéndose el método iconográfico empleado por Toledo *et al.* (1978).

Por otro lado, cuando las condiciones del suelo fueron propicias, se identificaron huellas de mamíferos, auxiliados por la experiencia del informante y del manual de Aranda (1981). También se recopilaron evidencias de la presencia de estos animales en la milpa (v.gr. tallos roídos, hojas mascadas o mazorcas destrozadas).

Todas las muestras fueron agrupadas en una base de datos con la siguiente información: nombre vernáculo, gravedad del daño en la milpa, parte consumida, forma de control. Las plagas de los cultivos de la milpa, especialmente maíz, fueron identificados mediante el manual de Ortega (1987).

Se muestrearon y mapearon con base en parcelas, las especies manejadas en la milpa, eligiéndose al azar el 20% del total de superficie ocupada por las parcelas para realizar el muestreo. Los datos agrupados fueron: nombre de la planta, altura, diámetro a la altura del pecho (DAP) o diámetro basal (db), tamaño de la copa, grado de manejo y modificación (según Colunga 1984) y tipo de manejo. El tamaño de los transectos fue de 5 x 10 m y el número total de los mismos en cada parcela obedeció al tamaño y diversidad de la misma ($n = 4$ transectos x 2 milpas).



Figura 1. Un refugio para protegerse de las inclemencias del tiempo durante la jornada de trabajo.

Una revisión bibliográfica adicional fue realizada para establecer el marco de referencia local, las bases teóricas y metodológicas que sustentan este Capítulo.

La identificación taxonómica de los ejemplares colectados en las milpas se realizó en las instalaciones del Herbario del Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (IEA-UAT), pasando a formar parte del acervo de los herbarios del IEA-UAT (Cd. Victoria, Tamaulipas) y de la Universidad de Noreste (Tampico, Tamaulipas).

Resultados

La interpretación de los datos obtenidos acusa que el sistema de manejo agrosilvícola usualmente utilizado por los campesinos del NCP Lázaro Cárdenas, se basa en el método de roza-tumba-quema, el cual es el más usado por los grupos tradicionales en los trópicos del mundo (**Cuadro 1**).

En la comunidad en estudio este sistema agrosilvícola tradicional tiene como características principales las siguientes:

- Policultivo, generalmente con maíz, cacahuete o papa como especie dominante.
- Selección, protección y siembra de árboles desde las primeras etapas.

- Sistema multi-objetivos: producción de alimentos, medicinas y ocasionalmente, leña y piezas de caza.
- Poca inversión de capital.
- Intensa utilización de mano de obra local.
- Generalmente no se utilizan, insumos como fertilizantes o biocidas (plaguicidas, herbicidas).
- Producción de autoconsumo.
- Generalmente no hay roturación del suelo, salvo en ciertas áreas y para ciertos cultivos (v.gr. papa o cacahuete).
- Existe un constante proceso de selección masal de los cultivares, guardando la semilla de plantas con las mejores características para el siguiente ciclo.
- Un claro concepto de conservación del medio, conservando tocones de árboles que luego asegurarán una adecuada regeneración del sitio, ya que el campesino reconoce que si no existe este proceso, no tendrán una buena cosecha.

Cuadro 1. Proceso de trabajo y especies manejadas en milpas de Lázaro Cárdenas, Mpio. de Gómez Farías, Tamaulipas.

Actividad	Periodo	Tipo de manejo y especies
Selección del terreno	En el mes de febrero	Poca pendiente y una menor cantidad posible de piedras.
Roza	En el mes de febrero	Protección y selección de árboles frutales, té huasteco (<i>Bidens squarrosa</i>), alamillo (<i>Liquidambar styraciflua</i>) y pomarosa (<i>Clethra pringlei</i>).
Tumba	En el mes de febrero	Protección y selección de árboles frutales (naranja, lima, guayaba y aguacate), tocones para soporte del frijol de guía (<i>Phaseolus vulgaris</i>), [alamillo, pomarosa, aguacatillo (<i>Nectandra</i> sp.), encino (<i>Quercus</i> sp.), pata de vaca (<i>Cercis canadensis</i>), guajillo (<i>Leucaena pulverulenta</i>), ceibilla (<i>Zantoxylon clavaherulis</i>) y <i>Acacia angustissima</i>].
Quema	De marzo a abril	Apertura de guardarayas
Siembra	2 o 3 días después de la quema	Siembra de maíz, frijol de guía, calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>) en áreas sin roturar. Maíz, frijol, calabaza en áreas roturadas con arado de tracción animal. Manejo de tocones y de poblaciones de arvenses para soporte del frijol.
Chapeo	De mayo a junio	Protección y fomento de especies útiles v.gr. té huasteco (<i>Bidens squarrosa</i>) y maicillo (<i>Sorghum vulgare</i>), o retoños de árboles utilizados como soporte.
Aporque	Variable, depende de la fecha de siembra	Se realiza únicamente para los cultivos de cacahuate (<i>Arachis hypogea</i>) y papa (<i>Solanum tuberosum</i>).
Resiembra	Variable, depende de la fecha de siembra	En áreas atacadas por ardillas
Cosecha	Cacahuate y papa en el mes de septiembre Frijol, variable, dependiendo de la fecha de siembra	Los residuos de la cosecha son incorporados al terreno. Si la fertilidad del terreno es buena se siembra al siguiente año, de no ser así es abandonado.
Extracción	Durante toda la temporada del cultivo	Se extrae, entre otros productos, té huasteco, nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>), cóngora (<i>Phytolacca icosandra</i>), tomate de bolsa (<i>Physalis</i> sp) y leña (en pequeñas cantidades, solo para calentar el almuerzo).(<i>Opuntia</i>
Caza	Durante toda la temporada del cultivo	Se efectúa como control de algunos animales considerados como plagas (ardillas y chachalacas) o para obtener -ocasionalmente- carne, dado que la milpa es un lugar propicio para la caza de animales de porte pequeño como tlacuaches (<i>Didelphis virginiana</i>), venados (<i>Mazama americana</i>) y armadillos (<i>Dasyus novemcinctus</i>).

Manejo

Las especies arbóreas que se protegen o fomentan en la milpa, a las cuales se les proporciona un manejo, como tocones, que sirven como soporte al frijol presentan una proporción de 55.5%, con una distribución espacial agregada, mientras que el otro 44.4% presentan una distribución espacial al azar (**Cuadro 2**). Esto demuestra que existe un manejo agrosilvícola evidente en la milpa, en el cual el agricultor trata de imitar o conservar -directa o indirectamente- el mismo patrón de distribución que se presenta en condiciones naturales en áreas no perturbadas *v.gr.* en los claros del bosque, según lo observaron Sosa y Puig (1987). Por otro lado, este tipo de agrosilvicultura favorece la regeneración, ya que en estas áreas existe una abundante incidencia de luz y, los tocones y/o soportes para el frijol silvestre permiten, por sus estrategias de regeneración (reproducción vegetativa principalmente) una invasión más rápida después del abandono de la milpa (Sosa y Puig 1987) (**Fig. 2**).

Forma biológica

En las milpas del NCP Lázaro Cárdenas se presentan una gran cantidad de hierbas (50%), de las cuales solo un bajo porcentaje se les aplica un tipo de manejo dentro del cultivo. Por el contrario, los árboles con porcentaje menos significativo en términos cuantitativos (25%), son manipulados - en su gran mayoría- de una manera más intensiva

(manejo de tocones, soporte y podas). En lo que se refiere a bejucos (14%) y arbustos (10.9%), con excepción de *Phaseolus vulgaris* muy pocos tienen un manejo importante dentro de la milpa, ya que gran parte de ellos son considerados como "malezas", al competir por espacio y nutrientes con los cultivos y por lo tanto son eliminados mediante deshierbes o "limpias".

Grado de manejo

Existe un alto porcentaje (79.6%) de las especies dentro de la milpa que no presentan ningún manejo aparente (silvestres); en su gran mayoría son consideradas por los campesinos como malezas, *v.gr.* *Iresine sp.*, *Digitaria ciliaris*, *Oenothera rosea*, *Trichilia havanensis* y *Bidens odorata* (**Anexo 1**). Por otro lado, se encontraron dos especies (3.1%) que son toleradas dentro de la milpa: *Phaseolus coccineus* y *Rubus sapidus*.

La primera especie, conocida comúnmente como "frijol burro", es considerada por algunos campesinos como una "plaga", ya que ocasiona graves daños al cultivo de maíz, al no permitirle crecer. No obstante, es tolerada por otros campesinos porque en caso de no obtener cosecha de frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*), esta especie les ayuda -en gran medida- a aminorar la pérdida del grano y les proporciona una fuente segura de alimento. La segunda especie ("zarzamora") es considerada, algunas veces,

Cuadro 2. Distribución espacial y tipo de manejo de las especies muestreadas (Comparación de la razón varianza/media).

Especie	Tocon (T) o Soporte (S)	Distribución espacial
<i>Liquidambar styraciflua</i>	T,S	Agregada *
<i>Cnidocolus multilobus</i>	T	Al azar **
<i>Bidens odorata</i>	-	Agregada
<i>Clethra pringlei</i>	T,S	Agregada
<i>Psidium guajava</i>	T,S	Agregada
<i>Trichilia havanensis</i>	T	Al azar
<i>Quercus sp.</i>	T,S	Al azar
<i>Vitis sp.</i>	T	Al azar
<i>Rapanea mirycoides</i>	T	Agregada
Total	T= 88.8% S= 44.4%	Agregada = 55.5% Al azar = 44.4%

* $S^2 / X > 1$

** $S^2 / X < 1$



Figura 2. Una milpa rodeada de vegetación natural, lo que facilita la recuperación del terreno.

como maleza dentro del cultivo, dado lo rápido de su crecimiento y lo agresivo de sus tallos. Sin embargo, es tolerada porque de ella se obtienen sus frutos agrdulces que son utilizados como en gradientes para la elaboración de atoles o simplemente consumidos como fruta de temporada. Se localizó un porcentaje muy significativo (32.8%) de especies fomentadas, entre las que destacan *Liquidambar styraciflua*, *Cercis canadensis*, *Acacia angustissima*, *Nectandra* sp., *Quercus* sp., *Erigeron* sp., *Physalis* sp., *Melampodium perfoliatum* y *Amaranthus* aff. *palmeri*, entre otras, algunas de las cuales son fomentadas para usarlas como soporte para el frijol, como fuente de alimento o como medicina. Por último, las plantas cultivadas (18.7%) son utilizadas principalmente para producir alimentos, en especial frutas, v.gr. *Eriobotrya japonica*, *Citrus aurantifolia*, *Citrus sinensis*, *Solanum tuberosum*, *Arachis hypogea*, *Zea mays* y *Cucurbita pepo*.

Tipo de manejo

Se presenta un interesante y variado manejo de las especies vegetales dentro de la milpa, por ejemplo: a los árboles presentes en el área de cultivo se les proporciona un manejo individual asociado normalmente al cultivo de frijol de guía.

Estos son manejados en forma de soporte, de manera que sus tallos permiten que la guía del frijol se desarrolle sobre ellos, impidiendo así -según los campesinos- posibles daños por competencia de luz dada la abundante cobertura del frijol, al cultivo del maíz. Las especies de árboles manejados para este propósito son: pomarrosa (*Clethra pringlei*), encino (*Quercus* sp.), alamillo (*Liquidambar styraciflua*), aguacatillo (*Nectandra* sp.), pata de vaca (*Cercis canadensis*), guajillo (*Leucaena pulverulenta*), guayaba (*Psidium guajava*), ceibilla (*Zantoxylum clavaherculis*) y *Acacia angustissima* (**Anexo 2**). Otro aspecto a resaltar, es el manejo de poblaciones de especies arvenses, las cuales son manipuladas (fomentándolas) de manera asociada al cultivo de frijol de guía, esto lo hacen como soporte en ciertas áreas donde la densidad de tocones de árboles es baja. De esta manera, el frijol crece sobre estas hierbas tal es el caso de: *Cologania pallida*, *Crotalaria* aff. *tuerkeimii*, *Erigeron* sp. y *Melampodium perfoliatum*. Los árboles frutales y algunas especies de hierbas comestibles generalmente son manejadas de manera individual no asociada; v.gr. el aguacate (*Persea americana*), guayaba (*Psidium guajava*), nispero (*Eriobotrya japonica*), lima (*Citrus aurantiifolia*), naranja (*Citrus sinensis*), cóngora (*Phytolacca icosandra*) y tomate de bolsa (*Physalis* sp.).

Se localizaron también en el cultivar especies que son manejadas en forma de población no asociada, utilizándose principalmente para alimento y medicina, v.gr. el quelite (*Amaranthus* aff. *palmeri*), nopal (*Opuntia* sp.), té huasteco (*Bidens squarrosa*), sorgo (*Sorghum vulgare*), zarzamora (*Rubus sapidus*), papa (*Solanum tuberosum*), cacahuete (*Arachis hypogea*), frijol burro o chamacuero (*Phaseolus coccineus*) y plátano (*Musa* sp.).

Origen de material

La gran mayoría de las especies presentes en las milpas son plantas nativas (ca. 72%) de la zona o bien aquellas que aunque no son originarias de la zona, fueron adoptadas por los campesinos de Lázaro Cárdenas cuando ya estaban adaptadas. Estas, son plantas generalmente toleradas y fomentadas, y algunas cultivadas v.gr. *Rubus sapidus*, *Liquidambar styraciflua*, *Nectandra* sp. y *Eriobotrya japonica*. Un pequeño porcentaje (18.7%) corresponde a plantas que fueron introducidas al ser traídas por los campesinos de sus lugares de origen (Michoacán e Hidalgo). Son plantas generalmente cultivadas, especialmente alimenticias, v.gr. maíz (*Zea mays*), frijol de guía y frijol de cuadro (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita pepo*), papa (*Solanum tuberosum*), cacahuete (*Arachis hypogea*), naranja dulce (*Citrus sinensis*) y lima (*Citrus aurantiifolia*). Un aspecto interesante en este punto es la presencia del frijol "chamacuero" (*Phaseolus coccineus*) que representa un claro ejemplo de una planta escapada que se convierte en maleza. Según la mayoría de las versiones que fueron reseñadas por los campesinos, las semillas de esta especie fueron traídas del estado de Hidalgo por unos campesinos de la localidad que acostumbraban a sembrarlo. Actualmente este frijol se ha dispersado por todas las milpas de la localidad y los acahuales que le rodean, siendo una planta muy difícil de combatir dada su gran resistencia y su capacidad de producir gruesos tubérculos que penetran firmemente en el suelo.

Modificaciones al suelo

La mayoría de las especies silvestres (82.8%) son manejadas sin realizar ninguna modificación al suelo, dado que se considera que éstas no requieren de cuidados culturales, ya que nacen de manera natural dentro de la milpa, v.gr. *Phytolacca icosandra*, *Passiflora* sp., *Zornia*

diphylla, *Desmodium* sp., *Rhynchelytrum repens* y *Bidens odorata*.

Por el contrario, a las especies propias del cultivo, v.gr. frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), cacahuete (*Arachis hypogea*) y papa (*Solanum tuberosum*) se les proporcionan importantes cuidados culturales que incluyen, de ser posible, la roturación del suelo. Otras especies asociadas a estas (v.gr. *Melampodium perfoliatum*, *Erigeron* sp., *Collogonia pallida* y *Crotalaria* aff. *tuerckeimii*) se benefician también con la realización de dichas actividades culturales, por ejemplo, en la mayoría de las milpas el maíz se siembra mediante el "método de estaca" dadas las condiciones del suelo, sin embargo, algunos campesinos realizan una previa preparación del terreno. Primero se rotura el suelo y posteriormente se marcan los surcos. Ambas actividades se llevan a cabo con arado de tracción animal, proporcionándole -a la vez- un "despedrado" al terreno (Fig. 3). Con estas actividades se benefician, de manera indirecta, las arvenses que servirán como soporte para el frijol de guía (si es que no hay tocones para esta finalidad), v.gr. *Melampodium perfoliatum*, *Erigeron* sp., *Collogonia pallida* y *Crotalaria* aff. *tuerckeimii*.

Tipo de fertilización

El único método de fertilización que se lleva a cabo en las milpas es en forma de abonos verdes (14%), principalmente para especies usadas como alimento (*Solanum tuberosum*, *Arachis hypogea*, *Phaseolus vulgaris*, *Musa* sp., *Cucurbita pepo*, *Sorghum vulgare*, *Zea mays*, *Citrus aurantiifolia* y *Citrus sinensis*). Durante la época de "limpias" las hierbas que son eliminadas se incorporan de nuevo al cultivar.

Grado de deshierbe

Se presenta un periodo regular de deshierbe en la milpa, principalmente para las especies con un manejo más intensivo: cacahuete (*Arachis hypogea*), frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita pepo*), papa (*Solanum tuberosum*) y maíz (*Zea mays*). También se efectúan deshierbes ocasionales a los árboles frutales y plantas usadas como verduras y medicinas, v.gr. cóngora (*Phytolacca icosandra*), quelite (*Amaranthus* aff. *palmeri*), nopal (*Opuntia ficus-indica*) y té huasteco (*Bidens squarrosa*).



Figura 3. Algunos campesinos realizan la preparación del terreno para la siembra con ardo de tracción animal.

Manejo de tocones

Las especies manejadas como tocones (20.3%) representan en su mayoría árboles: v.gr. la pomarrosa (*Clethra pringlei*), mala mujer (*Cnidocolus multilobus*), encino (*Quercus* sp.), ceibilla (*Zantoxylum clavaherculis*), aguacatillo (*Nectandra* sp.), pata de vaca (*Cercis canadensis*), guajillo (*Leucaena pulverulenta*), guayaba (*Psidium guajava*) y *Acacia angustissima*. Las especies no arbóreas manejadas bajo este sistema son: zarzaparrilla (*Smilax bonanox*), parra (*Vitis* sp.), *Trichilia havanensis* y jara (*Rapanea mirycoïdes*).

El manejo de estas especies, aunado a que gran parte de las milpas no están situadas en zonas con alto grado de inclinación, permite que el terreno se mantenga estable, ya con excepción de dos parcelas, no se realiza modificación alguna al suelo, que pueda repercutir en una posible erosión del suelo.

Podas

Las especies arbóreas (14%) que son manejadas principalmente para el soporte del frijol, tal como: encino (*Quercus* sp.), alamillo (*Liquidambar styraciflua*), pomarrosa (*Clethra pringlei*), guayaba (*Psidium guajava*), aguacatillo (*Nectandra* sp.),

pata de vaca (*Cercis canadensis*), ceibilla (*Zantoxylum clavaherculis*) y *Acacia angustissima*. Cuando se realiza la tumba, estas especies son cortadas aproximadamente a la altura de la cabeza del agricultor (1.60 m), dejando el tallo de mayor diámetro para ser utilizado como soporte para el frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*).

Soportes para cultivo

Una gran cantidad de especies (23.4%) son manejadas con este fin, presentándose tanto formas arbóreas como herbáceas, v.gr. alamillo (*Liquidambar styraciflua*), aguacatillo (*Nectandra* sp.), pata de vaca (*Cercis canadensis*), guajillo (*Leucaena pulverulenta*), guayaba (*Psidium guajava*), pomarrosa (*Clethra pringlei*), encino (*Quercus* sp.), maíz (*Zea mays*), ceibilla (*Zantoxylum clavaherculis*) y *Acacia angustissima*.

Por otro lado, existe un manejo muy interesante con algunas arvenses como *Collogonia pallida*, *Crotalaria* aff. *tuerckeimii*, *Erigeron* sp. y *Melampodium perfoliatum*, las cuales son consideradas "malezas" (por ejemplo en el área sembrada con papa), mientras que en otras son manejadas como soporte para el frijol de guía.

Discusión

Mucho se ha discutido acerca de lo "irracional" del sistema roza-tumba-quema, culpándolo incluso de la destrucción de los bosques húmedos del mundo. Sin embargo, es claro -según lo han demostrado diversos autores como: Guess (1979), Denevan (1989) y Nations y Komer (1982)- que el problema en sí no es la apertura de nuevas tierras agrícolas, sino el posterior establecimiento de áreas ganaderas o la explotación del bosque para madera. Aunque también es cierto que, una gran presión demográfica aunada a la utilización de este sistema, es una combinación poco afortunada.

Estas evaluaciones ignoran no solo las enormes contribuciones que los campesinos han hecho en el pasado y el presente para la conservación y enriquecimiento biológico y ecológico, sino también ignoran el hecho de que la quema de la vegetación no es sinónimo del sistema roza-tumba-quema (Gómez-Pompa 1992).

Gómez-Pompa (com. pers. 1990) enfatiza que una labor poco conocida de los agricultores tradicionales es la reforestación: "...los mejores reforestadores son los milperos, sin embargo no solo no se les reconoce esta importante labor, sino que son vistos como un peligro latente para la permanencia de las áreas protegidas, siendo atacados por tal motivo..." En esta investigación fue evidente la labor de los campesinos milperos de Lázaro Cárdenas en la protección y fomento de árboles y arbustos que aseguran una rápida regeneración de la vegetación original, fenómeno inherente al sistema de roza-tumba-quema.

Los métodos y técnicas de manejo agrosilvícola utilizadas por los campesinos de la comunidad han sido modificadas de las adquiridas en su lugar de origen (principalmente las regiones templadas de Michoacán e Hidalgo) y adaptadas a la zona. De acuerdo a las observaciones y resultados obtenidos de esta investigación se puede afirmar que los agricultores han obtenido resultados satisfactorios con el desarrollo de las modificaciones a estas técnicas, resultando la milpa como una unidad productora y generadora de alimentos de autoconsumo y bienes diversos para la economía local.

Diversos autores (Oldfield y Alcorn 1987, Gómez-Pompa 1992 y otros) han externado que los manejadores de agroecosistemas tradicionales, dado el tipo de tecnología y extensión utilizada, conservan e incrementan la diversidad biológica existente en sus parcelas antropogénicas. Los habitantes mestizos de Lázaro Cárdenas no son la excepción en este sentido.

Deben ser considerados como aliados en la conservación de la biodiversidad presente en la RBC. Su labor no sólo no debe ser minimizada o despreciada, sino que es necesario el efficientar sus procesos tradicionales con tendencia a incrementar la productividad por unidad de superficie. Una buena alternativa en este sentido, es propiciar cultivos intercalados, cultivos de cobertura para la producción de acolchados naturales y el combate de plagas y enfermedades mediante métodos naturales, como extractos de plantas biocidas o la siembra de plantas repelentes.

Conclusiones

En la comunidad en estudio, el sistema agrosilvícola tradicional, tipificado por numerosos investigadores como de roza-tumba-quema, tiene como características principales: el ser un policultivo, generalmente con maíz, cacahuate o papa como especie dominante.

Existe en este sistema una evidente selección, protección y siembra de árboles, desde las primeras etapas del establecimiento de la milpa. Es un sistema multiobjetivos: producción de alimentos, medicina y ocasionalmente, leña y piezas de caza, lo que le confiere una gran dinámica en el espacio y en el tiempo; requiere poca inversión de capital e intensa utilización de mano de obra local -este es un aspecto muy importante cuando se plantea la sustitución o modernización de la milpa- de manera tal que la función social que está desarrollando (generación de excedentes; estrechar vínculos familiares y preservación de un sistema integral de manejo que tiene en la milpa el eje de su cultura material y social) no sea minimizada o desplazada.

Igualmente, la no utilización de insumos como agroquímicos (plaguicidas, herbicidas...) plantea el dilema de como efficientar la milpa, es una producción de autoconsumo; generalmente no hay roturación del suelo, salvo en ciertas áreas y para ciertos cultivos (7.7%). Existe un constante proceso de selección masal de los cultivares, guardando la semilla de plantas con las mejores características para el siguiente ciclo y por otro lado, un claro concepto de conservación del medio, preservando tocones de árboles que luego asegurarán una adecuada regeneración del sitio (el campesino reconoce que si no existe este proceso no tendrán una buena cosecha al volver a sembrar a la parcela en descanso).

El origen de las técnicas de manejo agrosilvícola utilizadas por los campesinos de la comunidad son una mezcla de conocimientos adquiridos en su lugar de origen (Hidalgo y Michoacán) y de los adquiridos en la zona mediante pruebas ensayo-error durante más de cuarenta años, resultando de ello una técnica con características propias y adecuadas para la zona.

En relación a la fauna, es importante destacar que guarda valores similares a los observados en plantas, por ejemplo, el porcentaje más importante de los animales presentes en las milpas son considerados como plagas (41%), especialmente mamíferos pequeños e insectos que atacan a la milpa en épocas "clave", v.gr. cuando "xilotea" el maíz, florece el frijol o aparecen las plántulas. Los pertenecientes al primer grupo generalmente se cazan y son una fuente importante de carne (52.1%) que aportan un porcentaje significativo de proteínas para la familia. Las técnicas de manejo empleadas por los campesinos de la comunidad, cumplen con el objetivo primordial de producir para autoconsumo, así como algunos excedentes que -eventualmente- se venden o intercambian. Aunado a la siembra de la milpa, otros productos son obtenidos mediante la caza ocasional de animales que frecuentan las milpas, ayudando esto a cubrir las necesidades básicas de vestido, alimento y a mantener la unidad familiar.

Los resultados obtenidos en este trabajo refuerzan la tesis de Oldfield y Alcorn (1987), en el sentido que la diversidad genética es mantenida en los agroecosistemas tradicionales por la intervención cultural así como por la selección natural. Los factores culturales y socioeconómicos que influyen en el mantenimiento de la diversidad genética en milpas de Lázaro Cárdenas son: la roza, tumba y quema selectiva, el manejo de tocones, la utilización de plantas arvenses como soporte de verduras de guía, el fomento y protección de arvenses medicinales y comestibles, la selección de árboles silvestres, el no usar agroquímicos, la reincorporación de los restos de la cosecha y el manejo de parcelas contiguas de vegetación secundaria.

Por ello, se considera que las milpas de Lázaro Cárdenas no producen efectos negativos en el medio ambiente de la Reserva de la Biosfera El Cielo, más que alterar el medio, están integradas en su entorno, más que disminuir, aumentan la biodiversidad y con frecuencia son redituables y productivas sin ningún tipo de subsidio.

Literatura citada

- Aranda, M. 1981.** *Rastros de mamíferos silvestres de México: Manual de campo*. INIREB. México. 198 p.
- Alcorn, J.B. 1983.** El telom huasteco: presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biótica* 3(3): 315-325.
- Colunga, P. 1984.** *Variación morfológica, manejo agrícola y grado de domesticación de Opuntia spp. en el Bajío Guanajuatense*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo. 204 p.
- Denevan, W.M. 1989.** Swidens and cattle versus forests: the imminent demise of the Amazon rain forest reexamined. *Stud Third World Societies* 13: 25-44.
- Gillessman, S.R. 1980.** Aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México: Aplicaciones para la producción. *Biótica* 5(3): 93-101.
- Gómez-Pompa, A. 1985.** On Maya Silviculture. *Mexican Studies*. 3(1): 1-17.
- Gómez-Pompa, A. 1990.** Editorial: Maya sustainability. En: *Tropinet*. Vol. 2 No. 2 Winter 1990 Biotropica suplement No. 25 Organization for tropical Studies The Association for Tropical Biology.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1990a.** Conservation by traditional cultures in the tropics. In: **V. Martin** (Ed.) 1988. *For the Conservation of Hearth*. Golden Co. pp. 183-189.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1990b.** Traditional management of tropical forests in México. In: **Anthony B. Anderson** (Ed.) 1990. *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press. pp. 45-64.
- Gómez-Pompa, A. 1992.** La conservación de la biodiversidad tropical: obligaciones y responsabilidades. En: **José Sarukhán y Rodolfo Dirzo** (Comp.) 1992. *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. pp. 259-267.
- Guess, G.M. 1979.** Pasture expansion, forestry and development contradictions: the case of Costa Rica. *Stud. Comp. Int. Develpm*, Spring 1979: 42-55.
- Medellín-Morales, S.G. 1988.** *Arboricultura y Silvicultura tradicional en una comunidad totonaca de la Costa de Veracruz, México*. Tesis de Maestría en Ciencias (Ecología y Manejo de Recursos Bióticos). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. 347 p.
- Miranda, F. y Hernández X., E. 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28:29-179.
- Nations, J.D. and D.I. Komer .1982.** Indians, immigrants and beef exports: Deforestation in Central América. *Cult Survival Quart.* 6: 8-12.
- Nair, P.K.R. 1991.** State-of-artagroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 45: 5-29.
- Nigh, R.B. y J.D. Nations. 1983.** La agrosilvicultura tradicional de los Lacandones de Chiapas. En: CADAL-CEESTEM. *Civilización: configuraciones de la diversidad*. 1: 341-371. México.
- Oldfield, M.L. and J.B. Alcorn. 1987.** Conservation of traditional ecosystems. *Bioscience*. 7(3): 199-208.
- Ortega, C.A. 1987.** *Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo*. CIMMIT. México. 106 p.

- Puig, H. 1976.** Vegetation de la Huasteca, Mexique. Mision Archeologique et. Ethnologique Francaise au Mexique. *Collection Etudes Mesoamericaines*. Vol. 5. México, D.F. 527 p.
- Sharp, A.J., Hernández X., E., Crum, H. y Fox, W.B. 1950.** Nota florística de una asociación importante del Suroeste de Tamaulipas. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 11:1 – 4.
- Sosa, J.V. 1987.** Generalidades de la Región de Gómez Farías, Tamaulipas. En: **H. Puig y R. Bracho** (eds.). 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología A.C. México, 188 p.
- Sosa V. J. y H. Puig. 1987.** Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. En: **H. Puig y R. Bracho** (eds.). 1987. *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Instituto de Ecología A.C. México, D.F. pag. 107-131.
- Toledo M. V. M., J. Caballero, A. Argueta, P. Rojas, E. Aguirre, J. Viccon, S. Martínez y M. Díaz. 1978.** estudio botánico y ecológico de la Región del Río Uxpanapa, Ver., México. No. 7: El uso múltiple de la selva basado en el conocimiento tradicional. *Biotica* 3(2): 85-103.
- Weaver, P. 1979.** La agrosilvicultura en América tropical. *Unasyiva* 31(126): 2-12. FAO. Roma.

Anexo 1. Manejo de las especies vegetales en milpas Lázaro Cárdenas, Reserva de la Biósfera "El Cielo", Tamaulipas.

Origen del material	%	Modificaciones al suelo	%	Tipo de fertilización	%
Espontánea	10.9	Sin modificación	82.8	Sin fertilización	85.9
Silvestre	60.9	Despedrado	17.1	Residuos caseros	—
Arvense cultivo	6.2	Remoción superficial	3.1	Abonos verdes	14.0
Arvense huerto	—	Remoción profunda	—	Estiercol	—
Reproducida en cultivo	18.7	Poceteado	—	Gallinaza	—
Reproducido en huerto	—	Surcado o Cajeteado	4.6	Fertilizantes químicos	—
Híbrido o variedad	—	Terraceado	—	Varios	—
Introducida	—	Otro	—	Otros	—
Escapada	1.5				
Otro	—				

Grado de manejo	%	Tipo de manejo	%	Frecuencia de riego	%
Silvestre	79.6	No tiene	51.5	Sin riego	100
Tolerada	3.1	Individual no asociado	10.9	Ocasional	—
Fomentada	32.8	Individual asociado	15.6	Períodos	—
Cultivada	18.7	Población no asociada	14.0	Regular	—
		Población asociada	9.3		

Grado de deshierbe	%	Control de plagas y enfermedades	%	Transplante	%
Sin deshierbe	78.1	Sin control	98.4	No	98.5
Ocasional	14.0	Ocasional	1.5	Si	1.5
Periodos críticos	—	Períodos	—		
Regular	7.8	Permanente	1.5		

Reproducción vegetativa	%	Manejo de tocones	%	Podas	%	Soporte para cultivos	%
No	96.9	No	79.7	No	86.0	No	76.6
Si	3.1	Si	20.3	Si	14.0	Si	23.4

Anexo 2. Especies útiles en milpas del Ejido Lázaro Cárdenas, Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso	Parte usada
LAURACEAE	<i>Nectandra sanguinea</i>	Aguacatillo	Tu	Tr
	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Com	Fr
FABACEAE	<i>Acacia angustissima</i>	N.D.	Tu	Tr
	<i>Arachis hypogea</i>	Cacahuatate	Com	sem
	<i>Cercis canadensis</i>	Pata de vaca	Com, Tu	Fl, Fr
	<i>Cologania pallida</i>	N.D.	Tu, Mal	T,T
	<i>Crotalaria aff. tuerckheimii</i>	N.D.	Tu, Mal	T,T
	<i>Desmodium sp.</i>	N.D.	Mal	T
	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Guajillo	Tu	Tr
	<i>Phaseolus coccineus</i>	Frijol burro, Chamacuero	Com, Mal	Sem, Tub, T
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol de guía	Com	Sem
	<i>Zornia diphylla</i>	N.D.	Mal	T
MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i>	Güinare	Mal	T
MELIACEAE	<i>Trichilia havanensis</i>	N.D.	Mal	T
MUSACEAE	<i>Musa sp.</i>	Plátano	Com	Fr
MYRSINACEAE	<i>Rapanea myricoides</i>	Jara	Mal	T
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Com, Tu	Fr, Tr
ONAGRACEAE	<i>Oenothera rosea</i>	N.D.	Mal	T
ORCHIDACEAE	<i>Habenaria quinqueseta</i>	Azucena de monte	Orn, Mal	T,T
PAPAVERACEAE	<i>Bocconia frutescens</i>	Llora sangre	Mal	T
PHYTOLACCACEAE	<i>Phytolacca icosandra</i>	Cóngora	Com, Mal	H, T
PIPERACEAE	<i>Piper umbellatum</i>	N.D.	Mal	T
ROSACEAE	<i>Duchesnea indica</i>	Fresa silvestre	Mal	T
	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero	Com	Fr
	<i>Rubus sapidus</i>	Zarzamora	Com, Mal	Fr, T
RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	N.D.	Med, Mal	H, T
	<i>Ricardia aff. scabra</i>	N.D.	Mal	T
RUTACEAE	<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima	Com	Fr
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Com	Fr
	<i>Zantoxylum clavaherculis</i>	Ceibilla	Med, Tu	Cort
SAPINDACEAE	<i>Paullinia tomentosa</i>	N.D.	Mal	T
SMILACACEAE	<i>Smilax bona-nox</i>	Zarzaparrilla	B, Mal	R, T
SOLANACEAE	<i>Physalis sp.</i>	Tomate de bolsa	Com	Fr
	<i>Solanum aff. globiferum</i>	Sosa	Mal	T
	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Com	Tub
VERBENACEAE	<i>Lantana sp.</i>	N.D.	Mal	T
	<i>Callicarpa acuminata</i>	N.D.	Mal	T
VITACEAE	<i>Vitis sp.</i>	Parra	Med. Com	S, Fr
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora sp.</i>	N.D.	Mal	T

Med=Medicinal; Com=Comestible; Tu=Tutor o soporte para cultivos; Mal=Maleza; Orn=Ornamental; Cort=Corteza; Fr=Fruto; H=Hojas; R=Raíz; S=Savia; Sem=Semilla; T=Toda la planta; Tr=Tronco; Tub=Tubérculo o Rizoma; Fl=Flor; N.D.=No determinado.

57. Las plantas comestibles silvestres

Luis Manuel Pérez Quilantán¹, Arturo Mora-Olivo¹ y Sergio Medellín Morales²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Blvd. López Mateos No. 928 Ote. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87040.

²Pronatura Noreste, A.C. Av. Alfonso Reyes 201-A. Col. Contry, Monterrey, N.L., MÉXICO 64860.

Abstract

The wild edible plants of El Cielo Biosphere Reserve are described. The list includes 79 species. Data for each species includes genus, species, botanical family, common name, use, and edible parts. Botanical specimens were collected for identification, and eight specimens were used for chemical analyses. All plant specimens are maintained in the herbarium of the University of Tamaulipas. Fruits were found to be the predominant edible plant part.

Introducción

Se han registrado gran número de especies vegetales silvestres, que se consideran recursos de diversos usos actuales y potenciales (González 1987), entre los cuales el alimenticio quizá sea el de mayor importancia. El uso alimenticio de las plantas silvestres es tan antiguo como el hombre mismo, y actualmente numerosas especies se han domesticado o están en proceso de domesticación. Se presume la existencia de miles de especies comestibles en el mundo, en 1919 se habían inventariado 2,897 plantas comestibles (Hedrick 1972), época en la que se supone un número cercano a 80,000. En México, se estima que alrededor de 600 especies vegetales son usadas comúnmente en la alimentación humana (Caballero *et al.* 1985). Para la Reserva de la Biósfera El Cielo (RCB) no se tiene una cifra exacta de las consumidas por sus habitantes (Nabhan 1989). Por otra parte, en gran medida se desconoce el valor real de la calidad nutrimental de las plantas consumidas o potencialmente comestibles. Los escasos trabajos encaminados a conocer el potencial alimenticio que tienen las plantas silvestres son: Ordóñez y Pardo (1982), Hurtado y Hernández (1989) y Omar *et al.* (1998). Usualmente las investigaciones de carácter etnobotánico o florístico mencionan alguna especie de uso comestible.

Particularmente para Tamaulipas, Hernández *et al.* (1991) realizaron un estudio general acerca de las plantas útiles y de las 14 categorías de uso

registradas, las comestibles ocuparon la segunda posición con 179 especies; Hurtado y Hernández (1989) hicieron un estudio preliminar de las plantas silvestres comestibles de la zona árida; y Nabhan (1989) menciona 67 especies potencialmente comestibles entre las registradas de la Sierra de Guatemala (región de Gómez Farías) por Johnston *et al.* (1989). Durante más de 10 años se ha recopilado información acerca de las plantas silvestres usualmente utilizadas como alimento por los habitantes de la RCB. Los datos obtenidos de manera informal son nombre común, parte utilizada y forma de consumo. La mayoría de las plantas colectadas se han identificado taxonómicamente y se encuentran depositados en el herbario UAT. Entre otros datos se registró el tipo de vegetación de donde se localiza la especie y se ha anotado su abundancia relativa.

Además, se realizaron los análisis físicos y químicos proximales de ocho especies de uso frecuente por los habitantes, a fin de contar con mayor información de su calidad nutritiva. No se consideran hongos, ni plantas utilizadas para hacer infusiones u otro tipo de bebidas, tampoco se incluyeron plantas comestibles no consumidas en esta área natural protegida. Se registraron 78 especies de plantas vasculares silvestres comestibles (**Anexo 1**) y la distribución de especies de acuerdo a la parte utilizada (**Figura 1**). Es notable el uso de frutos por encima de otras partes vegetativas de las plantas. Estos frutos se consumen directamente (especialmente por los niños), aunque en algunos casos son asados o cocidos como el talayote (*Marsdenia coulteri*) y el juanjilón (*Pseudobombax ellipticum*) (**Fig. 2**). Existen otros, que son procesados y llegan a ser comercializados, como las uvas (*Vitis* spp.), el jobo (*Spondias mombin*) y las zarzamoras (*Rubus* spp.). Que son recolectados por habitantes de Alta Cimas y varios ejidos para ser procesados como conservas y licores, mismos que son vendidos a los visitantes de la Reserva.

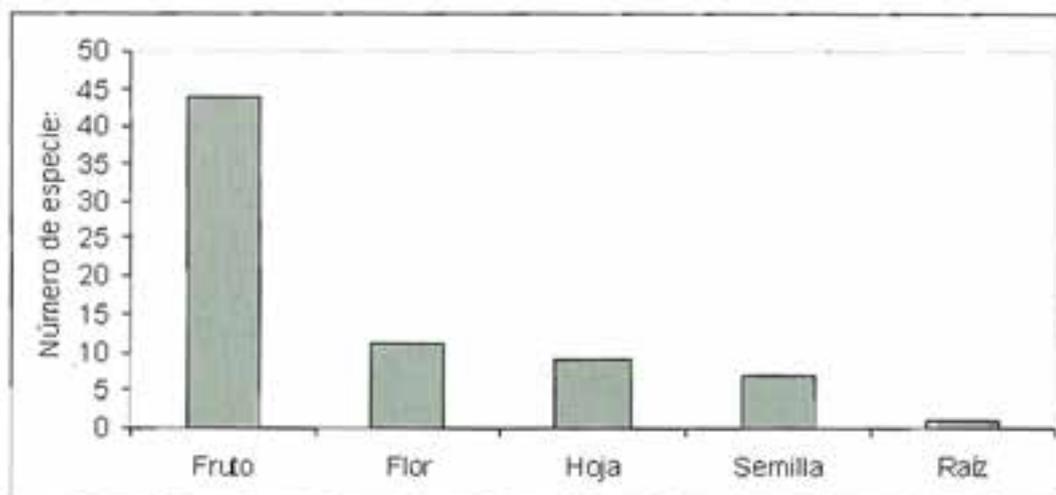


Figura 1. Distribución del número de especies de acuerdo a la parte utilizada en la RBC.

Las flores ocupan el segundo lugar de su uso alimenticio, siendo la pata de vaca (*Cersia canadensis*) y la mala mujer (*Cnidocolus multilobus*) las mayormente utilizadas en el bosque mesófilo de montaña y en el bosque tropical subcaducifolio, respectivamente. En la porción árida de Jaumave, las flores de palma china (*Yucca filifera*), llamadas comúnmente chochas, son las que más se consumen.

Los arbustos y los árboles son la forma biológica más común entre las registradas, con 30 especies (38%), las hierbas con 15 (19%) y los bejuocos con tres especies (5%).

De acuerdo al tipo de vegetación, el bosque tropical caducifolio es el que posee la mayor diversidad de especies comestibles, ya que contiene casi el 40% del total. En el resto de las comunidades vegetales, el número de especies comestibles es muy similar (15 a 16) con excepción de tres especies acuáticas o riparias. Las plantas comestibles más conocidas y frecuentemente utilizadas por los habitantes locales son: *Vitis cinerea*, *Spondias mombin*, *Pseudobombax ellipticum*, *Cercis canadensis*, *Erythrina americana* (Fig. 3), *Cnidocolus multilobus* y *Parmentiera aculeata*; especies que fueron analizadas desde las perspectivas físico y químico proximal (Cuadro 2).

Las flores presentaron un mayor porcentaje de proteína con relación a los frutos que son más ricos en el contenido de carbohidratos.

Particularmente el juanjilón (*Pseudobombax ellipticum*), es la especie con un buen potencial nutritivo por su alto valor energético, presenta un alto contenido de grasa (31%) y un porcentaje considerable de proteínas (18%). De manera general se recomienda el consumo de flores como fuente de proteínas de fruto por su alto contenido calórico (carbohidratos y grasas).

La información recabada en este trabajo, no refleja la totalidad del potencial alimenticio silvestre que existe en la RBC. Sin embargo, se aportan datos que pueden servir de base para implementar un plan de aprovechamiento racional de las plantas que pueden ser un complemento alimenticio para los habitantes de esta región. Por otro lado, es conveniente encaminar estudios que permitan conocer las posibilidades de comercialización de otras especies, como ya ocurre con el jobo, las zarzamoras y las uvas silvestres.

Se recomienda conocer el estado actual de las poblaciones naturales de las especies, así como su historia natural, con el fin de realizar un aprovechamiento sostenible del recurso y si es posible iniciar un proceso de domesticación de algunas plantas.



Figura 2. Flor y fruto de la *Pseudobombax ellipticum*.



Figura 3. Flores de *Erythrina americana*.

Literatura citada

- Caballero, J., A. Rublo, R. Bye, G. Palomino, M. Peña, H. Quero y L. Scheinvar. 1985.** La Unidad de investigación sobre recursos genéticos del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. *1ª Reunión Nacional de Jardines Botánicos*. Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM.
- González, V.C. 1987.** La Importancia de las plantas silvestres para la producción de alimentos en México. En: *Estrategias de Clasificación y Manejo de Vegetación Silvestre para la Producción de Alimentos en Zonas Áridas*. USDA. 257 pp.
- Hedrick, U.P. (ed.) 1972.** *Stutervant's edible plants of the world*. Dover Publications, Inc. N. Y. 686 pp.
- Hernández, L., C. Gonzalez y F. Gonzalez. 1991.** Plantas útiles de Tamaulipas, México. *Soc. Bot. Méx.* 62(1): 1-38.
- Johnston, K. Nixon, G.L. Nesom y M. Martinez. 1989.** Listado de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas México. *Biotam* 1(2): 21-53.
- Nabhan, G. 1989.** El Papel de la etnobotánica en la conservación de recursos fitogenéticos en Reservas de la Biosfera. *Biotam* 1(2):1-4.
- Omar de D., O., X. Altamirano S. y D. Centurión H. 2000.** El uso de los recursos alimentarios en las comunidades del Centro Rural Integrador de Tapijulapa, Tacotalpa, Tabasco. *Rev. Divulg. Div. Acad. Cienc. Biol.* 5 y 6(3 y 4): 18-29.
- Ordoñez D., M. J. y E. Pardo T. 1982.** Estudio etnobotánico de tres especies de flores comestibles en la Ciudad de Xalapa, Veracruz. *Biótica* 7(2):305-321.

Cuadro 2. Análisis físico y químico proximal (base seca).

Especie	Parte analizada	Características físicas		%	%	%	%	%
		Peso(gr)	Talla(cm)	Grasas	Fibra cruda	Cenizas	Proteína	Carbohidratos
<i>Rubus sapidus</i>	Fruto	2-3	1.7-1.9	10.10	33.1	2.7	7.8	46.3
<i>Vitis cinerea</i>	Fruto	0.3	0.9	7.4	22.2	4.2	6.2	60.0
<i>Spondias mombin</i>	Fruto	4.5-8.3	2.2-3	4.5	15.0	2.7	5.4	72.4
<i>Pseudombax ellipticum</i>	Fruto	60-200	7-12	31.46	13.0	4.1	18.2	33.24
<i>Parmentiera aculeata</i>	Fruto	99-190	11-18	2.9	18.0	3.3	5.5	70.3
<i>Cercis canadensis</i>	Flor	2	0.8	2.6	27.4	5.3	19.76	44.94
<i>Erythrina americana</i>	Flor	1-3	3.5-6.5	1.4	28.8	8.5	21.0	40.3
<i>Cnidocolus multilobus</i>	Flor	0.1	1.5-2	5.3	12.9	7.6	15.8	58.4

Anexo 1. Especies vegetales silvestres comestibles de la RBC. * BTC = Bosque tropical caducifolio, BTS = Bosque tropical subcaducifolio, BMM = Bosque mesófilo de montaña, BPE = Bosque de pino-encino, MX= Matorral xerófilo VAR = Vegetación acuática o riparia, VS = Vegetación Secundaria.

Nombre Científico	Familia	Nombre Común	Parte Utilizada	Consumo	Abundancia	Forma Biológica	Vegetación*
<i>Acacia constricta</i>	Fabaceae	Huizachillo	Fruto	Directo	Común	Arbusto	MX
<i>Acacia sphaerocephala</i>	Fabaceae	Espinero	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BTC
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cactaceae	Jacubo	Tallo	En guiso	Común	Arbusto	BTC
<i>Acrocomia mexicana</i>	Arecaceae	Corozo	Fruto	Directo	Común	Arbol	BTS
<i>Agave lechuguilla</i>	Agavaceae	Lechuguilla	Flor	En guiso	Abundante	Arbusto	MX
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Quelite	Hoja	En guiso	Escasa	Hierba	BTC
<i>Amaranthus palmeri</i>	Amaranthaceae	Quelite	Hoja	En guiso	Escasa	Hierba	BTC
<i>Annona globiflora</i>	Annonaceae	Chirimoya	Fruto	Directo	Abundante	Arbusto	BTC
<i>Arbutus xalapensis</i>	Ericaceae	Madroño	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BPE
<i>Arctostaphylos</i> sp.	Ericaceae	Manzanita	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BPE
<i>Bromelia pinguin</i>	Bromeliaceae	Huapilla	Flor	En guiso	Común	Arbusto	BTC
<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	Ojite	Fruto	Directo	Escasa	Arbol	BTS
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Solanaceae	Chile piquín	Fruto	En guiso o directo	Escasa	Arbusto	BTC, MX
<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	Papaya	Fruto y raíz	Directo	Escasa	Arbol	BTC
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i>	Juglandaceae	Nogalillo	Semilla	Directa	Común	Arbol	BMM
<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Ceiba	Semilla	Directo	Escasa	Arbol	BTC
<i>Celtis iguanaea</i>	Ulmaceae	Granjeno huasteco	Fruto	Directo	Moderada	Arbusto	BTC
<i>Celtis pallida</i>	Ulmaceae	Granjeno	Fruto	Directo	Escasa	Arbusto	BTC, MX
<i>Cercis canadensis</i>	Fabaceae	Pata de vaca	Flor	En guiso	Abundante	Arbol	BMM
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	Epazote	Hoja	En guiso	Escaso	Hierba	VS
<i>Clorophora tinctoria</i>	Moraceae	Mora	Fruto	Directo	Común	Arbol	BTC
<i>Cnidiosculus aconitifolius</i>	Euphorbiaceae	Mala mujer	Flor	En guiso	Escasa	Arbusto	BTC
<i>Cnidiosculus multilobus</i>	Euphorbiaceae	Mala mujer	Flor	En guiso	Abundante	Arbol	BTC
<i>Crataegus rosei</i>	Rosaceae	Tejocote	Fruto	Directo	Moderada	Arbusto	BMM, BPE
<i>Cucumis anguria</i>	Cucurbitaceae	Pepinas	Fruto	En guiso	Escasa	Hierba	VS
<i>Dasyliroton</i> sp.	Agavaceae	Sotol	Flor	En guiso	Escasa	Arbusto	MX, BPE
<i>Diospyros palmeri</i>	Ebenaceae	Chapote prieto	Fruto	Directo	Escasa	Arbol	BTC
<i>Diospyros riojae</i>	Ebenaceae	Chapote	Fruto	Directo	Rara	Arbol	BMM, BPE
<i>Duchesnea indica</i>	Rosaceae	Fresa	Fruto	Directo	Escasa	Hierba	BMM, BPE
<i>Ebenopsis ebano</i>	Fabaceae	Maguacata	Semilla	Cocidas	Común	Arbol	BTC
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Cactaceae	Biznaga burra	Tallo	En dulce	Escasa	Arbusto	MX
<i>Ehretia elliptica</i>	Boraginaceae	Manzanita	Fruto	Directo	Moderada	Arbol	BTC
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Myrtaceae	Capulín	Fruto	Directo	Escaso	Arbusto	BTS, BMM
<i>Eugenia capuli</i>	Myrtaceae	Capulín	Fruto	Directo, atole	Abundante	Arbusto	BTS, BMM
<i>Erythrina americana</i>	Fabaceae	Palol	Flores	En guiso	Moderada	Arbol	BTS, BMM
<i>Fragaria mexicana</i>	Rosaceae	Fresa del monte	Fruto	Directo	Escasa	Hierba	BMM, BPE
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Aquiche	Fruto	Directo	Abundante	Arbol	BTC
<i>Hechtia glomerata</i>	Bromeliaceae	Huapilla	Flor	En guiso	Abundante	Arbusto	MX
<i>Inga vera</i> subsp. <i>spuria</i>	Fabaceae	Cola de zorra	Semilla	Directo	Común	Arbol	VR
<i>Juglans mollis</i>	Juglandaceae	Nogal prieto	Semilla	Directo	Escasa	Arbol	BMM, BPE
<i>Lantana</i> sp.	Verbenaceae	Pionia	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BMM, BPE
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Guaje	Semilla	Directo o en guiso	Común	Arbol	VS
<i>Leucaena pulverulenta</i>	Fabaceae	Tepeguaje o guajillo	Semilla	Directo o en guiso	Moderada	Arbol	BPE
<i>Marsdenia coulteri</i>	Asclepiadaceae	Talayote	Fruto y semilla	Asado y cocido en azúcar	Común	Bejuco	BTC
<i>Morus celtidifolia</i>	Moraceae	Mora	Fruto	Directo	Rara	Arbol	BMM
<i>Mytilocactus geometrizans</i>	Cactaceae	Garambullo	Fruto	Directo	Escasa	Arbusto	MX
<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	Aguacatillo	Fruto	Directo	Escaso	Arbol	BTS
<i>Opuntia dejecta</i>	Cactaceae	Nopal chamacero	Tallo (penca)	En guiso	Común	Arbusto	BTC

<i>Opuntia engelmannii</i>	Cactaceae	Nopal cuijo	Tallo (penca)	En guiso	Común	Arbusto	MX
<i>Opuntia</i> sp.	Cactaceae	Nopal	Tallo	En guiso	Escaso	Arbusto	MX
<i>Oxalis latifolia</i>	Oxalidaceae	Agrito	Hojas (penca)	Como verdura	Común	Hierba	BTC
<i>Parmentiera aculeata</i>	Bignoniaceae	Chote	Fruto	Cocido en azúcar	Común	Arbol	BTC
<i>Phaseolus coccineus</i>	Fabaceae	Frijol burro	Semilla	Cocidos	Común	Hierba	BMM, BPE
<i>Phytolacca</i> sp.	Phytolaccaceae	Jabonera	Hoja	En guiso	Común	Hierba	BTC
<i>Physalis philadelphica</i>	Solanaceae	Tomatillo	Fruto	En guiso	Común	Hierba	BTC, VS
<i>Physalis</i> sp.	Solanaceae	Tomate de coyote	Fruto	En guiso	Común	Hierba	MX
<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	Guamúchil	Fruto	Directo	Común	Arbol	BTC
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Verdolaga	Hoja	En guiso	Común	Hierba	BTC
<i>Prosopis tamaulipana</i>	Fabaceae	Mezquite	Fruto	Directo	Común	Arbol	MX
<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae	Capulín	Fruto	Directo	Común	Arbol	BMM, BPE
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Bombacaceae	Juanjilón	Semilla	Directo	Común	Arbol	BTC
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Guayaba	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BTC
<i>Rhipsalis baccifera</i>	Cactaceae		Fruto	Directo	Común	Hierba	BTS
<i>Rhus pachyrrachis</i>	Anacardiaceae	Agrito	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BPE
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Brassicaceae	Berro	Hoja	En guiso	Escasa	Hierba	VA
<i>Rubus coniiifolius</i>	Rosaceae	Zarzamora	Fruto chimuela	Directo, jalea, mermelada	Común	Arbusto	BMM, BPE
<i>Rubus sapidus</i>	Rosaceae	Zarzamora	Fruto	Directo, jalea mermelada	Escasa	Arbusto	BMM, BPE
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	Lengua de vaca	Hojas	En guiso	Escaso	Hierba	VA
<i>Sabal mexicana</i>	Arecaceae	Micheros	Semillas	Directo	Común	Arbol	BTC
<i>Sideroxylon palmeri</i>	Sapotaceae	coma	Fruto	Directo	Común	Arbol	BTS
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Jobo	Fruto	Directo o bebida	Abundante	Arbol	BTS
<i>Stenocereus griseus</i>	Cactaceae	Pitayo	Fruto	Directo	Común	Arbusto	BTC, MX
<i>Thunbergia</i> sp. ?	Acanthaceae	Resuello de buey	Flor y hoja	En guiso	Común	Bejuco	BTS
<i>Tournefortia hirsutissima</i>	Boraginaceae	Nigua	Fruto	Directo	Común,	Arbusto	BTS
<i>Vallesia glabra</i>	Apocynaceae	Mahuira	Fruto	Directo	Abundante	Arbusto	MX
<i>Vitis cinerea</i>	Vitaceae	Uva silvestre	Fruto	Directo, jalea mermelada	Abundante	Bejuco	BTS
<i>Vitis lilifolia</i>	Vitaceae	Uva silvestre	Fruto	Directo, jalea mermelada	Abundante	Bejuco	BTS
<i>Yucca filifera</i>	Agavaceae	Palma china	Flor	En guiso	Escasa	Arbol	BTC
<i>Yucca treculeana</i>	Agavaceae	Pita	Flor	En guiso	Escasa	Arbol	BTC

58. Las plantas forrajeras

Arturo Mora-Olivo¹, Jesús Valdés Reyna² y Guillermo Nava Villarreal³

¹Instituto de Ecología y Alimentos. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Blvd. López Mateos No. 928 Ote.
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87040.

²Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Buenavista, Saltillo Coahuila 23315 MÉXICO

³Departamento de Recursos Naturales, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey,
Monterrey, Nuevo León, MÉXICO

Abstract

An ethnobotanical inventory carried out in the El Cielo Biosphere Reserve showed that 193 plant species were used as food, or had such potential. The families better represented were Poaceae (115 spp), Fabaceae (29 spp) and Cyperaceae (19 spp). According to their forage value, 19 are considered as excellent, 75 are good, 32 are regular, 8 are poor and 8 are poor to good, depending on the season of the year. Although some are cultivated or introduced plants we discuss the importance of the native, wild species and we discuss how the naturalized ones constitute an option for the feeding of cattle at low cost.

Introducción

La ganadería es una de las actividades productivas más importantes de Tamaulipas, y aunque en la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) no representa la principal fuente de ingreso económico para sus habitantes, si contribuye de manera substancial al respecto. Las plantas forrajeras son la fuente más económica de nutrimentos para los rumiantes, ya que potencialmente pueden cubrir la totalidad de sus necesidades nutritivas. Esto adquiere importancia en nuestros días, debido a que, proporcionar una buena alimentación al ganado a través de la compra de alimentos concentrados (especialmente en época de sequía), hace prohibitiva su utilización en la ganadería extensiva.

Asimismo, en la actualidad se desconoce en gran medida la utilidad que las plantas silvestres tienen como forrajes con nutrimentos abundantes y de bajo costo. Tomando en cuenta que en la RBC existe una alta diversidad de especies vegetales, se planteó la necesidad de investigar el potencial que estas plantas pueden ofrecer con el fin obtener un mejor aprovechamiento de los recursos alimenticios para el ganado de la región.

Contribuir al conocimiento del potencial de uso forrajero que tienen las plantas de la RBC fue

el objetivo del presente trabajo, en el que se incluyen tanto las especies nativas, naturalizadas e introducidas.

La mayoría de los antecedentes que existen sobre plantas forrajeras se enfocan básicamente a plantas introducidas como gramíneas y leguminosas (Bodgan 1977, Robles 1978, Duthil 1980, Juscafresa 1983, Mejía 1986, Ocumpaugh y Rodríguez 1998). Con respecto al estudio de las plantas nativas forrajeras son pocos los trabajos que existen como el de Clarcke y Tisdale (1945), el de Díaz y González (1984) y el de Pardo-Tejeda y Sánchez (1981).

En Tamaulipas se han realizado los siguientes trabajos sobre plantas forrajeras. El Gobierno del Estado en 1981 indicó la importancia de las leguminosas forrajeras en las explotaciones pecuarias de la zona centro. En 1984 Díaz y González iniciaron un trabajo sobre los recursos forrajeros silvestres, desafortunadamente sólo incluyen datos preliminares. Yado *et al.* (1984) estudiaron la introducción de gramíneas y leguminosas para la obtención de nuevos materiales forrajeros en el estado. Finalmente, en 1998 la SAGAR publicó un trabajo con las principales especies forrajeras. Específicamente en la RBC no existe ningún antecedente de trabajos similares.

Métodos

El presente estudio consistió en diferentes etapas, como primer punto se recopiló la información bibliográfica sobre plantas forrajeras silvestres y cultivadas. Posteriormente, se analizó el inventario de las plantas vasculares registradas y depositada en el herbario UAT, para la RBC.

Otra parte importante consistió en la elaboración de encuestas y entrevistas informales con los habitantes de la zona dedicados a la ganadería. Esta información se complementó con registros visuales de las plantas que usualmente

son consumidas por las diferentes clases de ganado y la fauna presentes en el área de estudio.

Por último, se seleccionaron las especies consideradas como más importantes por los ruminantes, ya sea por su abundancia o por su valor forrajero (**Fig. 1**). Definiendo forraje, como aquel material de origen vegetal, generalmente la parte aérea de la planta, destinado al consumo de herbívoros que contiene más de 18% de fibra cruda en la materia seca (Mc Dowell *et al.* 1974). De acuerdo con Jiménez (1989), se considera para fines prácticos a la fibra cruda como la fracción, correspondiente a la pared celular del tejido vegetal, la cual contiene celulosa, hemicelulosa y lignina cuya principal característica, es la pobre utilización que pueden hacer de ella los animales domésticos con excepción de grupo denominado ruminantes, que poseen la particularidad de albergar en su tracto digestivo una rica microflora y microfauna constituida por bacterias y protozoarios que producen la enzimas de degradación de la fibra, gracias a las que es posible que el animal pueda nutrirse de forrajes. Las categorías de valor forrajero empleadas aquí, siguen las presentadas

por Stubbendieck *et al.* (1982), como valores relativos, que pueden variar con la clase de animal que consuma el forraje. Los valores fueron determinados en base a la utilización, valor nutrimental, y la abundancia de las especies forrajeras en la zona. Estos valores, pueden variar con las condiciones climáticas, época de consumo, edad y clase de animal.

Resultados y discusión

En el **Anexo 1** se presenta el inventario de las plantas forrajeras presentes en la RBC indicándose el valor forrajero, su abundancia relativa y el tipo de vegetación donde se localiza.

Se registró un total de 193 especies de plantas forrajeras o que potencialmente pueden ser utilizadas como recurso forrajero para la región. Más del 80% de estas especies pertenecen a las familias Poaceae (gramíneas), Fabaceae (leguminosas) y Cyperaceae (ciperáceas), las cuales contienen 115, 29 y 19 especies, respectivamente.

De acuerdo a su valor forrajero, 19 especies son excelentes, 75 especies son buenas, (**Fig. 2 y**

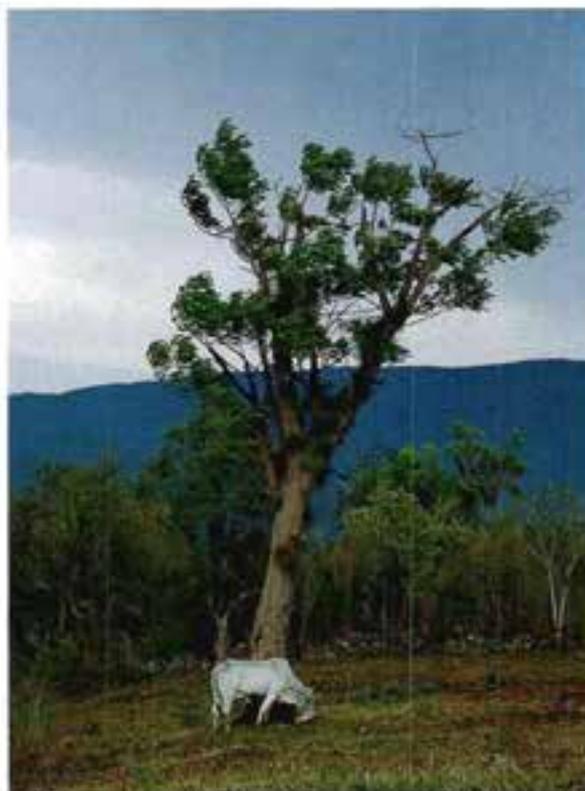


Figura 1. *Cedrela odorata*, con ganado pastando en la selva.

3) 32 son regulares, 8 son consideradas como pobres y 8 varían de un valor pobre a bueno dependiendo de la época del año y de la edad de la planta (Duthil 1980). Aún se desconoce el valor que tienen numerosas plantas que son consumidas por el ganado (49 especies) en la RBC.

La mayoría de las gramíneas y otras herbáceas utilizadas como alimento por el ganado, se distribuyen en pastizales, praderas, y cultivos forrajeros que se encuentran en áreas abiertas de otras comunidades vegetales como el bosque tropical, el bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino-encino. Algunas de estas áreas fueron transformadas en el pasado durante las décadas de los 40's y 50's para la creación de aserraderos o pequeños núcleos de población que actualmente están abandonados y son usados por las diferentes clases de ganado para pastoreo.

Dentro de los zacates introducidos y cultivados como forraje, destacan variedades de zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), pretoria (*Dichanthium annulatum*), Guinea (*Panicum maximum*), taiwán (*Pennisetum purpureum*) y buffel (*Pennisetum ciliare*).

Usualmente estos zacates ha tenido un proceso de naturalización y frecuentemente se

encuentran a las orilla de camino o escapadas de cultivo como malezas ruderales.

Aunque algunas ciperáceas forrajeras forman parte de diferentes comunidades vegetales, incluyendo la vegetación secundaria, la gran mayoría son plantas semi-acuáticas o riparias que forman extensos pastizales en los suelos húmedos o inundables que crecen a lo largo de los ríos y arroyos. Durante la época de sequía, estas plantas son un recurso forrajero muy importante para el ganado vacuno y los equinos.

En la porción árida de Jaumave, es muy común el empleo de nopales cultivados y silvestres para la alimentación del ganado, normalmente las pencas son cortadas y chamuscadas al fuego antes de ser ofrecidas a los animales.

La mayoría de las leguminosas (**Fig. 4**) y las demás familias registradas, incluyen a especies arbóreas y arbustivas que forman parte de los diferentes tipos de vegetación de la RBC especialmente de los bosques tropicales. Muchas de estas plantas son ramoneadas directamente por el ganado y en algunos casos las ramas son cortadas por los campesinos como ocurre con la



Figura 2. *Cordia boissieri* especie con buen valor forrajero.



Figura 3. *Opuntia engelmannii*.

chaca (*Bursera simaruba*), el ojite (*Brosimum alicastrum*) y el aquiche (*Guazuma ulmifolia*).

De acuerdo a algunos campesinos de la RBC, el consumo de determinadas especies proporciona ciertas características a la calidad de la carne de los animales o aumenta la producción de leche como ocurre con el frijolillo (*Ipomoea batatas*), una enredadera que es fomentada en el bosque tropical caducifolio.

Plantas cultivadas como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el maíz (*Zea mays*) y el sorgo (*Sorghum bicolor*), también son una fuente adicional de forraje para el ganado, después de levantarse la cosecha correspondiente.

A pesar de que se conoce el valor forrajero de la mayoría de las especies de plantas presentes (principalmente gramíneas y leguminosas), a excepción de las forrajeras introducidas, no se puede afirmar que los recursos forrajeros de la zona son bien conocidos. Es necesario el incrementar estudios para un mejor conocimiento, caracterización, importancia agronómica y sus limitaciones, para un mejor sistema de producción

con bases en un manejo sostenible de nuestros recursos naturales.

Literatura citada

- Bodgan, A.V. 1977.** *Pastos tropicales y plantas de forraje*. Edd. AGT Editor, S.A. México, D.F. 461 pp.
- Clarck, E. y E. Tisdale, 1945.** The chemical composition of native forage plants of southern Alberta and Saskatchewan in relation to grazing practices. *Tech. Bull. 54. Department of Agriculture, Ottawa, Can.*
- Díaz P., R. y F. González M. 1984.** Recursos forrajeros silvestres de Tamaulipas. En: *Informe de Desarrollo Tecnológico y Científico*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps. 187-195.
- Duthil, J. 1980.** *Producción de forrajes*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 413 pp.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas. 1981.** Importancia de las leguminosas forrajeras en las explotaciones pecuarias de la zona centro de Tamaulipas. *Boletín Informativo No. 8*. Secretaría de Fomento Agropecuario. Cd. Victoria, Tams. 6 pp.
- Jiménez M., A. 1989.** *La producción de forrajes en México*. Dirección de Divulgación y Publicaciones FIRA y Dirección de Difusión Cultural Universidad Autónoma de Chapingo. México. 100 pp.
- Juscafresa, B. 1983.** *Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo*. Editia Mexicana, S.A. México, D.F. 203 pp.
- McDowell, L. R., J. H. Conrad; J. E. Thomas and L. E. Harris, 1974.** *Latin American tables of feed composition*. University of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A.

- Mejía S., M.T. 1986. Gramíneas forrajeras en la región central del estado de Veracruz. *Cuadernos de Divulgación*, No. 22. INIREB. Xalapa, Ver. 66 pp.
- Ocuppaugh, W. R. y O. Rodríguez. 1998. Producción de pastos forrajeros: integración de especies forrajeras mejoradas en sistemas de producción ganadera en el sur de Texas. En: *Proceedings Management of Grazinglands in Northern Mexico and South Texas*. Texas A&M. Laredo, TX. 141-154 pp.
- Pardo-Tejeda y C. Sánchez M. 1981. *Brosimum alicastrum* a potentially valuable tropical forest resource. INIREB. Xalapa, Ver. 32 pp.
- Robles S., R. 1978. *Producción de granos y forrajes*. 2ª. Edición. Edit. LIMUSA. México, D.F. 592 pp.
- SAGAR (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 1998. *Principales especies forrajeras en Tamaulipas*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. COTECOCA-SAGAR. México, D.F. 128 pp.
- Stubbendieck, J., S. L. Hatch, y K. J. Kjar. 1982. *North American range plants*. Univeristy of Nebraska Press. 464 pp.
- Vásquez A., R. J. A. Villarreal y J. Valdés R. 1989. Las plantas de pastizales del Rancho Experimental Ganadero Los Angeles, Municipio de Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Folleto de Divulgación Vol. II No.8*. Saltillo, Coah. 20 pp.
- Yado P., R., J. A. Rico R., J. Guerrero C. y J. Salinas E. 1984. Introducción de gramíneas y leguminosas para la obtención de nuevos materiales forrajeros. En: *Informe de Desarrollo Tecnológico y Científico*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tams. 107-114.



Figura 4. *Pithecellobium ebano*, especie abundante con buen valor forrajero.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Valor Forrajero	Abundancia	Veg
AGAVACEAE	<i>Agave americana</i>	Maguey	R	Común	MX
AGAVACEAE	<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	P	Abundante	MX
AGAVACEAE	<i>Yucca treculeana</i>	Pita	R	Común	BT
AMARANTHACEAE	<i>Amaranthus hybridus</i>	Quelite	B	Común	VS
ASTERACEAE	<i>Flourensia laurifolia</i>	Hoja ancha	B	Abundante	BT
ASTERACEAE	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Ocotillo	B	Común	MX
BORAGINACEAE	<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuíta	B	Abundante	MX
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	B	Abundante	BT
CACTACEAE	<i>Opuntia dejecta</i>	Nopal chamacero	B	Común	BT
CACTACEAE	<i>Opuntia engelmannii</i>	Cuijo	B	Abundante	MX
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	B	Común	CU
CACTACEAE	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	B	Común	MX
CACTACEAE	<i>Opuntia leucoricha</i>	Duraznillo	B	Escaso	MX
CACTACEAE	<i>Opuntia rastrera</i>	Arrastradillo	B	Común	MX
CACTACEAE	<i>Opuntia stenopetala</i>	Arrastradillo	B	Común	MX
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea batatas</i>	Frijolillo	D	Común	BT
CYPERACEAE	<i>Carex fructus</i>		D	Común	BM, BP, PA
CYPERACEAE	<i>Carex polystachya</i>		D	Común	BP, PA
CYPERACEAE	<i>Carex sp.</i>		D	Común	BM, PA
CYPERACEAE	<i>Cyperus aggregatus</i>		D	Común	VA, PA
CYPERACEAE	<i>Cyperus flexuosus</i>		D	Común	BP, PA
CYPERACEAE	<i>Cyperus hermaphroditus</i>		D	Común	BT, PA
CYPERACEAE	<i>Cyperus ochraceus</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Cyperus odoratus</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Cyperus aff. tenuis</i>		D	Común	BP, PA
CYPERACEAE	<i>Eleocharis geniculata</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Eleocharis interstincta</i>	Tulillo	D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Eleocharis montevidensis</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Fimbristylis dichotoma</i>		D	Abundante	VA, PA
CYPERACEAE	<i>Fuirena simplex</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Kyllinga odorata</i>		D	Común	VA, PA
CYPERACEAE	<i>Kyllinga pumila</i>		D	Común	VA, PA
CYPERACEAE	<i>Rhynchospora aristata</i>		D	Común	BM, BP
CYPERACEAE	<i>Rhynchospora colorata</i>		D	Común	VA
CYPERACEAE	<i>Scleria melaleuca</i>		D	Común	BT, PA
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha schlechtendaliana</i>	Hierba tostada	D	Común	BT
EUPHORBIACEAE	<i>Bernardia myricifolia</i>	Oreja de ratón	B	Común	MX
FABACEAE	<i>Acacia angustissima</i>	Barba de chivo	R	Común	BT
FABACEAE	<i>Acacia berlandieri</i>	Guajillo	E	Común	MX
FABACEAE	<i>Acacia coulteri</i>	Palo de arco	R	Escasa	BT
FABACEAE	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	R	Común	VS
FABACEAE	<i>Acacia rigidula</i>	Gavia	R	Abundante	MX
FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	B	Abundante	BT
FABACEAE	<i>Caesalpinia mexicana</i>	Potro	B	Común	VS
FABACEAE	<i>Cercidium macrocarpum</i>	Palo verde	P	Escaso	MX
FABACEAE	<i>Dalea bicolor</i>	Engordacabras	E	Común	MX
FABACEAE	<i>Dalea greggii</i>	Engordacabras rastrera	B	Común	MX
FABACEAE	<i>Dalea lutea</i>	Escobilla de ramón	B	Común	MX
FABACEAE	<i>Dalea scandens</i>	Hierba del burro	R-B	Común	BT, PA
FABACEAE	<i>Desmodium grahamii</i>	Pegarropa	R-B	Común	BM

Anexo 1. Inventario de las plantas forrajeras registradas en la RBC. VALOR FORRAJERO: E =

Excelente, B = Bueno, R = Regular, P = Pobre, D = Desconocido

TIPO DE VEGETACIÓN: BT = Bosque tropical caducifolio, BM = Bosque mesófilo de montaña, BP =

Bosque de pino-encino, MX = Matorral xerófilo, VR = Vegetación riparia, VA = Vegetación acuática, PA =

Pastizal inducido o natural, VS = Vegetación secundaria, CU = Cultivada.

FABACEAE	<i>Desmodium lindheimeri</i>		R-B	Común	BT
FABACEAE	<i>Desmodium psilophyllum</i>		R-B	Común	BM
FABACEAE	<i>Ebenopsis ebano</i>	Ebano	B	Abundante	BT
FABACEAE	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejón	B	Común	BT
FABACEAE	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara dulce	B	Común	MX
FABACEAE	<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	B	Abundante	BT
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	B-E	Abundante	VS
FABACEAE	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Tepehuaje	B	Escasa	BM, BP
FABACEAE	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	B	Escasa	BT
FABACEAE	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Ahogador	B	Común	VR
FABACEAE	<i>Prosopis tamaulipana</i>	Mezquite	B-E	Común	MX
FABACEAE	<i>Trifolium amabile</i>		B	Escaso	BM, BP, PA
FABACEAE	<i>Trifolium repens</i>		B	Escaso	BM, BP, PA
FAGACEAE	<i>Quercus germana</i>	Encino roble	P-R	Común	BM
FAGACEAE	<i>Quercus polymorpha</i>	Encino	P-R	Común	BM, BP
FAGACEAE	<i>Quercus sartorii</i>	Encino blanco	P-R	Común	BM
LAURACEAE	<i>Ocotea tampicense</i>	Mahuirá	D	Común	BT
MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i>	Malva	D	Abundante	VS, PA
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojite	B	Común	BT
POACEAE	<i>Achnatherum eminens</i>		P	Escasa	BP
POACEAE	<i>Achnatherum multinode</i>		P	Escasa	BP
POACEAE	<i>Aegopogon cenchroides</i>		D	Común	
POACEAE	<i>Andropogon glomeratus</i>		B	Común	VR
POACEAE	<i>Aristida purpurea</i>		R	Común	MX, PA
POACEAE	<i>Arundinella berteroniana</i>		D	Común	VR
POACEAE	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Banderita	E	Común	MX, PA
POACEAE	<i>Bouteloua gracilis</i>	Navajita	E	Escasa	MX, PA
POACEAE	<i>Bouteloua radicata</i>		B	Común	MX, PA
POACEAE	<i>Bouteloua repens</i>		B	Común	BT, PA
POACEAE	<i>Bouteloua uniflora</i>		B	Común	PA
POACEAE	<i>Bothriochloa ischaemum</i>		B	Común	PA
POACEAE	<i>Bothriochloa laguroides</i>		B	Común	PA
POACEAE	<i>Brachypodium pringlei</i>		B	Escaso	BP, PA
POACEAE	<i>Briza subaristata</i>		B	Común	BP, PA
POACEAE	<i>Bromus anomalus</i>		B	Escaso	BP, PA
POACEAE	<i>Bromus marginatus</i>		B	Común	BP, PA
POACEAE	<i>Chloris ciliata</i>		B	Común	VS, PA
POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i>	Bermuda	E	Abundante	VS, PA
POACEAE	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Estrella	E	Común	BT, PA
POACEAE	<i>Dichanthium annulatum</i>	Pretoria	B	Común	BT, PA
POACEAE	<i>Digitaria insularis</i>	Zacate de perro	B	Común	VS, PA
POACEAE	<i>Digitaria ischaemum</i>		B	Común	VS, PA
POACEAE	<i>Eleusine indica</i>		R	Común	VS
POACEAE	<i>Elyonurus tripsacoides</i>		D	Escaso	BP
POACEAE	<i>Enteropogon chlorideus</i>		B	Común	VS
POACEAE	<i>Eragrostis erosa</i>		D	Escaso	MX, PA
POACEAE	<i>Eragrostis hirsuta</i>		D	Común	PA
POACEAE	<i>Eragrostis lugens</i>		R	Común	PA
POACEAE	<i>Eragrostis silveana</i>		D	Escasa	PA
POACEAE	<i>Eragrostis superba</i>		E	Escasa	PA
POACEAE	<i>Erioneuron avenaceum</i>		R	Escasa	MX, PA
POACEAE	<i>Erioneuron nealleyi</i>		R	Escasa	MX, PA
POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	Otate	D	Escasa	VR
POACEAE	<i>Hemarthria altissima</i>		B	Escasa	VA
POACEAE	<i>Homolepis glutinosa</i>		D	Escasa	BP, PA
POACEAE	<i>Ichnanthus nemorosus</i>		D	Escasa	BM, PA
POACEAE	<i>Ichnanthus pallens</i>		D	Escasa	BT
POACEAE	<i>Lasiacis divaricata</i>		D	Común	BT

Sección: VII. Dimensión Humana

POACEAE	<i>Lasiacis nigra</i>		D	Escasa	BT
POACEAE	<i>Lasiacis ruscifolia</i>		D	Común	BT
POACEAE	<i>Lasiacis sloanei</i>		D	Escasa	BT
POACEAE	<i>Lasiacis sorghoidea</i>		D	Común	BT
POACEAE	<i>Leersia ligularis</i>		P	Común	BT
POACEAE	<i>Leersia monandra</i>		P	Común	BT
POACEAE	<i>Leptochloa dubia</i>		E	Común	MX
POACEAE	<i>Leptochloa fascicularis</i>		R	Común	VA
POACEAE	<i>Muhlenbergia dubia</i>		R	Común	BP
POACEAE	<i>Muhlenbergia microsperma</i>		R	Escasa	VR, PA
POACEAE	<i>Muhlenbergia parviglumis</i>		R	Escasa	MX, PA
POACEAE	<i>Muhlenbergia purpusii</i>		R	Escasa	PA
POACEAE	<i>Nasella leucotricha</i>		R	Escasa	BP, PA
POACEAE	<i>Olyra latifolia</i>		R	Escasa	BT
POACEAE	<i>Oplismenus compositus</i>		B	Común	BT
POACEAE	<i>Oplismenus hirtellus</i>		B	Común	BT,
POACEAE	<i>Panicum acuminatum</i>		R	Común	BP, PA
POACEAE	<i>Panicum cordovense</i>		D	Común	BP, PA
POACEAE	<i>Panicum diffusum</i>		D	Escasa	BP, PA
POACEAE	<i>Panicum ghiesbreghtii</i>		D	Escasa	VS, PA
POACEAE	<i>Panicum hallii</i>		B-E	Común	MX, PA
POACEAE	<i>Panicum hirticaule</i>		R	Común	VS, PA
POACEAE	<i>Panicum laxum</i>		R	Común	VA
POACEAE	<i>Panicum dichotomum</i>		B	Escaso	M X
POACEAE	<i>Panicum maximum</i>	Guinea	E	Abundante	BT, PA
POACEAE	<i>Panicum trichidiachne</i>		R	Común	BP
POACEAE	<i>Panicum virgatum</i>		E	Escaso	VR
POACEAE	<i>Paspalidium geminatum</i>		R	Escasa	VA
POACEAE	<i>Paspalum conjugatum</i>	Antena	B	Común	VR
POACEAE	<i>Paspalum debile</i>		B	Común	VR
POACEAE	<i>Paspalum dilatatum</i>		B	Común	VS
POACEAE	<i>Paspalum humboldtianum</i>		B	Escasa	VP
POACEAE	<i>Paspalum langei</i>		B	Común	VS
POACEAE	<i>Paspalum lividum</i>		B	Común	VA
POACEAE	<i>Paspalum notatum</i>	Camalote	E	Común	PI
POACEAE	<i>Paspalum paniculatum</i>		B	Común	BT, VS
POACEAE	<i>Paspalum plicatulum</i>		B	Escasa	VS
POACEAE	<i>Paspalum pubiflorum</i>		B	Escasa	VR, VS
POACEAE	<i>Paspalum setaceum</i>		B	Escasa	VA
POACEAE	<i>Paspalum umbratile</i>		B	Escasa	VR
POACEAE	<i>Paspalum unispicatum</i>		B	Escasa	PA
POACEAE	<i>Paspalum variabile</i>		B	Escasa	BP
POACEAE	<i>Paspalum virgatum</i>		B	Común	PA
POACEAE	<i>Pennisetum ciliare</i>	Buffel	E	Abundante	PI
POACEAE	<i>Pennisetum purpureum</i>	Taiwán	E	Escaso	VR
POACEAE	<i>Poa annua</i>		B	Común	BP, PA
POACEAE	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	B	Abundante	CU
POACEAE	<i>Schizachyrium sanguineum</i>		R	Escasa	BP, PA
POACEAE	<i>Schizachyrium scoparium</i>		R	Común	VS
POACEAE	<i>Setaria leucopila</i>		E	Común	BT
POACEAE	<i>Setaria macrostachya</i>	Tempranero	E	Común	BT
POACEAE	<i>Setaria schaeferi</i>		E	Común	BT, MX
POACEAE	<i>Setaria vulpiseta</i>		R	Escasa	BS
POACEAE	<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo	B	Abundante	CU
POACEAE	<i>Sorghum halepense</i>	Z. Johnson	B	Abundante	VS
POACEAE	<i>Sorghastrum elliottii</i>		D	Escasa	BP

POACEAE	<i>Sporobolus airoides</i>	Zacatón alcalino	B	Común	VA
POACEAE	<i>Sporobolus atrovirens</i>		D	Escasa	VS, PA
POACEAE	<i>Sporobolus coromandelianus</i>		R	Común	VS, VR
POACEAE	<i>Sporobolus indicus</i>		R	Abundante	BP, PA
POACEAE	<i>Sporobolus wrightii</i>		B	Escasa	MX
POACEAE	<i>Stenotaphrum secundatum</i>		B	Abundante	PA
POACEAE	<i>Trachypogon plumosus</i>		D	Escasa	MX
POACEAE	<i>Tridens albescens</i>		R	Escasa	MX
POACEAE	<i>Tridens muticus</i>		R	Común	MX
POACEAE	<i>Tridens texanus</i>		R	Común	MX
POACEAE	<i>Tripsacum dactyloides</i>		E	Escasa	BP
POACEAE	<i>Tripsacum zopilotense</i>		E	Escasa	BP
POACEAE	<i>Urochloa fasciculata</i>		P	Abundante	VS
POACEAE	<i>Urochloa mutica</i>		B	Escasa	VA
POACEAE	<i>Urochloa ophyroides</i>		B	Escasa	PA, VS
POACEAE	<i>Urochloa plantaginea</i>		B	Común	VS
POACEAE	<i>Urochloa reptans</i>		B	Común	VS
POACEAE	<i>Zea mays</i>	Maiz	E	Abundante	CU
POACEAE	<i>Zeugites americana</i>		D	Escasa	BP
RHAMNACEAE	<i>Ceanothus caeruleus</i>		P	Común	BT
RUTACEAE	<i>Heliopsis parvifolia</i>	Barreta	B	Común	MX
SAPINDACEAE	<i>Neopongia integrifolia</i>	Vidrioso	D	Abundante	MX
SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon palmeri</i>	Coma	B	Común	BT
SCROPHULARIACEAE	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cenizo	R	Común	MX
STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Aquiche	B	Común	BT
TILIACEAE	<i>Heliocharis donnell-smithii</i>	Malva babosa	D	Común	BT
ULMACEAE	<i>Celtis pallida</i>	Granjeno	D	Común	MX
ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Ramoncillo	D	Común	BT
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Guaiaacum angustifolium</i>	Guayacán	B	Común	MX

59. Los sistemas de producción en la vertiente semiárida

**Manuel Garza Castillo, Ramón López de León y
Teodoro Medina Martínez**

Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas
Blvd. López Mateos 928.87040
Cd. Victoria, Tamaulipas, MEXICO

Abstract

The farmer production system in the arid zone of influence of the "El Cielo" Biosphere Reserve is described. The system is characterized by production subsystems of agriculture, mainly maize, bean, pumpkin, and aloe production; in addition, goat, and bovine cattle husbandry, and forestry (species extraction for different uses, emphasizing lechuguilla, and oregano, among others), are practiced. Also, *traspatio* or homegarden (fruit trees, vegetables and small animal species) are commonplace. Farming activities are being displaced or complemented by external activities like working as manual labor or to work as migratory employees in other parts of the country or abroad.

The production subsystems more economically feasible are: agriculture, husbandry and forestry. External activities represent a significant sustenance for the local families, given the low levels of productivity, and the adverse socioeconomic situation. Migration is more common among young people. The main zones where they go to work include the center and north of Tamaulipas, Monterrey, Nuevo León and the United States of America.

Introducción

La zona de influencia de la Reserva en su vertiente semiárida, comprende una gran porción del municipio de Jaumave, Tamaulipas (Región prioritaria No. 89, en el listado de regiones prioritarias terrestres de la CONABIO 1999). En el ambiente de tipo árido y semiárido se distribuyen dos provincias florísticas: la provincia del desierto chihuahuense (Rzedowski 1978) y la provincia biótica tamaulipeca (Johnston 1956). La zona que corresponde a la provincia biótica tamaulipeca presenta mayor afinidad con la flora del sur de Texas, y está formada por matorrales altos y medianos subinermes. El clima imperante es el seco semi-cálido extremo con presencia de canícula (BsohW^o). La temperatura media anual varía de 21°C a 23°C, presentando temperaturas máximas hasta de 46°C y mínimas de 0°C ó menos. La precipitación es de 500 mm anuales.

La localización geográfica de la zona no permite la presencia de ríos o arroyos permanentes; las principales corrientes subterráneas son el río Chihue y el Guayalejo con caudal expuesto durante la temporada de lluvias.

Los suelos presentes son litosoles, xerosoles y rendzinas en los lomeríos intermontanos. La oscilación altitudinal es de 700 a 1,500 m snm.

Los principales sistemas de producción son: el agrícola, el pecuario, el forestal, el de *traspatio* y el de venta de mano de obra. Se consideran, en términos generales, como de subsistencia y de autoconsumo, donde la diversidad de actividades es una estrategia para agenciarse recursos, alimentos y vender pequeños excedentes (Garza *et al.* 1994). La mayoría de la población económicamente activa se dedica a labores agropecuarias (INEGI 1990). A nivel estatal, esta región se caracteriza por un proceso migratorio (hacia los Estados Unidos de Norteamérica) de un significativo número de personas en busca de mejores perspectivas. La mayoría de las comunidades cuenta con agua entubada y energía eléctrica, sin embargo, una de las principales carencias es la falta de drenaje. Existe en el área un alto porcentaje de analfabetismo. El promedio de ocupantes por vivienda es de cinco (INEGI 1990).

Componente agrícola

Suministra la mayor parte del alimento para el núcleo familiar, en ella se produce principalmente el maíz, y en menor escala algunas leguminosas, cucurbitáceas y otros cultivos. Este componente se considera de subsistencia, ya que todos los productos que de este se obtienen, forman parte directa o indirecta de la dieta familiar. La mayoría de los ejidos del área de influencia de la la Reserva de la Biosfera El Cielo RBC cuentan con agua de riego, más sin embargo este recurso es insuficiente. Las siembras de temporal o seca no son consideradas de muy alto riesgo(Fig. 1). A pesar de que la dotación en condiciones de riego es de 10 hectáreas, la superficie



Figura 1. Principales cultivos de la zona arida.

sembrada por agricultor fluctúa desde 0.25 ha hasta un máximo de cuatro hectáreas. La tracción animal (tiro) es la predominante en las labores agrícolas. La mayoría de los productores siembran con semilla criolla, utilizando sistemas tradicionales. Respecto a los rendimientos de los cultivos (maíz y frijol), estos se consideran muy bajos. El destino de la producción, es en gran medida para autoconsumo, y cuando existen pequeños excedentes, éstos se venden generalmente en la cooperativa del ejido. Los principales problemas son: la falta de agua de riego, de crédito, plagas, comercialización y la falta de asistencia técnica (Garza *et al.* 1994). En 1997, se incrementó la superficie sembrada con sábila, llegando a registrarse cerca de 1,000 hectáreas.

La comercialización es llevada a cabo por dos compañías privadas. Sin embargo, actualmente la superficie disminuyó en un 90% a consecuencia de la falta de mercado.

Componente pecuario

En orden de importancia y por el número de cabezas de ganado, destacan (hasta el año 2000) en primer lugar el ganado caprino (Fig. 2), en segundo el bovino y en tercer lugar los equinos.

La mayoría de los productores son pequeños ganaderos que poseen menos de diez cabezas de ganado. Respecto a los problemas prioritarios en este subsistema, destacan: la falta

de agua, de pies de cría, de alimento o forraje (en temporada de sequía), la lejanía y la degradación de los agostaderos, la ausencia casi total de asistencia técnica, y los deficientes canales de comercialización. El uso y destino de los productos son generalmente para autoconsumo y una pequeña para venta. En el caso de los equinos, generalmente su uso es como animales de tiro y para carga.

Componente forestal

El bosque ofrece servicios y recursos que son utilizados por los pobladores de las comunidades, tanto para autoconsumo, como para su extracción y venta. Constituye un complemento para las comunidades, en todos los aspectos, desde materiales para construcción, leña, forrajes, alimentos, medicinas, además de sus servicios y aportaciones al medio. Las principales especies recolectadas son según su utilidad, para combustible o leña (Cuadro 1) como sigue: mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Acacia farnesiana*), hoja ancha (*Flourenzia laurifolia*), guajillo (*Acacia berlandieri*) y gavia (*Acacia rigidula*), entre otras. Por su valor económico destacan: lechuguilla (*Agave lechuguilla*), laurel (*Litsea glaucescens*), orégano (*Lippia graveolens* y/o *Lippia berlandieri*), hierba del venado (*Turnera diffusa*) y sangre de drago (*Jatropha dioica*).



Figura 2. Ganado caprino el más

Cuadro 1. Especies de mayor uso en la zona de estudio.

Especie	%	Ejidos	Uso	Condición	Comercia- lización	Asist. Téc.	Destino	Kg.	Epoca
Combustible	100	1-2-3- 4-5-6	A	R-E	_____	Nula	_____	10/día	todo el año
lechuguilla	71	2-3-4- 5-6	V	R-E	\$ bajo	"	C. Privada	4/día	" "
Mezquite	39	1-2-3- 4-6	A	R-E	_____	"	_____	_____	jun-jul
Yucca spp	31	1-2-3- 4-5-6	A	R-E	_____	"	_____	_____	Abr-may
Chile piquín	25	1-2-4- 5-6	A-V	R-E	\$ bajo	"	intermediario	var.	Jul-ago
Huizache	22	1-3- 4-6	A	E	_____	"	_____	_____	todo el año
Orégano	17	5	V	E	"	"	"	20	jul-sep
H. del venado	17	2-4	V	E	"	"	"	var.	
Barreta	10	3-5	A	E	_____	"	_____	_____	variable

Ejidos: 1) 5 de Mayo; 2) La Reforma; 3) San Lorencito; 4) San Antonio y 5) Magdalena Aguilar. Uso: A) Autoconsumo y V) Venta. Condición: R) Retirado y E) Escaso. Fuente: Garza et al. (1994).

Por su valor alimenticio destacan: el chile piquín (*Capsicum annuum*), flor de yuca (*Yucca filifera*). Para construcción: mezquite, barreta y huizache. Para uso medicinal, destacan: laurel (*Litsea glaucescens*), orégano (*Lippia graveolens*) y gobernadora (*Larrea tridentata*), entre otras.

Algunas especies forestales constituyen verdaderas alternativas de uso y desarrollo socioeconómico, sin embargo la presión actual sobre el uso de recursos forestales, obliga a retomar y valorar el importante papel que juegan las especies maderables en la vida de las comunidades. En el Cuadro 1, se puede observar las principales especies del subsistema forestal, con mayor uso por las familias de la zona de estudio.

Destaca la falta asistencia técnica sobre el manejo de este subsistema. Sobre las especies más utilizadas (y hasta sobre utilizadas), destacan las de uso combustible o leña.

En esta región la especie más importante es la lechuguilla, por el valor económico que representa como alternativa de sustento. Esta especie es recolectada, semiprocesada (tallada) y comercializada en cada ejido a través de las cooperativas ejidales (Fig. 3). En el Cuadro 2, se presentan las principales especies arbóreas y arbustivas de alto valor regional, donde destacan: *Prosopis laevigata*, *A. farnesiana*, *Pithecellobium ebano*, *Helieta parvifolia* y *Carya illinoensis*.

Cuadro 2. Especies arbóreas y arbustivas de alto valor regional.

N. común	N. científico	1	2	3	4	5	6	7	8
Alamo	<i>Platanus mexicana</i> Moric.	X		X					
Barreta china	<i>Fraxinus greggi</i> Gray	X		X		X			X
Barreta	<i>Helieta parvifolia</i> (A. Gray) Benth	X		X			X	X	X
Ebano	<i>Pithecellobium ebano</i> (Berl.) Muller	X		X	X		X		X
Encino	<i>Quercus</i> spp.	X		X				X	
Gavia	<i>Acacia rigidula</i> B. K.	X		X					X
Guajillo	<i>Acacia berlandieri</i> Benth	X	X						
Granjeno	<i>Celtis pallida</i> Torr.	X			X	X			
Hoja ancha	<i>Flourensia laurifolia</i> D.C.	X							
Huizachillo	<i>Acacia constricta</i> Benth					X		X	
Huizache	<i>Acacia Farnesiana</i> (L) Willd.	X	X		X	X		X	
Lantrisco	<i>Rhus pachyrrachis</i> Helms	X	X			X	X	X	
Limoncillo	<i>Casimiroa pringlei</i> S. Watson								
Mahuira	<i>Vallesia glabra</i> Link.				X		X		
Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i> M.C. Jhonst.	X	X	X	X		X		X
Nacahua	<i>Cordia boissieri</i> A. D.C.		X			X			
Nogal	<i>Carya illinoensis</i> (Wang) K. K				X	X			X
Ocotillo	<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray					X			
Palo blanco	<i>Celtis laevigata</i> wild	X		X	X	X			
Pata de vaca	<i>Bauhinia</i> sp.					X			
Palo mulato	<i>Bursera fagaroides</i> Kunth			X		X			
Palo prieto	<i>Cassia wislizeni</i> A. Gray			X					
Palo botero	<i>Haplophyton cimidium</i> A. DC.			X					
Palo vidrioso	<i>Neopringlea integrifolia</i> (hemsl) S. Watson			X					
Tepehuaje	<i>Leucaena</i> sp.		X		X				
Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Briton & Rose		X						
Uña de gato	<i>Pithecellobium elachistophyllum</i> A. Gray		X						
Zauz	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.			X					
Zapote	<i>Casimiroa</i> spp.	X		X	X				
Zapotillo	<i>Casimiroa</i> spp.	X		X	X				

1-Leña, 2-Forraje, 3-Construcción, 4-Alimentos, 5-Medicinal, 6- Cercos vivos, 7- Curtiente, 8- Muebles.



Figura 3. Talladores de lechuguilla.

Componente de producción de solar o traspatio

El tamaño promedio de los solares es de 2,500 m², aunque también se encuentran solares con 1,000 y 1,500 m², aunque en muy pocos casos. En este subsistema se combinan árboles y arbustos de uso múltiple, con cultivos anuales y animales de traspatio (Fig. 4). Estos sistemas se encuentran alrededor de las casas y bajo el manejo familiar. El huerto familiar es un sistema intensivo y una importante fuente de recursos que complementa la economía de la familia, cuya producción se destina principalmente al autoconsumo, contribuyendo a la alimentación de la familia y los ingresos. Se identificaron más de 33 especies vegetales que son utilizadas en los solares y que tienen un valor de uso primordial en la alimentación, también se registraron aquellas especies que son destinadas para uso medicinal, ornato y sombra.

Del primer grupo (alimenticias), destacan por orden de importancia: nopal (*Opuntia* spp), aguacate, (*Persea americana*), pitaya (*Stenocereus* spp), limón (*Citrus* spp), durazno (*Prunus persica*), plátano (*Musa* spp), nogal (*Carya* spp) y granada (*Punica granatum*).

Los principales problemas son: la escasez de agua, la nula asistencia técnica, los deficientes canales de comercialización (cuando hay excedentes) y la falta de semillas (hortalizas). En cuanto a las pequeñas especies animales en este componente, se encuentran, las aves y el ganado porcino, aunque también se consideran a los equinos y bovinos cuando se manejan en forma semiestabulada (con un número mínimo de cabezas). En términos generales, los animales que se manejan a nivel solar son para autoconsumo y como medio de transporte o animales de tiro. Solo una mínima parte (no cuantificada) del total producido en este componente es para venta.

Componente de actividades extrafinca o venta de mano de obra

Generalmente es la gente joven la que emigra en busca de mejores oportunidades de trabajo. Los principales lugares hacia donde se dirigen son: Cd. Victoria, Monterrey, la frontera del estado y los EEUU. Los principales problemas que se reportan este componente son: bajos salarios, trabajo ocasional, trabajo retirado, desintegración familiar, entre otros.

Literatura citada

CONABIO. 2000. www.conabio.gob.mx

Cruz Huesca, A. 1977. *Economía campesina y desarrollo rural en México.* Tesis profesional. ENA, Chapingo, México.

Garza C. M., López de L. R. y T. Medina. 1994. Diagnóstico preliminar de los sistemas de producción. Caso: Valle de Jaumave, Tamaulipas. *Sociotam.* Vol.IV No.1, Cd. Victoria, Tamaulipas

INEGI. 1990. *XI Censo General de Población y Vivienda. Tamaulipas.* Resultados definitivos. México.

Jhonston, M.C. 1956. *Investigaciones sobre la vegetación y la flora de la Provincia florística Tamaulipeca.* Primer Congreso Mexicano de Botánica. Resúmenes. Pp 64-65.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México.* Ed Limusa, México pp 257-26

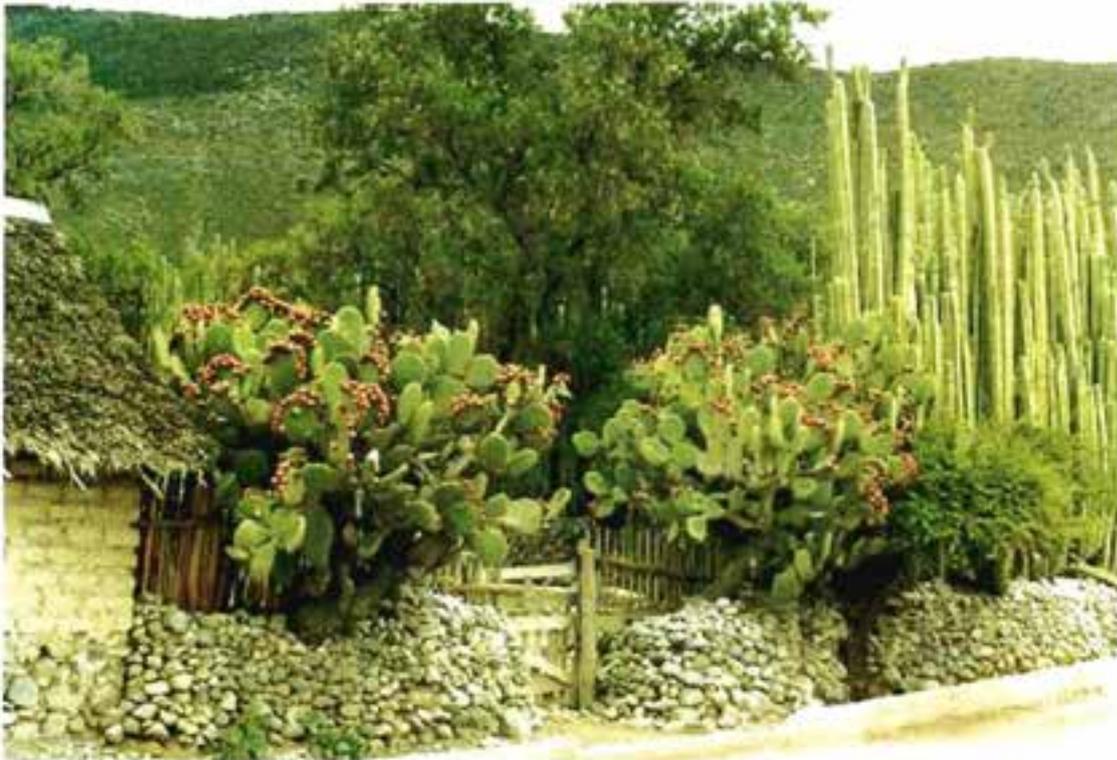


Figura 4. Cultivos de Traspatio propios de zonas áridas.

60. Los sistemas agroforestales de la vertiente húmeda

Ramón López de León¹ y Horacio Villalón Mendoza²

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Blvd. López Mateos No. 928 Ote. MÉXICO

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León
Apartado Postal 41, 67700 Linares, Nuevo León, MÉXICO
villalo@agrodata.net

Abstract

Traditional management of natural resources by the local inhabitants of the reserve has strengthened through the years. This results from the integration of management of multiple components. Such management strategies reflect the biological and cultural diversity existing in the region. This leads to the deployment of a variety of subsistence cropping, as well as commercial agriculture with management options directed to minimize risks and at the same time to secure income and promotion of sustainable use of resources.

Introducción

La extinción es un proceso natural de la evolución biológica, sin embargo las tasas actuales a las que sucede, nos obligan a reconocer la existencia de una crisis de la biodiversidad, problemática que trasciende las fronteras políticas, económicas y culturales. Para minimizar en lo posible lo anterior, a nivel mundial y particularmente en nuestro país, se trata de consolidar el actual sistema de áreas naturales protegidas e incluso promover la creación de más Reservas Ecológicas. Las estrategias de conservación de la biodiversidad en México, deben dar un lugar preponderante a las actividades productivas de las comunidades rurales inmersas en las áreas de las Reservas, para que hagan un uso sustentable de los recursos biológicos, haciéndolos partícipes directos de la conservación, puesto que son poseedores de una diversidad cultural y un amplio conocimiento sobre especies útiles. Tan solo en la selva tropical húmeda, sus pobladores hacen uso de por lo menos 1,330 especies de plantas para la obtención de medicinas, alimentos, colorantes y fibras.

El Instituto Nacional Indigenista tiene registradas más de 3,000 especies de plantas con usos medicinales, más de 270 con uso artesanal, de las cuales 134 son del trópico seco. Por otra parte, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural reconoce más de 100 especies forestales no maderables.

Ello muestra la heterogeneidad social y biológica de nuestro país y permite integrar las diferencias de cada región en las estrategias y acciones de conservación (Soberón *et al.* 1995).

Las comunidades humanas de la Reserva

La política ecológica que México sostiene como principio básico, que los ecosistemas son patrimonio de la sociedad mexicana, que de ellos depende la vida y que son la base de las actividades presentes y futuras del país. Por ello, es necesario tener presente que las Reservas de la Biosfera, específicamente las zonas de amortiguamiento, son ámbitos en donde se busca integrar el manejo de áreas protegidas con el desarrollo de las poblaciones locales.

Dado que la vulnerabilidad de la Reserva de la Biosfera El Cielo (RBC) aumenta, debido a la presión de la humana sobre algunos recursos naturales, es necesario tener un conocimiento pleno de la biodiversidad, de los recursos culturales de sus pobladores, las tendencias en términos socioeconómicos y sobre el manejo de recursos productivos por área, por región e incluso por comunidad. Además de considerar el entorno, las interacciones ecológicas y socioeconómicas que se presentan. En las comunidades humanas de la RBC, el modelo de desarrollo agrícola actual, está enfocado hacia la búsqueda de una mayor productividad, mediante el uso de patrones de cultivo con mayor número de especies y/o cultivos.

Los diversos sistemas agroforestales presentes en la RBC, pueden en su conjunto realzar el valor de la biodiversidad, su aprovechamiento y conservación a través de la aplicación de diversos componentes productivos, generando mayores beneficios sociales y económicos para los productores, sin perjudicar la sustentabilidad de la base de los recursos para sus múltiples usos, tal como sucede en otras áreas protegidas (Prebble y Leigh 1997).

Características socioeconómicas

Algunas características socioeconómicas de las seis comunidades más representativas e importantes y que tienen ingerencia por sus actividades productivas en el área de amortiguamiento de la Reserva, se presentan en el **Cuadro 1**. Las primeras tres comunidades (Gómez Farías, Alta Cimas y San José), tienen su superficie de dotación territorial dentro del área destinada a la RBC, en la zona de amortiguamiento y el resto de comunidades se encuentra fuera, pero en el perímetro de la misma, en lo que se denomina área de influencia. La información que aquí se presenta sobre manejo agroforestal, gira en torno a estas seis comunidades. En términos generales la situación socioeconómica es adversa y acentuada en las localidades enclavadas en lo alto de las serranías (Alta Cimas, San José, entre otras), donde la marginación y la falta de servicios las han caracterizado. En el plano educativo en promedio presentan un 84% de alfabetismo, aunque en el ejido San José, que es de los más incomunicados sólo se tiene 75.8% de alfabetismo.

Respecto a las actividades productivas, el 80% de la población se ocupa en el sector primario, el 10.3% en el sector de servicios y 6.7% en el de transformación. En el caso de servicios en viviendas sólo 57.9% cuenta con agua entubada, 6% cuenta con drenaje y sólo el 70% del total de viviendas cuenta con energía eléctrica.

Descripción del área

La RBC se localiza en el suroeste del Estado de Tamaulipas, en las estribaciones de la sierra Madre Oriental, conocidas como Sierra de Cucharas y Sierra Chiquita (Sosa op cit). La vertiente semiárida está comprendida en el Municipio de Jaumave con 56% del área total de la Reserva y en su vertiente húmeda por los Municipios de Llera con 12%, Gómez Farías con 15% y Ocampo con 16%. Respecto a su vertiente húmeda, su ubicación geográfica muy cerca del Trópico de Cáncer, la somete a la influencia principalmente de los vientos alisios (vientos húmedos) y en menor grado a los vientos del este.

Cuadro 1. Características socioeconómicas de 6 comunidades que tienen injerencia por sus actividades productivas en el área de amortiguamiento de la reserva de la biosfera "El Cielo".

Localidad	Longitud W	Latitud N	Altitud msnm	Población total	Alfabetismo %	Población económicamente activa
Gómez Farías	99° 09'	23° 02'	340	889	87.2	217
Alta Cimas	99° 12'	23° 04'	950	115	87.6	34
San José	99° 14'	23° 03'	1400	35	75.8	16
El azteca	99° 08'	23° 06'	120	289	87.1	95
La libertad	99° 09'	23° 08'	140	230	79.5	54
El tigre	99° 20'	22° 54'	360	321	85.9	121

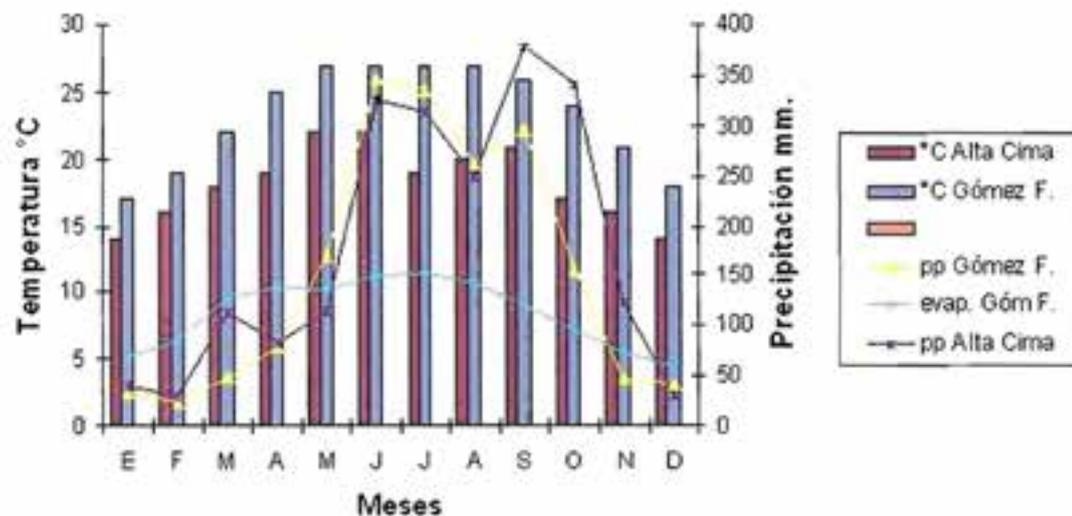
Localidad	P.O.S. Primario	P.O.S. secundario	P.O.S. terciario	Total de viviendas Habitadas	Viviendas con agua entubada	Viviendas drenaje	Viviendas con energía eléctrica
Gómez Farías	141	18	44	159	134	15	125
Alta Cimas	31	3		18	17	1	
San José	15		1	7	1		
El azteca	76	12	6	61	57	6	45
La libertad	47	3	1	43			27
El tigre	118		3	73			56

Tamaulipas, Datos por localidad, INEGI 1991, México.

El clima se caracteriza por un conjunto de alteraciones atmosféricas, así como condiciones meteorológicas características (p.ej. calor, humedad, sequía, iluminación, etc.) y sus variaciones que se suceden de manera regular y periódica. Estas características abióticas, en combinación con los elementos bióticos que integran a la RBC, generan variaciones importantes que permiten el crecimiento de una alta diversidad de especies vegetales. De acuerdo a la carta climática de la SPP (1981), se encuentran presentes diez variantes climáticas en la RBC, las cuales se agrupan en los siguientes tres tipos principales: a) Climas cálidos y semicálidos húmedos y subhúmedos, localizados en la parte sur, oriental y occidental, b) climas semicálidos, secos y semisecos, localizados en la parte noroccidental, exclusivos del Municipio de Jaumave, y c) climas templados subhúmedos, localizados en la parte central y alta de la RBC.

Específicamente para la vertiente húmeda, el clima varía con la altitud, Puig y Bracho (1987), citados por Martínez *et al.* (1989), establecen para la zona comprendida entre los 200 y 800 m snm, un clima cálido húmedo y subhúmedo con lluvias todo el año *Af(m)* (García 1973), con temperatura promedio anual de 22.8°C y precipitación promedio anual de 1,852 mm, da origen a un bosque tropical subcaducifolio.

El área comprendida entre los 800 y 1,100 m snm, corresponde al bosque mesófilo o bosque de niebla, con un clima templado húmedo con lluvias todo el año *C(fm)*, cuya temperatura media anual es de 13.8°C y la precipitación media anual (Fig. 1), es de 2,522 mm. El conocimiento de las condiciones climáticas, es básico para entender el comportamiento biológico de la flora, específicamente de aquellas especies que son utilizadas dentro de modelos agroforestales, puesto que algunas especies vegetales modifican su cobertura de follaje notablemente en cada estación, de modo que su estructura no es constante. Los sistemas de manejo agroforestal, pueden ser considerados como sistemas agrícolas altamente complejos al incluir muchos componentes (Darnhofer 1987). Aunque más precisamente, serían sistemas agroecológicos. La asociación de cultivos de árboles y arbustos, con cultivos agrícolas, cambia las condiciones microclimáticas en el predio en producción, modifica un número de variables meteorológicas localmente, tales como: velocidad del viento, evaporación, temperatura, humedad del aire, y la radiación, que son importantes para el crecimiento de los cultivos, puesto que cada especie, pero principalmente cada cultivar en particular tiene diferentes requerimientos climáticos, tal es el caso de muchas especies alimenticias, plantas ornamentales y cultivares frutícolas entre otras.



Fuente: Estación climática de Gómez Fariás, CNA 1999
López *et al* 1999.

Figura 1. Normales climatológicas, promedios mensuales del Ejido Alta Cima (1996-1998) y Gómez Fariás (1972-1998).

Los diversos gradientes altitudinales de las laderas de barlovento (vertiente húmeda), con altitudes que van desde 150 m snm, en el pie de la sierra, hasta más de 2,100 m snm, en las cumbres más elevadas, condicionan un relieve con fuertes pendientes y de algunas mesetas laterales a manera de terrazas y cumbres con abundantes y pequeñas "joyas" (Puig y Bracho 1987). En cuanto a la localización general de los suelos, el 70% del área serrana, pertenecen a los suelos originados *in situ* derivados por la intemperización de las rocas calizas, la topografía es abrupta con laderas muy inclinadas, con abundantes afloramientos de roca, existen diferentes asociaciones de suelo en base a las unidades de litosol, rendzina, feozem lúvico y regosol cálcico. Su profundidad es limitada, con diversos tipos de vegetación, como bosque tropical subcaducifolio. Su susceptibilidad a la erosión es de moderada a alta.

En las laderas con pendientes más suaves, que representan aproximadamente un 20% del total, son suelos color rojo arcillosos, con abundante afloramiento de rocas, más profundos que los primeros, asociados también con los litosoles, rendzinas, además de luvisol, feozem y chernozem lúvico, generalmente presentes en el bosque de niebla.

Otras variantes de suelo se encuentran en las depresiones topográficas ó valles, donde se localizan las comunidades humanas, y generalmente también las áreas de cultivo. Son suelos formados por materiales de acarreo, de color pardo oscuro, café y gris. En general son suelos profundos mayores a 100 cm, el drenaje superficial e interno es bueno, con baja concentración de sales. En forma global, la comparación de los cambios ocurridos en el estado de Tamaulipas en cada tipo de vegetación, muestra que los bosques templados (coníferas y encinos), detectan una reducción de 2% en su superficie; en los bosques tropicales (caducifolio, subcaducifolio y espinoso), la reducción fue de 4.8% y la disminución en la superficie cubierta por matorrales xerófilos alcanzó el 15.3%. Por lo tanto, todos los tipos de vegetación en Tamaulipas disminuyeron su extensión (Flores y Gerez 1994).

El área de la RBC, específicamente la vertiente húmeda, se caracteriza por la biodiversidad que posee. Dos son los factores que influyen enormemente en la formación de los recursos; los diversos rangos altitudinales y los microclimas existentes y su exposición al este (humedad marina), originando diversas comunidades vegetales como el bosque tropical

subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque de *Pinus - Quercus* y el bosque mesófilo de montaña (Sosa 1987).

Componentes de los sistemas productivos

Milpa: La producción en milpa, sigue basada en un patrón muy complejo y heterogéneo del uso de los recursos, donde se da el manejo múltiple de los ecosistemas, a través del despliegue de diversas prácticas productivas (Barrera 1992, Mora y Medellín 1992, Brandy *et al.* 1994). La intensidad de manejo varía, es mayor en las comunidades de la parte alta cuyo sistema productivo generalmente para autoconsumo, gira en torno a la denominada trilogía mesoamericana (maíz, frijol y calabaza), bajo el método tradicional de agricultura migratoria de roza-tumba y quema. Esta última práctica, si bien es ampliamente conocida por los campesinos, ya no resulta sostenible por los daños de los incendios forestales asociados a las quemadas agropecuarias (Paz 1999). En estas comunidades este problema no es muy frecuente. Por otra parte las superficies abiertas al cultivo, no han aumentado, en ocasiones muchas milpas han dejado de sembrarse debido a los daños ocasionados año con año por los animales silvestres como: osos (*Ursus americanus*), tlacuaches (*Didelphis marsupialis*), ardillas (*Sciurus aureogaster*) y diversas especies de aves. En la parte baja la situación es diferente, existen mayores superficies planas que permiten el uso de maquinaria para realizar las labores agrícolas. Varían los patrones de manejo y las especies cultivadas. Se le otorga preferencia a cultivos comerciales como el nopal de verdura (*Nopalea sp.*), mango (*Mangifera indica*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cítricos (*Citrus spp.*). Cuando el tamaño del cultivo principal es pequeño, da margen al aprovechamiento espacial con otros cultivos hortícolas por lo general como; tomate, sandía, melón y calabaza. En síntesis la producción en milpa, es un sistema agrícola tradicional que se practica en las comunidades de la RBC, bajo técnicas de manejo sostenibles de bajo impacto al medio, cuya producción generalmente es para autoconsumo, no así en la parte baja cuya producción está orientada a la comercialización.

Huerto familiar: De acuerdo a Hernández y González (1990), los solares o huertos familiares en las comunidades rurales, parecen estar relacionadas a factores ecológicos, geográficos, culturales y sociales.

En la vertiente húmeda de la Reserva, el manejo de los huertos familiares es muy similar a las distintas áreas rurales del estado y de los países tropicales, especialmente de Latinoamérica (Barrera 1992). Esta práctica tradicional de uso de la tierra, se caracteriza por la asociación de especies y la producción diversificada en la misma unidad de tierra (Viquez *et al.* 1994, Méndez *et al.* 1996). La estructura, distribución y aprovechamiento del área alrededor de la vivienda, es similar en las comunidades analizadas en la vertiente húmeda, donde cultivan plantas perennes y anuales con fines alimenticios, tanto de autoconsumo como para la comercialización de excedentes, otras ornamentales, medicinales y mágico-religiosas, integrando en la mayoría de los casos una ganadería menor de traspatio. A este mosaico productivo, se les aplican diversos patrones de manejo, como proveedor de un buen número de satisfactores, generalmente de autoconsumo para las familias campesinas.

Componentes de los huertos familiares

Cultivos de autoconsumo: La producción de alimentos, principalmente para autoconsumo, es de prioridad para muchas comunidades de la RBC, principalmente de las más incomunicadas, donde la producción en el huerto familiar toma importancia como proveedor de alimentos bajo un esquema donde interviene toda la mano de obra familiar, dada la cercanía a la vivienda y la producción escalonada a través del año de especies perennes y anuales. Dentro de los cultivos perennes predominan las especies frutícolas, sujetas a las condiciones agroclimáticas de cada localidad. En las comunidades de la parte alta (San José y Alta Cimas), se encuentra principalmente durazno (*Prunus persica*), guayaba (*Psidium guajava*), cítricos (*Citrus* sp.), plátano (*Musa* sp.). En menor escala manzana (*Malus* sp.), ciruela (*Prunus domestica*), pera (*Pyrus communis*), entre otras. Entre los cultivos anuales más comunes se encuentran: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita* sp), chayote (*Sechium edule*). Respecto a las comunidades de la parte baja (Ej. La Libertad, El Azteca, El Tigre y Gómez Farias), las especies perennes productoras de alimentos más comunes son los cítricos (*Citrus* spp), mango (*Mangifera indica*), guayaba (*Psidium guajava*), nopal (*Nopalea* sp), plátano indio (*Musa acuminata*), en menor escala el aguacate (*Persea americana*) y chirimoya (*Annona cherimola*).

Dentro de los cultivos anuales más comunes están: maíz (*Zea mays*), calabaza (*Cucurbita pepo*), chile (*Capsicum annum*), en menor escala el tomate (*Lycopersicum esculentum*) y chayote (*Sechium edule*).

Cultivos comerciales: Después de cumplir la primera función productiva de autoconsumo, pequeños excedentes principalmente frutícolas, son destinados a los mercados locales, generando ingresos que complementan el gasto familiar.

En la parte alta (Ej. Alta Cimas y San José), las especies comerciales son: durazno (*Prunus persica*), guayaba (*Psidium guajava*), plátano (*Musa* sp.). La fruta generalmente se vende en el huerto, son pocos los productores que cuentan con vehículos para transportar la fruta a los mercados locales. En ocasiones las pérdidas postcosecha son considerables (25-30%), tanto por pudriciones fungosas, como por daños por el mal empaque y el transporte. En las comunidades de la parte baja de la RBC (Gómez Farias, El Azteca, La Libertad y El Tigre), los cultivos del huerto familiar que se comercializan en pequeña escala son: mango (*Mangifera indica*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), aguacate (*Persea americana*), anona (*Annona reticulata*), durazno (*Prunus persica*), entre otros.

Plantas ornamentales: El cultivo de plantas ornamentales, es uno de los componentes más comunes de los huertos familiares, cumplen una función estética-ornamental de los hogares, puesto que el área destinada a ello se localiza junto a las viviendas. Es una actividad que realizan las mujeres de la casa, realizando todo el proceso productivo como: siembra, trasplante, riego, intercambio de material vegetativo con otros miembros de la comunidad y la venta de las plantas en pequeña escala, puesto que son limitados sus recursos técnicos y económicos para aumentar su volumen de producción. Entre las especies comerciales más comunes en las comunidades de la parte alta se encuentran entre otras: hortensia (*Hydrangea macrophylla*), alcatraz (*Arum maculatum*), dalia (*Dalia excelsa*), gladiola (*Gladiolus gandavensis*). En las comunidades de la parte baja predominan: croto (*Codiaeum* sp.), tulipán (*Hibiscus* sp.), banderita (*Caladium* sp.), geranio (*Pelargonium hortorum*), gardenia (*Gardenia jasminoides*), soyate (*Beaucarnea inermis*) y muchas más de menor importancia económica.

Plantas medicinales: Es común el cultivo y uso de diversas especies vegetales con fines religioso-medicinal y hasta como condimento, generalmente atendidas por el ama de casa. Tal vez la importancia de las diversas especies cultivadas bajo este concepto, no radique en su valor económico, más bien en su valor etnobotánico, especialmente las medicinales, sobre todo en las comunidades más incomunicadas. Las especies más frecuentes son el albahacar (*Ocimum basilicum*), ruda (*Ruta graveolens*), epazote (*Telexys ambrosioides*), menta (*Mentha sp.*), yerbabuena (*Mentha spicata*).

Ganadería de traspatio: Dada la poca superficie disponible en el huerto familiar para el manejo de ganadería bovina, las especies de ganadería menor, constituyen una opción productiva en las comunidades, tal es el caso de las gallinas para la producción de huevo y carne, así como de cerdos y ovinos en menor escala. El propósito de esta ganadería de traspatio es proveer principalmente carne para el consumo familiar, pero también se constituye en un fondo de ahorro económico, cuyo efectivo está disponible al momento de la venta de los animales, ingreso que se destina a cubrir otros satisfactores de la familia, o también simplemente utilizarlos en festividades familiares y/o religiosas.

Esta actividad permite la integración de la mano de obra familiar, puesto que participan los niños, las mujeres, los hombres y los ancianos. Además de los beneficios mencionados anteriormente, otra de las aportaciones es la de integrar el estiércol a las unidades de producción (milpa y huerto familiar), como mejoradores y recuperadores del nivel de fertilidad del suelo, mejorando con ello los rendimientos en los cultivos agrícolas, frutícolas, hortícolas y forrajeros.

Disposición / interacción de componentes

El área promedio de los huertos familiares en la zona es de 2,500m². En un análisis de caracterización de los huertos de la parte húmeda de la RBC, se realizó un inventario florístico en las comunidades de Alta Cimas y San José, se utilizaron cuadrantes cada 5 m de acuerdo a Orcheron y Somarriba (1996). Los resultados indican la presencia de una alta diversidad de especies, con disposición horizontal irregular, tal parece una distribución al azar, con árboles, arbustos y hierbas alimenticias anuales, registrando un promedio de 75 especies por huerto casero, agrupadas en cinco categorías de uso: producción frutícola, cultivos anuales de autoconsumo, plantas

ornamentales, plantas medicinales y otras (forestales, para sombra etc.). En la disposición vertical de los componentes se pueden distinguir diferentes estratos, cuya diversidad florística varía de acuerdo a la zona ecológica. En la Fig. 2 se muestra un esquema de la estructura del dosel de un huerto familiar en la comunidad de Alta Cimas.

En el estrato inferior (0-1.5m) predominan las especies anuales alimenticias, generalmente para autoconsumo como: maíz, frijol, calabaza, chile, camote y diversas especies de plantas ornamentales. La zona intermedia (1.5-2.5 m) conformada por especies frutícolas como durazno, guayaba, ciruela, higos y plátanos, la mayoría de ellos en pleno desarrollo, pues se trata de huertos jóvenes. Se presenta una tercera zona (2.5-5 m) compuesta por árboles frutales en plena producción de durazno, guayaba, cítricos y aguacates. En los huertos de la parte baja de la Reserva, en el área más cálida, existe una última zona superior (5-12 m) conformada por árboles de mayor tamaño como mango, aguacate, cítricos, chote, cedro y tamarindo entre otros.

La producción diversificada en los huertos familiares, presenta en tiempo y espacio un cúmulo de interacciones ecológicas que si bien hasta el presente no se cuenta con suficiente información para su validación, es evidente la presencia de beneficios directos e indirectos; dentro de los primeros se considera todos los productos alimenticios cosechados en el predio a través del año. Como productos indirectos son aquellos derivados de la presencia de las diversas especies vegetales generadoras de protección, fertilización y recuperación del suelo, retención de agua, el incremento del control biológico de patógenos y la regulación de microclimas, que en conjunto permiten esa diversificación productiva escalonada.

Aprovechamiento forestal

El bosque es considerado como un gran proveedor de recursos a los productores, hace importantes aportaciones en alimentos, maderas, forrajes y de bienes y servicios que pasan desapercibidos (Chavelas y González 1985). Sin embargo, la falta de un plan de manejo forestal ha llevado a la destrucción antropogénica, que es muchas veces responsable del declive forestal. El impacto humano directo sobre los ecosistemas forestales incluye actividades como la recolección de productos forestales (maderables y no maderables) y los desmontes para actividades agropecuarias.

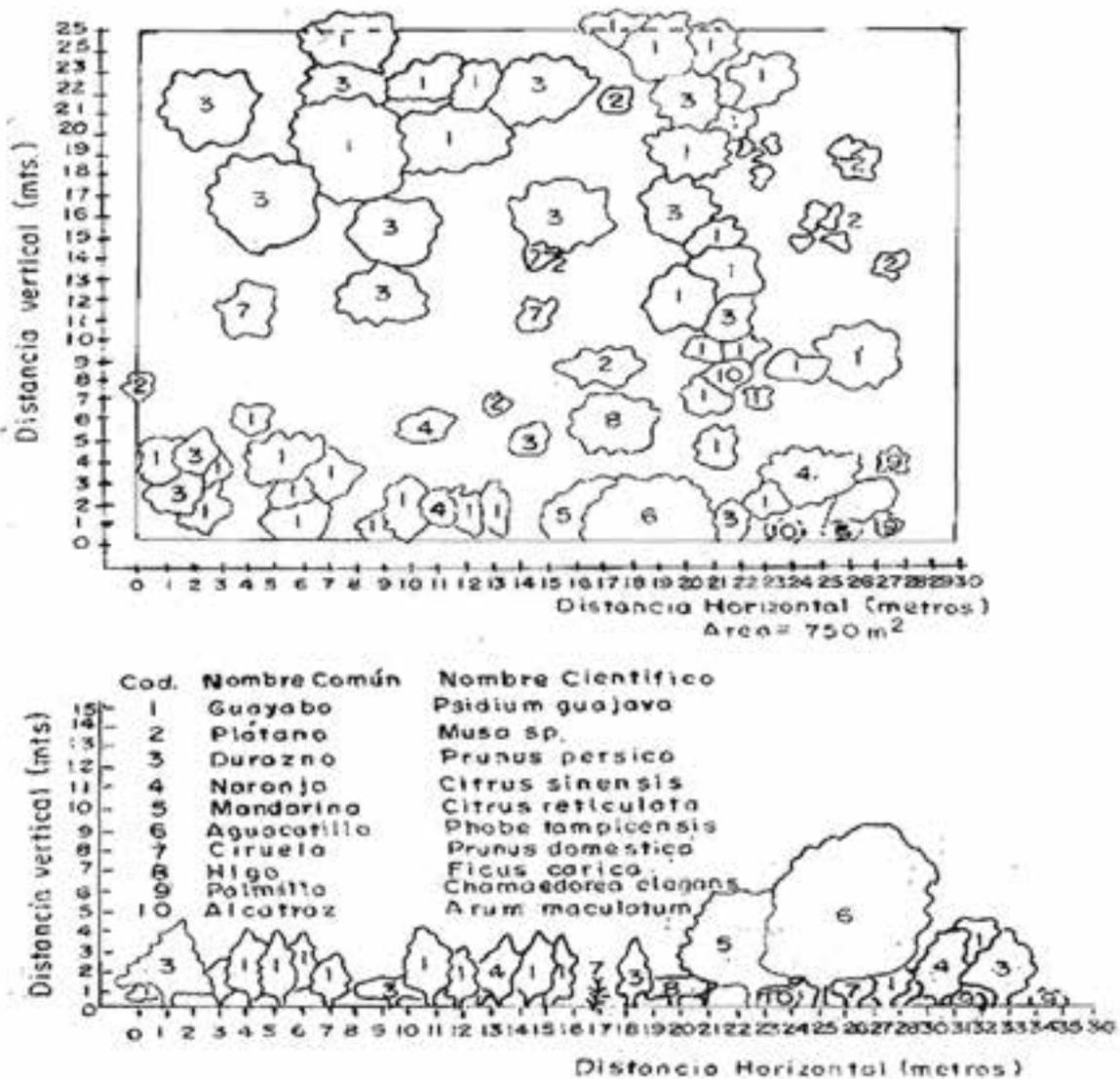


Figura 2. Perfil horizontal y vertical de huerto familiar Ej. Alta Cima.

El manejo actual del bosque, difiere en gran medida al periodo de la explotación por las compañías madereras, quienes se centraron a la explotación de las maderas preciosas y de importancia económica, sin considerar el futuro. En la actualidad, el productor rural además del valor económico, considera el valor de uso y el de servicios al ecosistema, de otras muchas especies forestales. El productor actual aprecia en el bosque, un recurso productivo al que es necesario administrar para la producción de bienes y servicios derivados de más de un uso (Moreno 1989), basado en la planificación de los diferentes usos que se hacen del bosque, eligiendo determinadas combinaciones que satisfagan los objetivos y restricciones del manejo, que no modifique

el escenario natural y que el ecosistema mantenga su estabilidad a largo plazo. En el Cuadro 2, se presenta la relación de árboles y arbustos forestales silvestres, más utilizados en forma tradicional por los pobladores, inclusive algunas especies están semidomesticadas, formando parte de diversos componentes agroforestales, como en los solares, milpas y potreros.

Especies no maderables de importancia económica

La extracción de especies forestales silvestres, no maderables, como la zarzaparrilla (*Smilax* sp.), el paixtle (*Tillandsia usneoides*), parra silvestre (*Vitis* sp.) y la palmilla comedora (*Chamaedorea radicalis*),

constituyen opciones de ingreso para muchas comunidades que se encuentran dentro y en la periferia de la Reserva. Esta actividad es un componente del sistema de producción campesino y en algunos casos, la extracción y corte de algunas especies como las hojas de palmilla, constituyen una actividad de primer orden pues su recolección y venta representa el principal ingreso económico que les permite subsistir, tal es el caso de los ejidos de San José y Alta Cimas.

En relación a la palmilla, existe la presión de la demanda externa del producto, y por otro

lado la necesidad del productor de continuar cosechando las hojas para aumentar su ingreso. Se crea así, una presión sobre el recurso que puede llegar en un momento dado, a impactar negativamente a las poblaciones silvestres y desequilibrar el sistema productivo de las comunidades (Jones 1994). El número de comunidades a nivel estatal que se dedican al corte de hojas de palmilla y los volúmenes de corte autorizados (**Fig. 3**), han aumentado considerablemente en los últimos años, dado el beneficio económico directo e inmediato de su extracción y venta (SEMARNAP 1998).

Cuadro 2. Especies forestales silvestres utilizadas en las comunidades de la Reserva.

Nombre común	Nombre científico	Funciones / usos
aquiche ó guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	L,F,M
aguacatillo	<i>Phoebe tampicensis</i>	L
alamillo	<i>Liquidambar styraciflua</i>	M
alamo plateado	<i>Acer skutchii</i>	M
capulín colorado	<i>Prunus capuli</i>	L,M
ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	M
cedro blanco	<i>Juniperus sp.</i>	M
cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	M
cenizo	<i>Croton sp.</i>	L,M
encino	<i>Quercus sp.</i>	M
chaca	<i>Bursera simaruba</i>	M
chijol	<i>Piscidia piscipula</i>	M, Med
chicharilla	<i>Harpalyce arborescens</i>	M
chichón	<i>Zanthoxylum pringlei</i>	M
chote	<i>Parmentiera aculeata</i>	L, H, Med
higueron	<i>Ficus sp.</i>	L
hhorcajuda	<i>Cestrum dumetorum</i>	R
jonote, palo baboso	<i>Cardia dentata</i>	M
jobo	<i>Spondias mombin</i>	M
limoncillo verde	<i>Adelia barbinervis</i>	L
magnolia	<i>Magnolia tamaulipana</i>	M
malva dura	<i>Robinsonella discolor</i>	M,L
moquito	<i>Podocarpus reichei</i>	M
mora	<i>Morus celtidifolia</i>	M
nogal	<i>Carya ovata</i>	M,L
ojite. Ramón	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	L,M
oyamel	<i>Abies vejari</i>	M
palo de arco	<i>Acacia coulteri</i>	L,M
palo de rosa	<i>Tabebuia rosea</i>	M
pata de vaca	<i>Bahuinia divaricata</i>	L
pimientilla	<i>Eugenia liebmanni</i>	L
pomarosa	<i>Clethra pringlei</i>	M
rajador	<i>Lysiloma microphyllum</i>	M
tepehuaje	<i>Leucaena pulverulenta</i>	L,F
tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	M

L= leña, H= cabo para herramientas, F= forraje, A= alimento, Med.= medicinal, M= madera, R= mágico-religiosa

Aprovechamiento de fauna silvestre

La falta de educación ambiental en la mayoría de la población, se refleja en un desconocimiento generalizado de la necesidad de hacer un uso controlado de los recursos naturales y en especial de la fauna silvestre que habita en las áreas naturales protegidas. A medida que se establecieron nuevos centros de población en las últimas décadas, tanto en la periferia y aún dentro del área de la Reserva, se practicó una cacería indiscriminada, (antes del decreto oficial de la Reserva), disminuyendo las poblaciones originales de fauna en forma considerable, sobre todo de aquellas especies utilizadas para el consumo familiar. Aunado a lo anterior, el corte y destrucción del bosque original, dañaron fuertemente la interrelación fauna-ambiente y la estabilidad ecológica de la zona. A decir de los pobladores de las comunidades de ésta área de la Reserva, las poblaciones de algunas especies de fauna fueron decreciendo, y otras se desplazaron a otras áreas menos perturbadas, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*), y el hocofaisán (*Crax rubra*) entre otros.

Uso del suelo

El uso del suelo en las comunidades se da en un marco legal, establecido a nivel nacional, además de variantes culturales, disposición de recursos, sistemas de producción, formas de organización y distribución del trabajo familiar (Montemayor y Estrada 1993). La superficie de tierra en cada comunidad y bajo usufructo de cada productor, varía según la disponibilidad de la misma, sin embargo, el tipo de tenencia cambió a partir de las modificaciones al Artículo 27 Constitucional (Paz 1992), y los ejidatarios pueden disponer de su patrimonio parcelario, bajo títulos de propiedad. Por lo general, el área urbana donde se encuentra localizada la vivienda y el huerto familiar, dispone de 2,000-2,500 m², misma que se va fraccionando de acuerdo a las necesidades de vivienda de la familia. Respecto a la superficie de la milpa o parcelas agrícolas, ésta difiere según su localización. En la parte alta es de 1 a 2 has., mientras que en la parte baja es de 3 y hasta 6 has.

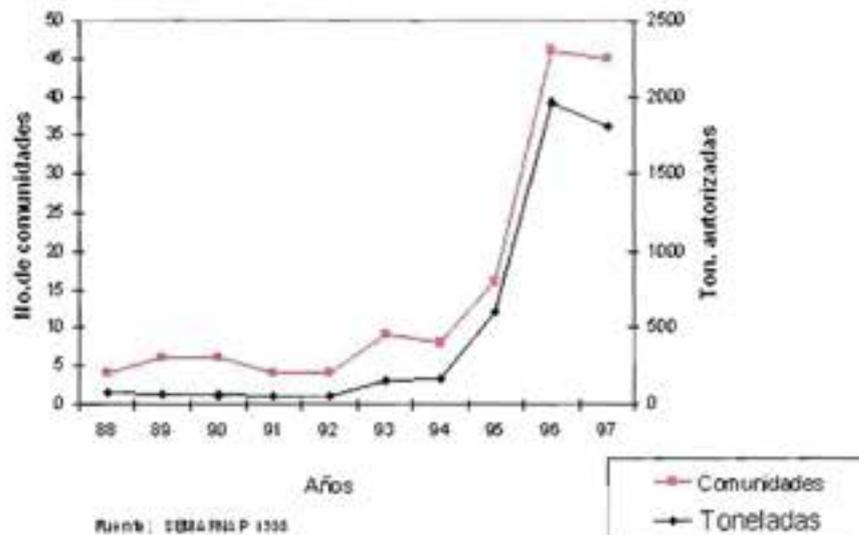


Figura 3. Comunidades y volúmenes de aprovechamiento de hojas de palmilla.

Mano de obra

La complejidad de los sistemas agroforestales, hace necesario integrar conceptos biofísicos y socioeconómicos (Méndez *et al.* 1996). La participación de la mano de obra familiar dentro del sistema productivo, está de acuerdo a las distintas áreas de trabajo dentro de los predios.

Los hombres generalmente realizan los trabajos pesados en la milpa, en la recolección de especies de importancia económica en los bosques cercanos y aportan la mano de obra en los cultivos comerciales y la cría de ganado mayor, bovinos y equinos. La participación en las labores productivas de las mujeres y niños, se circunscribe principalmente a los trabajos del huerto familiar, especialmente al cultivo de plantas ornamentales, siembra y cuidado de hortalizas, cría de ganadería menor de traspatio, sin menospreciar todo el trabajo doméstico de atención a la familia. La época de mayor actividad laboral es desde el mes de febrero hasta agosto, ello se debe a que la preparación del terreno para siembra, el cultivo y cosecha de frutales, coincide en estos meses. Sin embargo, la mayor parte del año existen otras actividades en el huerto familiar, el corte de palmilla, la ganadería, el cultivo del nopal y de caña, entre otras.

Capital

Hablar de capital de trabajo en las comunidades de la Reserva, es hablar de escasez, puesto que la pobreza es el denominador común en la mayoría de los productores. Algo paradójico cuando se trata de áreas ricas en recursos naturales, diversidad de ambientes y ecosistemas (Carabias y Provencio 1993, Asteinza 1993). Para cualquier plan de desarrollo para el área, es necesario considerar las restricciones ambientales y económicas en las comunidades de la parte alta, lo inaccesible del terreno, la escasez de superficies planas con fines agropecuarios, los bajos rendimientos en los cultivos básicos y la problemática constante de los bajos precios de sus cosechas de granos y frutas.

Todo lo anterior se refleja en productores descapitalizados, por los bajos ingresos que no alcanzan para cubrir sus requerimientos mínimos de alimentación, vestido, salud, servicios, además de recursos para la utilización de herramientas, maquinaria e insumos para sus actividades agroforestales. Esta situación se agudiza en las comunidades de la parte alta, en la parte baja la situación es menos drástica, puesto que cuentan con mayores superficies para cultivos comerciales

y en algunos casos con maquinaria agrícola, como en el caso del ejido "El Azteca" y "La Libertad".

Insumos

Dado que la mayoría de los productores no disponen de recursos para la adquisición de insumos agropecuarios, esta carencia la suplen con recursos propios, esto es, intercambian y en ocasiones compran y utilizan la semilla de cultivos cosechados por ellos con anterioridad, previa selección de la misma. Esta situación ha generado a través del tiempo un mejoramiento empírico de sus genotipos bajo cultivo, principalmente alimenticios (maíz, frijol, calabaza, chile, frutales).

No hacen uso de insecticidas y en ocasiones aplican fertilizantes orgánicos mediante la adición de estiércol animal (ovinos y aves) en las milpas y en los huertos familiares, la práctica de la quema y la incorporación de hojarasca al suelo, reintegra su fertilidad hasta que su nivel disminuye drásticamente, haciendo incosteable la siembra, terminando de esta manera el ciclo tumba-roza-quema e iniciando el periodo de descanso o barbecho. En las comunidades de la parte baja, existen programas y apoyos oficiales con insumos para el control de plagas específicas en frutales y para la fertilización inorgánica en cultivos orientados a la industria como la caña de azúcar.

Producción

La importancia a cada actividad, cultivo y nivel de producción, varía de acuerdo a la zona y a la comunidad, productividad que depende de diversos factores, que finalmente están supeditados a la cantidad y distribución de la precipitación durante el ciclo agrícola. En la parte alta, el corte y extracción de hojas de palmilla en áreas silvestres, constituye la principal actividad e ingreso económico, el volumen de corte es de 15 a 20 "gruesas" de hojas de palmilla (1 "gruesa"= 60 hojas), en 1999 el precio promedio de una "gruesa" fue de \$5.00. Su sistema productivo se complementa con la producción de la milpa y de los huertos familiares, cuyo valor de uso, está por encima del valor económico de los productos cosechados, dado lo inaccesible de las comunidades y la disponibilidad en su momento de las cosechas de granos, frutas, verduras, forrajes y la cría de diversas especies de ganadería de traspatio, producción que generalmente es para autoconsumo, salvo algunos productores que venden pequeños excedentes de frutas.

El volumen de producción varía entre milpas y huertas, de acuerdo a las especies y condiciones de manejo. En el caso del durazno los árboles adultos, producen en promedio 40 kg/árbol (10.4 ton/ha), guayaba 40 kg/árbol (12.8 ton/ha), 20 racimos de plátanos al año, cítricos 45 kg/árbol (11.2 ton/ha). En maíz, la producción de grano puede variar desde 200 a 1,500 kg/ha y de frijol de 50 a 600 kg/ha. En las comunidades de la parte baja, dada la mayor disponibilidad de tierras planas, los cultivos y su producción varían; en maíz desde 500 hasta 3,000 kg/ha, nopal para verdura más de 15 ton/ha, caña de azúcar entre 30 y 40 ton/ha, mango de 6 a 12 ton/ha.

Factores limitantes y sistemas agroforestales (SAF) alternativos

Las modificaciones empíricas en su sistema productivo, en base a prueba y error en sus prácticas, la selección de materiales biológicos sobresalientes que han realizado los productores en las distintas comunidades a través del tiempo.

Esto ha contribuido a mejorar en lo posible los niveles productivos de sus predios.

Han perfeccionado sus prácticas agropecuarias de acuerdo a sus necesidades, adecuándose a su situación socioeconómica, agroecológica y a los requerimientos de los mercados locales, en el caso de aquellos productores que comercializan algún producto. Es evidente que en cada una de las comunidades localizadas, tanto dentro, como en la periferia de la Reserva, existen diversos factores limitantes que restringen su nivel productivo. Por lo anterior, es necesario el planteamiento de estrategias alternativas (**Cuadro 3**), basadas en necesidades detectadas que permitan minimizar los riesgos erosivos, optimizar el espacio horizontal y vertical de los predios, enriquecer el inventario florístico con especies útiles multipropósitos, que permitan elevar su nivel en la calidad de vida, todo ello bajo un esquema de producción sostenida, racional y redituable.

Crecimiento del sistema

El sistema productivo de las comunidades del área presenta limitaciones para su crecimiento en términos territoriales.

Cuadro 3. Factores limitantes y sistemas agroforestales (SAF) alternativos.

Limitantes ó problemática	SAF alternativos
1) Agricultura en laderas Erosión hídrica	-terrazas de formación paulatina (biológicas) -uso de cobertura de hojarasca -establecimiento de árboles frutales en franjas y en curvas a nivel.
2) Alimentación humana	-huertos familiares con diversos componentes -cultivo de diversas especies de árboles frutales -cultivo de diversas especies de hortalizas -cría de ganadería menor en traspatio (aves, cerdos, ovinos) -uso de cobertura de hojarasca -cultivos asociados, maximizando interacciones entre cultivos -aprovechamiento óptimo del espacio horizontal y vertical.
3) Aprovechamiento del bosque	-reforestación silvestre con especies de árboles multipropósitos -Utilización del sistema "Taungya" -Manejo de bosques secundarios
4) Suelos degradados	-reforestación con especies no maderables de importancia económica -aplicación de abonos orgánicos - establecimiento de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico -rotación de cultivos -uso de cobertura de hojarasca
5) Alimentación para animales	-cercos vivos con especies forrajeras -establecimiento de bancos de proteína -aprovechamiento de esquilmos vegetales -rotación animal en áreas ganaderas de agostadero

En primer lugar la localización geográfica y sus características topográficas de algunas de ellas, al tener su dotación de tierras dentro del área de la Reserva, restringe el desmonte de nuevas áreas con fines productivos. En las comunidades de la periferia de la Reserva, el área susceptible de aprovechamiento se encuentra aparcada, sujeta a una producción tradicional con escaso margen de crecimiento. La situación anterior condiciona el crecimiento del sistema en aspectos de productividad, con base a un uso intensivo de los predios, mejorando su manejo, respaldado por la capacitación técnica en cada componente de su sistema productivo, de la educación ambiental, de la existencia de políticas de apoyo a las actividades productivas de cultivos orientados al mercado.

En síntesis, el crecimiento del sistema productivo debe estar basado en sistemas agroforestales alternativos, que les permitan a los productores y sus familias, elevar el nivel en la calidad de vida, apegados al concepto de sostenibilidad (posibilidad de llegar a mantener un uso racional y sostenido de los recursos naturales).

Conclusiones

La presencia del ser humano en la RBC es innegable y asimismo, el papel que juega, que ha jugado y que jugará en el futuro en la Reserva es de vital importancia, por lo que cualquier propuesta de estudio, de plan de conservación o manejo de esta Reserva tiene que considerar al hombre como parte inherente de la misma. Los componentes agroforestales presentes en la vertiente húmeda de la Reserva, puede decirse que son dinámicos y que están en proceso de perfeccionamiento para alcanzar el status de sustentabilidad. El sistema productivo de las comunidades del área presenta limitaciones para su crecimiento en términos territoriales, por ello la producción múltiple observada en las comunidades, hace eficiente el uso de la tierra puesto que mejora la productividad en tiempo y espacio. Es necesario el planteamiento de estrategias alternativas de manejo agroforestal para la Reserva, considerando restricciones ambientales y económicas de las comunidades, basadas en necesidades detectadas, que permitan elevar el nivel en la calidad de vida de sus habitantes, todo ello bajo un esquema de producción sostenida, racional y redituable. Aún y cuando existen deficiencias en la educación ambiental de la mayoría de los pobladores de la Reserva, éstos han generado en el transcurso del tiempo técnicas tradicionales funcionales, donde participan la mayoría de los miembros de la familia,

que son de interés para considerarse en el diseño y la aplicación de sistemas agroforestales. Debido a la importancia que tiene la ganadería de traspato en el área (proveer principalmente carne para el consumo familiar, es un fondo de ahorro económico, permite la integración de la mano de obra familiar, etc.), se deben considerar también diseñar y/o mejorar sistemas agroforestales que incluyan la actividad ganadera.

Agradecimientos

Al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. por el apoyo financiero para la realización del proyecto sobre la agroforestería familiar en la Reserva (C-2/274), de donde se tomo parte de la información de este escrito. A los productores y en especial al Sr. Luis Padrón Mata, productor-colaborador del proyecto en el ej. Alta Cimas, Mpio, de Gómez Farías, Tam.

Literatura citada

- Alcorn, J.B. 1983.** El Te'lom huasteco; presente, pasado y futuro de un Sistema de Silvicultura Indígena. *Biótica* 8(3): 315-325.
- Arce, R.R., y García, V.C. 1997.** La Agroforestería Social; Un Nexo Entre la conservación y el Desarrollo Sostenible. En: *Agroforestería en las Américas CATIE*. 4(16) : 15-21.
- Austin, M.A. 1982.** *Climatología*. 5ª. Ed. Barcelona, España.
- Asteiza, B.G. 1993.** Tecnologías Alternativas Para el Agro Mexicano. En: *Alternativas para el Campo Mexicano, Tomo II*. Fundación Friedrich Ebert – UNAM p. 107-138
- Barrera, B.N. 1992.** La Agrosilvicultura: Una Estrategia Campesina de Supervivencia. *Ciencias* 26: 53-58.
- Bracho, R. y Sosa, V. 1987.** Edafología. En: **Puig y Bracho** (Ed.). *El Bosque Mesófilo de Montaña en Tamaulipas*. Instituto de Ecología, México, p. 29-37.
- Brandy, D., Garrity, D.P., y Sánchez, P. 1994.** El Problema Mundial de la Agricultura de Tala y Quema. En: *Agroforestería de las Américas*. Jul -Sep. p. 14-20.
- Carabias, J., y Provencio, E. 1993.** Hacia un Modelo de Desarrollo Sustentable. En: *Alternativas para el Campo Mexicano, Tomo II*. Fundación Friedrich Ebert – UNAM p.44-59.
- Contreras, H. H. A. 1991.** *Conservación, Producción y Desarrollo Rural: El Caso de La Reserva de la Biosfera "El Cielo" en Tamps. México*. Tesis de Maestría. en Desarrollo Rural. UAM-Xochimilco, México, D.F.
- Chavelas, P. J., y González, V. C. 1985.** Catálogo de Árboles Forestales del Suroeste De México que Producen Frutos Comestibles. *Catálogo No.10 SARH*. México, D.F.
- Darnhofer, T. 1987.** Agricultural Meteorology in Agroforestry; A Review of Source Materials and Literature. En: **Zulberti, E.** (Ed.) *Professional Education in Agroforestry*. ICRAF, Nairobi, Kenia. p. 177-182.

- Flores, V.O. y P. Gérez. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México Vertebrados, Vegetación y Uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - UNAM. 2ª. Ed. México p. 240-245.
- García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen 3ª ED.* México, D.F.
- Johnston, M.C., Nixon, K., G.L. Nelson G.L., M. y Martínez, M. 1989. Listado de Plantas Vasculares Conocidas de la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Mex. *Biotam* Vol. 1(2):21-33.
- Jones, F.A. 1994. *Ecological Factors Influencing Chamaedorea radicalis Mart. (Arecaceae) Densities in the "El Cielo" Biosphere Reserve. Tamps, México.* Ph D. Thesis, Miami University, Oxford, Ohio.
- Mora, L. J., y Medellín, M.S. 1992. Los núcleos campesinos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" ¿aliados de la conservación? *Biotam* 4(2):13-29.
- Méndez, G.E., Lok, R. y Somarriba, E. 1996. Análisis Agroecológico de Huertos Caseros Tradicionales en Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*. 3(11-12):36-40.
- Montemayor, M.C. y Estrada, B.P. 1993. La Importancia de las Ciencias Sociales en Estudios Relacionados a la Preservación de los Recursos Naturales en Areas Protegidas. EN; Ruiz, C. E. (Ed.) *Memorias del 2º. Curso Internacional de Entomología Tropical en la RVC.* p. 30-33
- Moreno, G. 1989. Uso Múltiple del Bosque. *Tiempos de Ciencia. Revista de Difusión Científica.* (17):20-25.
- Muñoz, G. 1995. Gerardo Budowski; Promotor de la Agroforestería. *Agroforestería de las Américas. CATIE* 2(7): 6-9.
- Paz, C. 1999. Abonos Verdes; Para Evitar el Uso del Fuego. En: *Desarrollo Sustentable.* 1(3):26-27.
- Paz, S.F. 1992. El Desarrollo Rural y la Nueva Ley Agraria. En: *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía.* (23): 13-21
- Prebble, C. y Leigh, J. 1997. Aplicación de un modelo de manejo agroforestal en Perú. Organización Internacional de la Madera Tropical. Yokohama, Japón. *OIMT.* 5(3):5-8.
- 1997. *Relación de Notificaciones de Aprovechamiento Forestal no maderable.* Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y pesca.
- Sosa, V. 1987. Generalidades de la Región de Gómez Farías. En; Puig y Bracho (Ed.) *El Bosque Mesófilo de Montaña en Tamaulipas.* Instituto de ecología, México. p. 15-28.
- 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico.* Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F. P. 88-89.
- Viquez, E. Prado, A., Oñoro, P. y Solano, R. 1994. Caracterización del Huerto Mixto Tropical "La Asunción", Mosatepec, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas.* 1(2):5-9.

61. Uso, manejo y propagación de palmilla *Chamaedorea radicalis* Mart. (Arecaceae)

Luisa Trejo Hernández¹, Enrique Jurado Ybarra², Horacio Villalón Mendoza², Manuel de Jesús Aguirre Bortoni², Florencio Briones Encinia³ y Giselda Gaona García¹

¹Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas, 13 Blvd. Adolfo L. Mateos N0. 928. Cd. Victoria Tamaulipas, MÉXICO.

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Apartado Postal 41. C.P. 67700. Linares, Nuevo León, MÉXICO.

³Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Apartado Postal No. 337 C.P. 87149. Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO.

Abstract

Palms in the genus *Chamaedorea* are used as ornamentals in the flower industry. While whole plants are used as pot or garden plants, more often cut-off leaves are used for flower decorations. Leaf harvesting is made from natural populations by inhabitants of rural communities. Leaves are sold through a chain into the international market. Such harvesting is carried out without a management plan towards sustainable yield. Here we present a case study of *Chamaedorea radicalis* (palmilla) in El Cielo Biosphere Reserve, where several rural communities earn part of their yearly meager income through the harvesting of palmilla leaves. Due to scarce job opportunities, palmilla harvesters devote most of their time to leaf collecting, which results in an overexploitation of the resource, that in turn makes harvesting in nearby areas non-profitable. At the same time, this makes it necessary to undertake longer harvesting trips in areas where venomous snakes, jaguars and steep rocky paths are continuous threats. Research for management plans including palmilla plantations are thus urgently required.

Introducción

Para las zonas montañosas de México, la palmilla es un recurso forestal no maderable de gran impacto, por su comercialización y mercados internacionales demandantes. Sin embargo, existen escasas bases científicas y técnicas que permitan proponer formas adecuadas de un manejo sostenible (Mendoza 1986). Dentro de los recursos forestales no maderables se encuentran varios géneros de la familia Arecaceae, tal es el caso de *Chamaedorea* con sus diferentes especies.

La disminución de las poblaciones de palmas se ha debido a factores externos más que a problemas intrínsecos de las mismas, principalmente por la actividad humana. Un ejemplo

de palmas cuyas poblaciones se han visto disminuidas tanto por explotación directa, como por la destrucción de su hábitat natural son las especies del género *Chamaedorea*, principalmente aquellas que son apreciadas como ornamentales.

La sobreexplotación de las poblaciones naturales de la palmilla es por colecta de toda la planta, de semillas para su exportación y del follaje (hojas) para su comercialización en mercados nacionales y extranjeros (Quero 1989). En la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, *C. radicalis* ha sido sobrecolectada por su follaje en las últimas dos décadas (Trejo 2000).

En la Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC) el aprovechamiento forestal de especies maderables y no maderables se ha realizado desde hace varias décadas, por la necesidad de incrementar los recursos económicos de algunas poblaciones rurales como el caso de la cosecha de hojas en palmilla *Chamaedorea radicalis*, la cual es de particular importancia, ya que es la única extracción forestal permitida y de mayor impacto económico en la población rural (Trejo 2000) (Fig. 1). Al ser *C. radicalis* una especie de gran interés económico, que conforma un cultivo no tradicional y que ha sido designada por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059) como una especie vulnerable, es necesario realizar estudios que contribuyan a su conservación (Hodel 1992).

Distribución

Chamaedorea radicalis se encuentra en México (Marshall 1989), en los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León (Hodel 1992) (Fig. 2). En Tamaulipas, se encuentra en los municipios de Gómez Farías, Ocampo, Tula, Nuevo Morelos, Antiguo Morelos, Llera, Jaumave,



Figura 1. Palmilla *Chamaedorea radicalis* Mart., Arecaceae.



Figura 2. Distribución de *Chamaedorea radicalis* (Arecaceae) en México (Hodel, 1992). * Representa los estados de Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo, en los que se encuentra la especie.



Figura 3. Distribución de *Chamaedorea radicalis* (Arecaceae) en Tamaulipas (Trejo, 1992). * Representa los municipios donde la especie se ha registrado, siendo estos: Gómez Farías, Llera, Jaumave, Ocampo, Hidalgo, Tula, Nuevo Morelos, Antigua Morelos, Villa de Casas, Soto la Marina, San Carlos, Padilla, Güemez y Victoria

Palmillas, San Carlos, Victoria, Hidalgo, Soto La Marina, Abasolo y Padilla (Trejo 1992) (**Fig. 3**).
Colecta de hojas

En la Reserva "El Cielo" existen asentamientos humanos que se dedican durante la mayor parte del año, a la recolección de hojas de palmilla. Esta actividad se realiza exclusivamente en poblaciones silvestres de plantas. La extracción y venta de este producto forestal se ha convertido en una tradición, que va de generación en generación, pues existen escasas alternativas de trabajo que reditúan ingresos económicos aceptables (Trejo 1992).

Chamaedorea radicalis es una planta de tallo solitario, con un promedio de 3 a 5 hojas, no es muy cotizada para su venta como planta completa para macetas o jardines. Sin embargo, las hojas tienen gran demanda en la industria florística, en donde son utilizadas como follaje verde en el acompañamiento de arreglos florales (Trejo 2000).

En la colecta de las hojas, los campesinos conocidos comúnmente como "palmilleros" se desplazan diariamente varios kilómetros por terrenos accidentados y peligrosos dentro del bosque. Esta tarea implica de dos a tres horas para localizar los sitios de colecta, una vez que se encuentran, se seleccionan las plantas que tengan hojas de buen tamaño para su venta. Encontrar plantas en producción constante de hojas comerciales requiere de un gran esfuerzo, debido a que las plantas productivas se encuentran cada vez más escasas y alejadas de las comunidades humanas. La actual presión de colecta en promedio es de dos a tres hojas por planta y en casos extremos solo queda el tallo sin follaje. Es común encontrar sólo una hoja comercial en las plantas productivas, rara vez se encuentran dos.

Dado que los mejores sitios de colecta se encuentran muy alejados de los asentamientos

humanos, hay ocasiones en que se integran grupos de colectores que deciden acampar por varios días en los sitios, llevando despensas que ellos mismos preparan para alimentarse, duermen en el suelo o construyen camas con ramas y troncos, como techo aprovechan el dosel del bosque y en mejores circunstancias construyen cabañas con plásticos para cubrirse de las constantes lluvias de la zona.

El corte de las frondas se realiza de forma manual sin el uso de herramienta, sólo sujetan el peciolo de la hoja doblándolo hasta lograr separarla de la planta madre, (Fig. 4) ya que éste suele ser quebradizo, principalmente en la época lluviosa, cuando la planta se encuentra con mayor contenido de agua foliar. El palmillero, transporta sobre su espalda las hojas que colectó, ya que resulta casi imposible que los animales de tracción (burros y caballos) puedan ser trasladados a las poblaciones de palmilla. Después de cuatro a seis horas de corte de hojas, emprenden el regreso a casa.

El campamento de los palmilleros

La irregularidad y las distancias del camino que recorren los palmilleros son los principales obstáculos a que se enfrenta el cortador de palmilla, ocasionando que sea mayor el tiempo de traslado

desde su vivienda hasta el sitio de colecta. Para realizar las tareas de recolección y campamento, los palmilleros se preparan en sus casas con los requerimientos mínimos necesarios que consisten en: ropa de trabajo de campo gruesa, cobija, costales, plásticos, machete, algunos utensilios de cocina para preparar los alimentos. La despensa que debe cubrir las necesidades de 3 a 4 días, consiste en atún, sardinas, papas, azúcar, café, tortillas o harina para preparar tortillas, sal, además botellas con agua suficiente para su abastecimiento durante la estancia.

Los colectores en grupo de 4 a 6 personas salen de sus casas alrededor de las 6:00-7:00 hrs. para dirigirse al sitio del campamento. Para el transporte utilizan por lo regular dos bestias de carga, en una trasiadan la despensa y los materiales para acampar, mientras que la otra sirve para llevar al colector. Una vez transcurrido el recorrido que dura aproximadamente de 8 a 10 horas, llegan al sitio de colecta y ahí establecen el campamento participando todos los integrantes, para esto colocan los plásticos en forma de carpa amarrando con mecates en los troncos de algunos árboles o arbustos, de esta forma establecen un techo provisional que los protegerá en cierta medida de la lluvia, dentro de la carpa, cada integrante toma un espacio en donde acomoda sus pertenencias y fija el espacio para dormir.

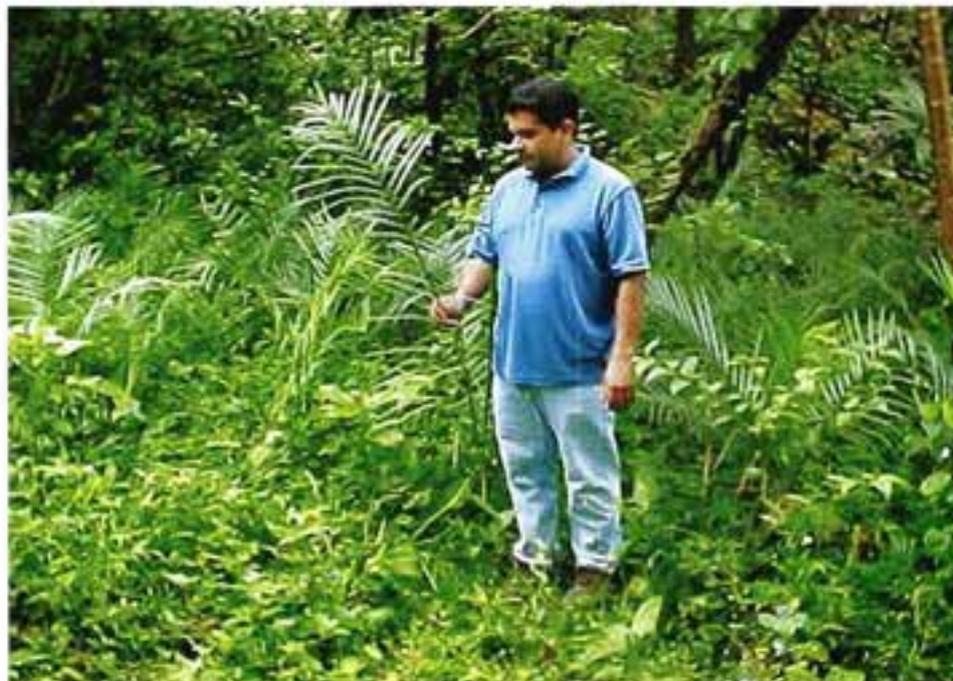


Figura 4. Corte en forma manual de las hojas de palmilla.

Al atardecer, reúnen leña y encienden una fogata que servirá para preparar los alimentos, alumbrarse y protegerse del frío.

Las condiciones para dormir no son nada envidiables, pues se acuestan en el suelo tendiendo costales, plásticos o cobijas y la situación empeora cuando llegan las lluvias, pues para dormir necesitan acondicionar levantando una cama con troncos y ramas. Por la mañana se levantan temprano y preparan sus alimentos del almuerzo, para posteriormente salir a coleccionar hojas de palmilla, las distancias que recorren del campamento a los sitios de colecta son de aproximadamente uno a dos kilómetros, se van caminando y cortando hojas en el trayecto, esta labor se realiza durante unas ocho horas por día.

El traslado de las hojas del sitio de corte al campamento la realiza el propio campesino llevando sobre sus espaldas los manojos de hojas de palmillas. Al llegar al campamento, deja la cosecha en un lugar sombreado para evitar que las hojas se deshidraten y pierdan su vigor. El retorno al campamento es entre 16:00-17:00 hrs., el primero de los colectores que llega, enciende la fogata para preparar sus alimentos, y así conforme van llegando cada uno prepara su comida.

Después de cortar las hojas de palmilla, hacen los preparativos para el retorno a sus casas, desmantelan la carpa y cada uno recoge sus pertenencias.

Traen los caballos que durante del tiempo de trabajo, estuvieron en lugares donde se les podían proveer de alimento y agua, además que sus dueños encienden fogatas cerca de las bestias de carga para evitar que se acerquen animales como el jaguar que pueden causarles daño o la muerte. El transporte de hojas del campamento a la casa de los colectores se realiza con los animales de carga, (Fig. 5). Al llegar al ejido, depositan las hojas en un lugar sombreado dentro de su solar y en espera de que llegue el comprador (intermediario) para realizar la compra-venta de las hojas, que por lo común es una vez por semana.

Cuando los palmilleros llegan a su casa la tarea no termina aún, pues seleccionan el material colectado separando las hojas que se encuentran deterioradas por algún tipo de daño (manchas blanquecinas, necróticas, cortes por herbivoría, hojas viejas, ásperas o malformadas) que no son aceptables para su venta, (Fig. 6).



Figura 5. Los animales de carga representan un apoyo importante en el transporte de las hojas de palmilla del sitio de colecta a las casas de los campesinos.



Figura 6. Preparación de las hojas de palmilla para ser entregadas por el colector al intermediario.

Posteriormente, forman lo que los colectores llaman "gruesas" (agrupación de 45-50 hojas), en esta forma de presentación es como el colector entrega el producto al comprador intermediario.

Algunas de las deficiencias para la producción de hojas en las plantas son debido a los largos periodos de sequía, la producción disminuye y el crecimiento de las hojas es más lento. En las temporadas lluviosas aumenta el desarrollo y número de frondas, sin embargo, la recolección se realiza en ambas temporadas. Uno de los factores que no afectan la palmilla son las heladas que se presentan en la región, ya que esta especie es tolerante a las bajas temperaturas. En esta actividad de recolección, participan el jefe de la familia, los jóvenes, en ocasiones las amas de casa y en las vacaciones escolares los niños, (Fig. 7) que con su colaboración casi llegan a coleccionar la misma cantidad de hojas que un adulto, esto

debido a la destreza de los pequeños para desplazarse en el bosque. Pero, por lo general el promedio de personas que cortan palmilla durante todo el año en una familia es de dos personas.

El promedio de hojas que logra coleccionar el palmillero por un día y en un sitio abundante de plantas productivas es de 600 a 900 frondas.

Existen ejidos como Alta Cima que forma parte de la RBC donde la extensión territorial es de 1,158 has, la vegetación es una transición de selva mediana superennifolia a bosque mesófilo de montaña, se encuentra a una altura de 900 a 1,200 m snm (Medellín 1994). La temperatura media anual es de 22.8° C y la precipitación pluvial es de 1,852 mm (Puig y Bracho 1987), con aproximadamente 40 hogares en donde el 90% de los jefes de familia son palmilleros, esto aporta una idea de la cantidad potencial de hojas que son extraídas de las poblaciones silvestres.



Figura 7. Participación de los niños en la colecta de hojas de palmilla.

Criterio de aprovechamiento forestal

Aún establecidos los criterios de aprovechamiento forestal para hojas de palma en la Norma Oficial Mexicana de emergencia (NOM EM 005-SARH3-1994), en donde parte de las especificaciones técnicas es que sólo se podrá aprovechar plantas en etapa de madurez de cosecha (momento adecuado para realizar su aprovechamiento en forma sostenible), para el caso de estas localidades, los colectores cortan hojas maduras e inmaduras y en la mayoría de los casos el porcentaje de hojas tiernas colectadas es mayor. Todo esto, lo realiza el colector con el afán de incrementar sus ingresos económicos y aprovechando que el comprador intermediario, no realiza constantes revisiones en las hojas que recibe por parte del colector en las comunidades.

Otro de los criterios de la norma antes citada, es que se deberá dejar distribuido uniformemente en el área de aprovechamiento sin intervenir, el 20% de las plantas en etapa de madurez de cosecha para que llegue a su madurez reproductiva. Sin embargo, lo anterior no es practicado en estas comunidades de estudio, pues

los campesinos no tienen una organización, ni supervisión en las áreas de aprovechamiento.

Los palmilleros no se organizan para realizar el corte de hojas dentro del predio que le corresponde, sino que, cada uno realiza su trabajo en donde mejor le parezca dentro de su ejido, y en algunos casos cortan en ejidos vecinos lo cual crea conflictos entre comunidades.

No se tiene establecido un periodo de colecta de las hojas, se realiza durante todo el año y los sitios de corte de las frondas no tienen ningún descanso (rotación de corte), por lo cual, las plantas poseen poca oportunidad de recuperarse.

Riesgos en la recolección

Dentro de los principales riesgos a que se exponen los cortadores de palmilla están las mordeduras de víboras de cascabel (*Crotalus atrox*), cuatro narices (*Bothrops atrox*) y coralillo (*Micrurus fulvius*). Aunque también han sufrido accidentes como caídas y fracturas. En raras ocasiones, los colectores llegan a ser intimidados por el jaguar, en particular por hembras con crías, afortunadamente no se ha registrado ningún

ataque al hombre por estos animales, a diferencia de las mordeduras de víboras, ya que esto pasa con más frecuencia para el colector, la topografía y pendiente de los terrenos, han causado en algunos casos fracturas a los colectores.

Actividad de comercialización de palmilla

Por lo común no existen centros de almacenamiento cercanos a las comunidades humanas que colectan palmilla, más bien, cada palmillero guarda las hojas en su vivienda durante tres o cuatro días hasta el momento que entrega las hojas, directamente al comprador, el cual va dos veces por semana a recoger la palma. Si el acceso para algunas comunidades humanas es difícil para que llegue un vehículo, entonces los palmilleros se ven en la necesidad de transportar en caballos o burros las hojas, hasta el sitio en donde se localiza el vehículo de transporte.

Los requisitos que el comprador toma en cuenta son: hojas sanas, (**Fig. 8**) sin manchas, que no presenten un color amarillento o verde oscuro, más bien que presenten un verde brillante y un tamaño adecuado de la hoja, esto es, que tenga 60 cm de longitud y 15 cm de peciolo (Jiménez *et al.* 1999).

Las hojas no aceptadas para el comercio presentan las siguientes características:

Tamaño. La palmilla puede presentar hojas viejas que no lograron desarrollar la talla adecuada para su comercialización y que con el transcurrir del tiempo envejecen y mueren.

Color. Las pinnas tienen color verde opaco, cenizo u amarillentas, esto último cuando las hojas envejecen.

Hojas con daño. Este puede ser causado por agentes patógenos o por daños mecánicos (caída de folíolos o por quebradura de hojas) los daños por patógenos se manifiestan con manchas necróticas o blanquecinas, defoliación por herbivoría (véase Capítulo 13).

Caída de folíolos. Corresponde a hojas que se les caen algunos folíolos del ráquis, dejando espacios defoliados en la pinna.

Manchas blancas o necróticas. Algunas frondas muestran en sus tejidos, manchas blanquecinas o necróticas tal vez causados por enfermedades fungosas o bacterias que al dañar el tejido dan mal aspecto a las hojas y por consecuencia disminuyen su calidad de tal manera que no son aptas para el comercio.

Hojas dañadas por herbívoros. Presentan defoliación parcial de los folíolos que han sido consumidos por insectos.

Hojas ásperas. Son hojas que tienen sus tejidos más endurecidos (lignificados) que la



Figura 8. Hojas de palma preparadas para su comercialización.

normalidad de las hojas, presentan una coloración verde oscura, opacas y por lo general dificultan el manejo pues en algunos casos causan cortaduras con sus bordes.

El pago que recibe un palmillero por la colecta de 60 hojas, hasta el año 1995, era de \$2.50 MN, logrando reunir de 720 a 900 hojas cada uno (12 a 15 gruesas) por día, estos datos arrojaba un promedio de ingreso económico diario de \$30.00 a \$37.50 (treinta y siete pesos 50/100 M.N.), por cada colector. A partir de 1996, con la intervención de otro comprador intermediario en la zona, el precio se incrementó a \$7.00 (siete pesos 00/100 M. N). por 45 ó 50 hojas, incrementando su ingreso económico de \$84.00 00 a \$105.00/100M.N por día para cada palmillero (datos vigentes a noviembre de 2001).

Los centros de acopio propiedad de los compradores, se localizan en Cd. Victoria, Tamaulipas, y son bodegas equipadas con mesas de trabajo en donde se seleccionan las hojas de palma con la ayuda de barras de luz en donde el personal (a simple vista) observa el estado sanitario de la hoja. Posteriormente, forman agrupaciones de 22 hojas que son depositadas en cuartos refrigerados, con los peciolo dentro de piletas con agua hasta el momento en que llega el camión de la compañía extranjera que transportará el producto.

La comercialización de las hojas de palmilla, se realiza en el mercado nacional e internacional, teniendo como principales compradores a Estados Unidos y Europa, en donde el exportador percibe un pago de \$15.00 US Dlls por 22 hojas. La comercialización de este producto es de un 10% a nivel nacional y 90% internacional (Rojas *et al.* 1999). Debido a la relevante importancia que representa este recurso en las regiones de extracción. Principalmente que es una práctica que se realiza en los sitios silvestres de la especie, donde el manejo de corte no es controlado, los campesinos (con apoyo técnico), se encuentran interesados en desarrollar prácticas con esta especie con la finalidad de introducirla como un cultivo, este aspecto ya inició en la zona de amortiguamiento de la RBC.

Propagación y manejo en vivero

La forma de reproducción de *C. radicalis* es por semilla (sexual). Es de tallo solitario y no emite hijuelos o rebrotes que puedan facilitar la reproducción vegetativa (asexual).

La palmilla, es una especie en la que se encuentran algunos individuos (aunque muy

escasos), que presentan floración y fructificación durante la mayor parte del año, pero es durante el periodo febrero-abril (en la cabecera Municipal de Gómez Farías a 200 m snm) cuando la producción de flores aumenta. Una vez polinizadas y fecundadas las flores, se inicia la formación y desarrollo del fruto, se logra en un periodo aproximado de cuatro meses.

Es conveniente mencionar que el periodo de fenología reproductiva, se presenta, de acuerdo a las condiciones en que se desarrolla la palmilla, por ejemplo, en lugares más fríos dentro de la misma zona, la producción y maduración de semilla se retarda un poco más, a diferencia de sitios con temperaturas más elevadas.

La colecta de la semilla que los propagadores utilizan para su siembra la cortan directamente de las poblaciones naturales de palmas. Por lo general colectan semillas fisiológicamente maduras, pero que aún conservan su coloración verde, los palmilleros prefieren colectarlas así, de lo contrario, cuando está roja y recién cortada despiden un líquido que resulta urticante. Además, se dificulta cosecharla, pues ya completamente rojas se caen con facilidad al suelo, resultando difícil recuperarla por la gran cantidad de hojarasca que hay en el bosque, y también por la pendiente en la que se encuentran las plantas.

La colecta se realiza en forma manual, sin el uso de herramienta, y son depositadas en bolsas de nylon las cuales contienen orificios que permiten la ventilación, (Fig. 9).

Una vez que el colector llega a su hogar, deposita las semillas en recipientes que permitan la ventilación para el secado, las colocan en lugares sombreados removiéndolas constantemente hasta que pierdan suficiente humedad.

En algunos casos, siembran semillas recién colectadas, otros prefieren dejarlas secar por algunos días y los resultados de germinación resultan similares para ambos casos. La siembra se realiza en el mes de marzo y las primeras plántulas emergen para el mes de junio, se puede realizar otra siembra el mes de julio, apareciendo para octubre los primeros brotes. La semilla que se siembra en los meses de agosto a enero, tarda más de seis meses en germinar, aún proporcionando los cuidados necesarios.

Formación de almácigos



Figura 9. Frutos de palmilla que son recolectados para la obtención de las semillas de palma.

En la preparación de las camas de siembra (almácigos), los mejores resultados que han tenido los propagadores para la siembra y germinación de semillas, han sido bajo el establecimiento de una buena cama de siembra, la cual preparan de la siguiente forma: seleccionan un lugar sombreado con aproximadamente 50 a 70% de sombra, utilizan un espacio que puede ser de diferentes medidas, pues va de acuerdo a la disponibilidad del terreno, así como, de las metas del propagador.

En la superficie que se utilizará como almacigo, se remueve y se extrae una capa de aproximadamente 20 cm de profundidad, posteriormente, se rellena con una capa de suelo de bosque (rica en humus) y las semillas se siembran aproximadamente a 10 cm de profundidad. El pH del suelo de los almacigos oscila de 6.8 a 7 y su temperatura varía de 36 a 38°C, (Fig. 10). Una de las consideraciones que algunos propagadores sugieren, es que después de la siembra y el riego, se cubra la cama germinadora, (esto lo realizan con plástico, cartón, hojas de palma o de zacate) sellándolas por las orillas para mantener la humedad necesaria, ya que para la región de Gómez Farías (RBC), en algunas temporadas prevalecen severas sequías.

Bajo estas condiciones de camas germinadoras cubiertas y selladas, el riego se

puede hacer por espacio de 30 (\pm 3 D.E.) días, pero las revisiones a las camas deben ser periódicas para asegurar que no falta humedad.

Además con la cubierta protectora, las semillas no son desenterradas con el riego o la lluvia. Al iniciarse la emergencia de las primeras plántulas, se retira la cubierta de las camas germinadoras y se deja que éstos se desarrollen libremente. La emergencia de las plántulas se presenta ca. a los tres meses (85 ± 9 días), posterior a la siembra en el transcurso de dos meses (58 ± 7 días), emergen las primeras dos hojas y la planta alcanza una altura de 7-10 cm, el desarrollo de la planta es lento durante los dos primeros años.

Extracción de plantas del almacigo para el transplante

Cuando la planta ha alcanzado una altura de 10-15 cm, y se han desarrollado las dos primeras hojas, las plantas son extraídas del almacigo para ser plantadas en el lugar definitivo. Por lo general, el propagador aprovecha las temporadas de lluvia para realizar el transplante, ya que en esos sitios no se cuenta con sistema de riego.

Se utiliza un talache o un pico para sacar las plantas del almacigo. En algunos casos, cuando el lugar del transplante se encuentra lejos,

Trejo, L. et al.



Figura 10. Formación de camas germinadoras de semillas de palmilla.

transportan la planta a raíz desnuda, pues son muy resistentes al manejo durante el tiempo de extracción del almácigo al trasplante. En algunas ocasiones, las plantas permanecen dos o tres días a raíz desnuda antes de sembrarse, sin que se haya detectado deshidratación u otros daños. En el lugar del trasplante (sotobosque), se siembra con coa, pues la topografía del terreno no permite la utilización de otro tipo de herramientas. En los huertos familiares, algunos agricultores utilizan un sistema de siembra agroforestal bajo la sombra de los árboles de mango (principalmente), naranjos, duraznos, guayabos u otras especies que se encuentran en sus huertos, (Fig. 11). En estos sitios, es posible utilizar picos, talaches, azadones para abrir zanjas de 15 cm de profundidad, en la cual van depositando planta a diferente distancia una de otra (15, 20 y hasta 40 cm), esto según el criterio y espacio del terreno que disponga el agricultor. Después del trasplante, generalmente ocurre poca pérdida de plantas, lográndose establecer aproximadamente 90% de éxito. No se observan daños considerables por plagas, y se presentan con más frecuencia en periodos de sequía, por lo general son hormigas las que causan daño al defoliar las hojas de las plantas.

Cuidados del cultivo

A partir de la siembra y hasta el momento de las

primeras cosechas de hojas, se considera un tiempo que va de 4-5 años, y a partir de entonces, el palmillero podrá cosechar hojas en intervalos de tiempo, en proporción directa de como la madurez fisiológica foliar lo permita.

En el cultivar, se realizan deshierbes constantes, pero no se practica ningún tipo de fertilización, en algunos casos conforme la planta va produciendo hojas, se cortan las más viejas o dañadas, no se aplican riegos, las plantas se desarrollan con las lluvias de la región.

Consideraciones finales

En esta investigación preliminar, resaltan conceptos prioritarios a tomar para realizar futuros trabajos como por ejemplo, establecer periodos de corte de hojas por planta. Así como establecer épocas de colecta de semillas, seleccionar plantas madres para colecta de material de propagación (individuos "plus"). También realizar el manejo de semilla desde la colecta hasta la siembra, que comprende procesos de: limpieza, secado, desinfección, tratamientos especiales para promover germinación, pruebas de viabilidad y manejo adecuado.

Desarrollar actividades en viveros, como manejo de sustrato, siembras, trasplantes, limpieza, riegos y poda. Además llevar a cabo la reintroducción de plantas a su hábitat, esto es



Figura 11. Cultivo de palmilla *Chamaedorea radicalis*, bajo el dosel de árboles de mangos en Gómez Farias, Tamaulipas México.

reforestación en zonas con mayor grado de deterioro. Realizar estudios sobre fenología, propagación, dispersión, aspectos fitosanitarios (plagas y enfermedades), polinizadores, especies de flora y fauna asociadas, tipos de suelos y clima en que prosperan y manejo de poblaciones silvestres de la palmilla.

Otras consideraciones, no menos importantes son: enriquecer y reforzar las poblaciones naturales de palmillas mediante la reforestación, fomentar una conciencia sobre el papel que desempeña dentro de los ecosistemas este recurso forestal, contribuyendo a las medidas y acciones que se toman dentro de la Ley Forestal, en el marco de programas globales de conservación de la biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas, como significa la palmilla en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Literatura citada

- Heizman R., y C. Reining. 1998. *Desarrollo Rural Sostenido: Reservas forestales de Extracción en el Norte del Peten en Guatemala*. Escuela de Yale para Ciencias Forestales y Estudios Ambientales.
- Hodel, D. R. 1992. *Chamaedorea Palms. The Species and Their Cultivation*. University of California, The International Palm Society.

- Jiménez P. J. L., Trejo H. L., González R. C., Jurado Y. E., Villalón M. H. y Pérez G. F. 1999. *Manejo de palmilla Chamaedorea radicalis Mart) en la Reserva de la biosfera "El Cielo"*. Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Sistema de Investigación Alfonso Reyes "SIREYES". Pp 1-16.
- Mendoza A. S., 1986. *Evaluación de la palma camedor recurso forestal en la región de la Chinantla (Oaxaca), México*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Quero R. J. H. 1989. *Flora Genérica de Arecaceae de México*. Tesis Doctoral. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. Pp. 138.
- Trejo, H. L., 1992. La palmilla *Chamaedorea* spp., un recurso forestal no maderable en la reserva de la biosfera "El Cielo". *Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas*. 21. México. pp. 49-51.
- Trejo, H. L. 2000. *Propagación en vivero de palmilla (Chamaedorea radicalis Mart.) en la cabecera municipal de Gómez Farias, Tamaulipas, México*. Manual de Divulgación. Instituto de Ecología y Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Sistema de Investigación Alfonso Reyes "SIREYES". Pp. 1-19.

62. El cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes*

Ana Gabriela Zúñiga-Medina, José Margarito Herrera Castillo y
Gonzalo Guevara Guerrero

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria.
Blvd. Emilio Portes Gil 1301,
Cd. Victoria Tamaulipas. 87010. MÉXICO
guevaragg@hotmail.com

Abstract

Growing of the edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) and *Lentinula edodes* (shiitake) as agricultural and forest subproducts might offer a new sustainable economic alternative for the communities of the Biosphere Reserve "El Cielo" and other places of the Northeast of Mexico. The technique to grow these mushrooms consists on five simple steps that we describe in this chapter. The biological efficiency of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* was about 60% and 50% respectively.

Introducción

En México la desnutrición es uno de los problemas más serios debido a la falta de buenos programas de desarrollo económico para las comunidades rurales. El adecuado aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (e.g. los hongos) podría ofrecer alternativas de desarrollo económico para estas áreas. La Reserva de la Biósfera "El Cielo" (RBC), en Tamaulipas y otros lugares del norte de México, son lugares estratégicos de gran potencial para la producción, exportación y autoconsumo de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* ("setas") y *Lentinula edodes* (shiitake) (Guevara et al. 1998, 2000). Al introducir este nuevo tipo de cultivo en esta localidad podría ofrecer nuevas opciones económicas y nutricionales, ya que el manejo de los recursos naturales del cual dependen sus economías es limitado y no sustentable. El cultivo de plantas tradicionales de importancia económica se está haciendo cada vez más incosteable, debido a las condiciones climáticas extremas y enfermedades fitopatológicas (hongos, bacterias, etc.). Adicionalmente, la falta de trabajo y oportunidades para los ejidatarios de las partes altas de las montañas está ocasionando que éstos emigren hacia las grandes metrópolis nacionales e internacionales (e.g. el D.F. en México y muchas ciudades de los E.U.A). Los hongos comestibles *P. ostreatus* y *L. edodes* son altamente cotizados por sus excelentes características nutricionales y medicinales, así como también por su aroma y sabor.

Entre los principales nutrientes de estos hongos se encuentran las proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas, aminoácidos esenciales, minerales y pocos lípidos (Quimio et al. 1990, Bano y Rajarathnam 1982). En cuanto a sus características medicinales, *P. ostreatus* ha sido reportado con propiedades antitumorales contra el sarcoma 180 (cáncer pulmonar) (Stamets 1993). Por otra parte *L. edodes* actualmente está siendo estudiado por sus características medicinales para fortalecer el sistema inmunológico en pacientes con SIDA reportando resultados preliminares positivos *in vitro* (Chang y Hayes 1987, Leatham 1982, Mori et al. 1986, Mori y Takehara 1989, Jones 1995, Hobbs 1995). El cultivo de hongos comestibles ha sido uno de los proyectos económicos de desarrollo rural sustentable más exitosos, estableciendo una industria multimillonaria en Estados Unidos y Japón (Leatham 1982). Debido a la complejidad, alto costo y falta de información para cultivar este hongo comestible, se consideró conveniente desarrollar una técnica sencilla que permita introducir este nuevo tipo de cultivo utilizando subproductos agrícolas y forestales del estado de Tamaulipas.

Metodología

Para el cultivo de los hongos comestibles *P. ostreatus* y *L. edodes* se requirieron de cinco pasos generales.

1) Aislamiento y purificación del hongo

Previo al aislamiento y purificación de *P. ostreatus*, éste fue identificado siguiendo los criterios de Corner 1981, Moser 1978, entre otros. El aislamiento de *P. ostreatus* se obtuvo a partir de cuerpos fructíferos colectados en la RBC en Septiembre de 1995. Este hongo puede encontrarse creciendo en ramas de árboles de hoja ancha, en bosques de encino, mixto de pino-encino, mesófilo de montaña o selvas tropicales.

Para el aislamiento se colectaron basidiocarpos jóvenes, frescos, secos, limpios, sin

larvas u orificios causados por insectos. Estos fueron trasladados al laboratorio para su cultivo *in vitro*, que consistió en transferir una muestra del tejido del contexto localizado arriba de las láminas y colocarlo en Papa Dextrosa Agar (PDA). De igual forma, *L. edodes* puede ser aislado y purificado. Sin embargo, esta especie es nativa de Asia por lo que se adquirió de Virginia Polytechnic Institute and State University.

II) Preparación de inóculo o "semilla"

El método para la elaboración de inóculo o "semilla" fue el mismo para ambos hongos y consistió en la propagación fúngica (micelio dicariótico activado) en semillas de sorgo. En frascos de vidrio de 1 litro se colocaron 300 g de sorgo, 5 g de yeso y 120 ml de agua (Royse y Schisler 1987, Stamets 1993). Los frascos se agitaron para mezclar el contenido y se taparon con algodón y papel de polipropileno sujetos con una liga. Una vez que las semillas absorbieron el agua, los frascos se agitaron nuevamente antes de ser esterilizados en una olla de presión por 45 min a 15 lb de presión (121°C). Posterior a la esterilización, los frascos se dejaron enfriar y se inocularon con un bloque de agar previamente colonizado por los hongos provenientes de cultivos puros obtenidos en el paso anterior.

III) Preparación del sustrato

El sustrato utilizado para *P. ostreatus* fue paja de sorgo. Esta se picó, mojó y fermentó varios días antes de colocarla en bolsas de polietileno de baja densidad las cuales se semicerraron para permitir la entrada de vapor durante la pasteurización. La pasteurización se llevó a cabo a una temperatura de 80-90°C utilizando un quemador por tres horas en tanques galvanizados de 200 litros cuyo fondo contenía agua y fue cubierto con un plástico de polietileno. En el caso de *L. edodes*, las ramas o troncos de encino (*Quercus* sp. del grupo *Leucobalanus*) fueron usados como sustrato (Kosak y Krawczyk 1993). Estas se cortaron (durante el invierno) a un tamaño de 1-1.20 m de largo por 10-15 cm de diámetro. Las ramas se colocaron en una mesa y con un taladro industrial se hicieron aproximadamente 9 perforaciones en línea antes de inocularlas, posteriormente las ramas se giraron parcialmente, perforando nuevamente hasta formar tres líneas por cada rama.

IV) Inoculación y crecimiento micelial en el sustrato

La inoculación de *P. ostreatus* consistió en la introducción de inóculo dentro de las bolsas previamente pasteurizadas. Las bolsas inoculadas se cerraron con un anillo de plástico y un tapón de algodón ajustado con una liga. Después, las bolsas se incubaron y mantuvieron en la oscuridad para facilitar el crecimiento micelial (incubación), a una temperatura de 25 a 28°C, durante dos semanas.

En el caso de *L. edodes*, a las ramas previamente perforadas se les introdujo una pequeña cantidad de inóculo en cada perforación a presión. Después de la inoculación las perforaciones fueron tapadas con tapones de unicel a presión (ca. 27-30 perforaciones por rama fueron inoculadas). Posteriormente, los extremos de las ramas fueron tratados con una solución fúngica selectiva (Benlate 50% IA) a 100 ppm, previo a su colocación en pila para su incubación. Finalmente, las muestras fueron cubiertas con una malla de invernadero de 50% de sombra.

V) Fructificación y cosecha

Después del periodo de incubación (tiempo que necesita el hongo para colonizar el sustrato, *P. ostreatus*= un mes, y *L. edodes*= un año) las bolsas de *P. ostreatus* fueron trasladadas a un lugar más ventilado, fresco (20 a 25°C) y húmedo (90% HR) con suficiente luz para inducir la fructificación (basidiocarpos). Una vez que las bolsas fructificaron, se dejaron reposar algunos días en la oscuridad, a una temperatura de 25 a 28°C y humedad relativa de 70% para después inducir a fructificar nuevamente de acuerdo a las recomendaciones de Przybyłowicz y Donoghue (1988). Por otro lado, para inducir la fructificación de shiitake, las ramas o troncos fueron expuestas a la lluvia o sumergidos en tanque con agua durante ocho horas. Posteriormente, se colocaron en línea y verticalmente intercalados, bajo condiciones naturales en un bosque mixto de pino-encino o bosque mesófilo de montaña.

Resultados y discusión

Se presenta una técnica sencilla para el cultivo de los hongos comestibles *P. ostreatus* y *L. edodes* en la RBC y otros lugares del norte de México, utilizando como sustrato paja de sorgo y subproductos forestales (ramas de encino), respectivamente (Fig. 1, a-d).

En términos de productividad se logró obtener una eficiencia biológica (E.B.) de aproximadamente 60% con la cepa aislada de la RBC (una E.B. de 100% es cuando se obtienen 100 g de hongo fresco por 100 g de substrato seco). Por su parte, *L. edodes* fue cultivado a la intemperie en el Ejido San José, Mpio. de Gómez Farías de la RBC; en los ejidos Vicente Guerrero, Galindo, P.P. Santa Rita, y en el Cañón del Novillo, Mpio. de Cd. Victoria; obteniendo una E.B. de 50%. Cabe señalar que la técnica aquí presentada podría ser utilizada para el cultivo de otros hongos lignícolas nativos de la Reserva "El Cielo", e.g. *Lentinula boryana* (shiitake mexicano), *Pycnoporus sulphureus* (el pollo de los bosques), *Auricularia auricula* (orejas de palo), entre otros.

Aislamiento del hongo en cultivo puro (Fig. 1, a)

En esta investigación se obtuvieron y usaron cultivos puros de *Pleurotus* nativos del estado de Tamaulipas por estar adaptados a las condiciones climatológicas de la región. Asimismo, se emplearon cepas comerciales de E.U.A para comparar la E.B.

Para obtener éxito en el aislamiento del hongo se colectaron basidiocarpos jóvenes, frescos, secos, limpios, sin larvas u orificios causados por insectos, para asegurar su cultivo *in vitro*. Para evitar contaminación en los cultivos por Deuteromycetes y bacterias se agregó 200 mg de Benlate® 50% de IA y 70 mg de Sulfato de Estreptomicina, por cada litro de medio de cultivo (PDA o EMA). El crecimiento *in vitro* del hongo fue rápido, cubriendo en una semana la caja de petri. El micelio creció en forma radial, con rizomorfos y de color blanco. Algunas veces fructificó *in vitro*. Para fines de producción comercial no se recomienda que el productor aisle el hongo para elaborar su propio inóculo o "semilla" debido al alto costo que implicaría. En el caso de shiitake, se realizaron pruebas preliminares con diferentes cepas o variedades de shiitake para evaluar su rendimiento en el lugar donde se pretende cultivar y seleccionar la mejor cepa adaptada al lugar seleccionado (Guevara *et al.* 2000). Existen cepas de shiitake que fructifican a temperaturas cálidas (10-27°C), frías (7-16°C) o de amplio rango (7-27°C) (Przybyłowicz y Donoghue 1998). La cepa utilizada en este estudio fue VT17 el cual es originario de Asia. Fructificó exitosamente en los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Cabe señalar que existen cepas de shiitake que crecen más rápido que otras, disminuyendo las probabilidades de contaminación de los troncos por competidores y antagonistas.

Otras variedades fructifican después de un estímulo térmico, disponibilidad de nutrientes y contenido de humedad (e.g. VT17 fructificó bien después del secado de los troncos y su posterior inmersión en agua por 8 hrs). Algunas variedades de clima frío requieren de un tratamiento frío luego de uno caliente. Esto es importante como estrategia de producción forzada.

Preparación de inóculo o "semilla" (Fig. 1, b)

Las semillas de sorgo fueron el mejor vehículo para la propagación fúngica de *P. ostreatus* y *L. edodes*, por su tamaño, forma, manejo y disponibilidad, comparadas con las semillas de arroz y mijo. Para evitar contaminación por hongos Deuteromycetes (e.g. *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Monilia* spp., *Verticillium* spp.) se agregó 100 ppm de Benlate® 50% IA, y para controlar el crecimiento de bacterias se añadió 70 mg de sulfato de Estreptomicina por litro de agua. Para obtener mejor calidad de inóculo, la semilla de sorgo utilizada debe ser nueva, limpia, seca, sin mohos y sin insectos. Otra fórmula más económica para shiitake consistió en viruta y salvado (4:1) con un contenido de agua de 55% (Cotter y Lanphear-Cook 1988) y 100 ppm de Benlate® 50% de IA. Estos ingredientes se mezclaron en seco y se agregó el agua con el fungicida. Posteriormente, se esterilizaron en frascos de vidrio o en bolsas de polietileno de alta densidad por 45 min a 120°C a 15 pps. Para la elaboración de inóculo o "semilla" se requiere de un laboratorio y un técnico laboratorista o un microbiólogo. Si se pretende cultivar el hongo con fines comerciales no se recomienda que el cultivador elabore su inóculo al principio por su alto costo, por lo que se sugiere comprarlo.

Preparación del substrato (Fig. 1, c y d)

Para obtener mejores resultados (E.B) la paja de sorgo debe ser nueva (recién cortada), seca, que no haya sido expuesta a la humedad (por lluvia), sin raíces, ni tierra y sin contaminación por otras plantas o materiales (Fig. 1, c1). El tamaño de la paja debe ser no mayor de 15 cm de longitud, de lo contrario la compactación de la paja por la colonización del hongo será difícil y débil. El exceso de salvado en el substrato puede propiciar contaminación por competidores o antagonistas de *P. ostreatus*, principalmente por los hongos Deuteromycetes. Asimismo, el exceso de agua (arriba del 75%) en la fermentación cambia el microhábitat para otros organismos antagonistas de *P. ostreatus*.

El yeso y la cal son importantes para equilibrar el pH, importante para una buena degradación de la paja. El tiempo de fermentación puede ser desde 1 día pero no más de 7 días (Fig. 1, c2). Se ha observado que entre mayor el tiempo de fermentación es menor la producción. El exceso de anaerobiosis también puede provocar pérdidas por contaminación. Obviamente, la producción de hongos está también en función del tamaño de las bolsas de plástico, por lo tanto, 60x40 cm, fue el tamaño ideal. Las bolsas utilizadas en esta técnica son de polietileno de baja densidad y deben ser ligeramente cerradas con uno o dos nudos, permitiendo un hueco para asegurar la entrada de vapor en la pasteurización (Guevara *et al.* 1998). Asimismo, deben ser colocadas de tal manera que no se obstruyan los huecos de las bolsas dentro de los tanques de pasteurización (Fig. 1, c3).

El nivel de agua en el tanque debe ser al menos de 1 pulgada de profundidad, reposando las bolsas en una parrilla para evitar el contacto directo con el agua. Se recomienda probar las diferentes marcas de bolsas ya que la calidad varía en cuanto a su resistencia al calor. Especial cuidado debe tenerse al pasteurizar a temperaturas arriba de 90°C ya que afectan notablemente la microflora benéfica (bacterias), provocando el crecimiento de organismos termófilos (Guevara *et al.* 1998). Otros tratamientos consisten en sumergir la paja cortada en agua caliente (70-80°C) durante diez minutos (López 1985), o bien pasteurizar el sustrato en túneles (Lanzi 1986). El sustrato para shiitake (truncos de encino), fue cortado y preparado en invierno, cuando el árbol se encuentra en dormancia ya que la concentración de azúcares en la corteza es mayor y está fuertemente adherida a la albura, lo cual es importante para la fructificación.

Los troncos y ramas deberán estar libres de manchas o pudriciones internas, con la superficie limpia (sin tierra, líquenes u otras plantas epífitas), intactas, secas y derechas, para evitar el establecimiento de hongos competidores e insectos asociados al cultivo de shiitake (Guevara *et al.* 1989). Un aproximado de 20 a 30 hoyos por tronco se recomiendan (en 3 líneas de 7 a 10 hoyos c/u). El ancho del hoyo fue el suficiente para introducir el dedo índice y con una profundidad de 2-3 cm, o lo suficiente para llegar a la albura. La distancia entre los hoyos fue de 10-15 cm. Un sustrato para cultivo de shiitake a base de paja de trigo pasteurizada fue presentado por los franceses obteniendo excelentes resultados (Delpech y Oliver 1990).

Inoculación y crecimiento micelial en el sustrato (incubación) (Fig. 1, c4 y d4)

La inoculación de las bolsas pasteurizadas con *P. ostreatus* se hizo de varias formas. La más efectiva (para colonizar el sustrato), fue haciendo un hueco en el centro de la paja con la mano para facilitar la introducción del inóculo en la parte basal de la bolsa y al mismo tiempo permitir mejor aireación. La menos efectiva (pero más rápida para inocular mayor número de bolsas), fue la inoculación superficial y consistió en abrir la bolsa e inocular la superficie superior de la paja lo más rápido posible (Fig. 1, c4).

Por otro lado, el área de pasteurización debe estar inmediata al área de inoculación para evitar contaminación, el área de incubación debe estar adjunta al área de inoculación o al menos estar bajo el mismo techo, bien ventilada con aire filtrado para evitar termogénesis y con trampas para insectos.

En algunos casos y lugares, un aire acondicionado o un aire húmedo son necesarios para mitigar el calor causado por termogénesis, las bolsas deben estar separadas al menos 1" entre sí. Los principales problemas observados en el desarrollo de esta técnica fueron la contaminación de las bolsas por hongos e insectos. La presencia de manchas o puntos de colores negro, amarillo, rosa, verde, azul, café, rojo o lila en las bolsas indican contaminación, por lo que se recomienda desecharlas lejos de la granja. Los malos olores también indican contaminación por bacterias, levaduras, insectos, ácaros y nematodos (Guevara *et al.* 1998). El tiempo de incubación fue de dos semanas como mínimo y máximo de 1 mes. Si al cabo de 1 mes la bolsa no está completamente colonizada (blanca), indica entre otras causas contaminación por exceso de agua, mala pasteurización (tiempo mínimo requerido), uso de paja vieja, inóculo degenerado o contaminado, mal control de los parámetros ambientales (temperatura, humedad relativa, luz, etc.). Las bolsas completamente blancas indican el final de la incubación y están listas para inducir las a fructificar.

En el caso de shiitake la inoculación de los troncos (Fig. 1, d4) se realizó tan pronto como se cortaron los troncos y se monitoreó mensualmente durante seis meses el crecimiento del hongo destapando al azar algunos hoyos. La presencia de micelio blanco algodonoso activado y pseudoesclerios fueron los indicadores para determinar la colonización y establecimiento de shiitake en los troncos y ramas (Harris 1996).

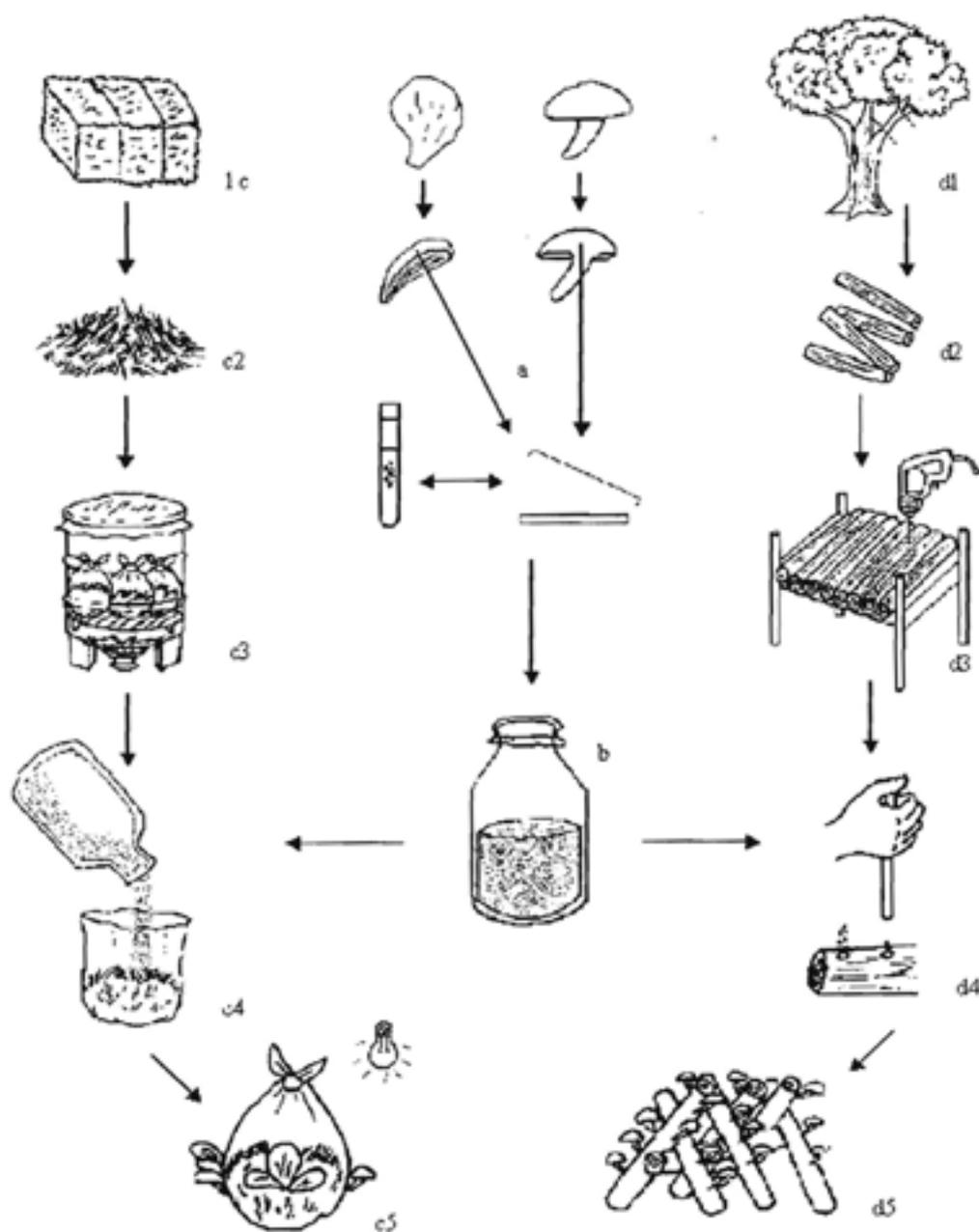


Figura 1. Técnica para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes* a) Aislamiento in vitro; b) Preparación del inóculo; c) Preparación de sustrato para *Pleurotus ostreatus*; c1) Paja de sorgo, c2) Fermentación, c3) Pasteurización, c4) Inoculación, c5) Fructificación; d) Preparación de sustrato para *Lentinula edodes*, d1) Arbol de encino, d2) Corte de ramas de 1 x 0.15 m., d3) Perforación de ramas con taladro, d4) Inoculación, d5) Incubación, d6) Fructificación.

Aproximadamente 90% de los troncos de encino fueron colonizados por el hongo comestible en los primeros tres meses, después de la inoculación. La incubación de los troncos duró de 6 a 12 meses. El área de incubación se estableció bajo la sombra de árboles de pino-encino o de hoja ancha, los cuales proporcionaron las condiciones para la incubación y/o fructificación. Los troncos se regaron en los meses más calientes del año (julio y agosto).

En la incubación, el micelio del hongo colonizó y degradó la madera (lignina y celulosa), dándole un color blanco a la madera (pudridor blanco). Un principio en el cultivo de los hongos es la creación de las condiciones favorables para el hongo comestible mientras que desfavorece a los competidores. La temperatura óptima para la incubación fue de 22-25°C y un contenido de humedad en el tronco de 50-60%, es ideal. Los troncos fueron apilados en "cuadro" colocando los más delgados abajo y los más gruesos arriba para evitar la pérdida de agua. Después de los 6 meses de incubación, los troncos más delgados fructificaron (el tiempo dependerá del diámetro de la rama, la especie de encino, cepa de shiitake, condiciones ambientales y otros factores).

Fructificación (Fig. 1, c5 y d5)

Para inducir y lograr la fructificación de *P. ostreatus* las bolsas se perforaron y expusieron a 8 horas diarias de luz blanca (Fig. 1, c5) (Eger et al. 1974, Hashimoto y Takahashi 1974), 90% de humedad relativa y a una temperatura de 20 a 25°C, según la especie usada. Las cepas nativas fructificaron bien a los 20 días (Fig. 2), mientras que la mayoría de las cepas extranjeras no fructificaron, excepto *P. columbinus* que fructificó hasta temperaturas de 30 a 33°C, y con una E.B. similar a la de las cepas nativas. La ausencia de luz inhibe la fructificación, la insuficiencia de humedad en el aire ocasionó el aborto de los primordios y en los basidiocarpos provocó una consistencia correosa. Algunas especies de *Pleurotus* (de zonas templadas) requieren de un estímulo térmico para inducirlos a fructificar. Probablemente, las cepas extranjeras utilizadas requieren de ese tratamiento, ya que la mayoría de las cepas utilizadas no fructificaron. Por lo general, las cepas tropicales no requieren de un tratamiento frío para fructificar, siempre y cuando estén expuestas a la luz y humedad relativa alta (90% H.R.).



Figura 2. Basidiomas de *Pleurotus ostreatus* creciendo en un sustrato a base de paja de sorgo después de 30 días de incubación.

Algunas veces, las esporas liberadas de los cuerpos fructíferos ocasionaron problemas de salud (alergias) por lo que se recomienda usar mascarillas.

Al final del ciclo de fructificación la paja degradada de las bolsas se puede mezclar con tierra negra y mojar para elaborar un fertilizante orgánico. Se recomienda hacer esto lejos de la granja, considerando la dirección del aire para evitar contaminación por insectos (colémbolos), hongos, etc. Una forma original para el control de enfermedades fue la desarrollada por Brooke-Webster y Cairns 1987, quienes utilizaron una película de polietileno durante la fructificación de *Pleurotus*.

Por otro lado, para la fructificación de *L. edodes* (Fig. 3), los troncos se colocaron verticalmente en cruz (Fig. 1, d5) y después de las lluvias de primavera y otoño (inducción natural a la fructificación), los basidiomas aparecieron y fueron cosechados antes de llegar a la maduración, la cual es determinada por la forma del píleo (entre más convexo, es más inmaduro; entre más cóncavo, es más maduro).

La fructificación también se puede inducir mediante un tratamiento hídrico y térmico bajo condiciones controladas (Fig. 4) e implicó un ciclo de cuatro fases: La primera fase (inducción), consistió en un estímulo térmico y húmedo al tronco para iniciar la reproducción. En la segunda fase (primordio), el micelio fue estimulado para fructificar iniciando con pequeños "botones" o primordios fúngicos. En la tercera fase (fructificación), el primordio se desarrolló y maduró terminando cuando el hongo es cosechado. Finalmente, la cuarta fase (reposo), consistió en el tiempo en el que el hongo "descansa" después de la cosecha (realmente el micelio está activamente creciendo y degradando continuamente la madera y almacenando nutrientes), para posteriores fructificaciones, repitiéndose así el ciclo hasta que se agotan los nutrientes del tronco.

Esto dependerá de la cepa utilizada, la especie del substrato, grosor del tronco, condiciones ambientales. Debido a que el ciclo de producción de los troncos es de cuatro a seis años.



Figura 3. Basidiomas de *Lentinula edodes* cultivado en ramas de *Quercus* sp. después de seis meses de inoculación, en el Ejido San José, Municipio de Gómez Farías, Tamaulipas.



Figura 4. Cultivo de *Lentinula edodes* en ramas de *Quercus* sp. después de un año de incubación bajo condiciones controladas.

Cada tronco produjo en promedio un kilogramo de hongo fresco en su ciclo de reproducción total. La fructificación ocurrió en intervalos de tiempo (en forma natural, dos veces al año), hasta que los nutrientes de la madera fueron digeridos completamente por el hongo, esto por lo general, toma entre 3-5 años. Sin embargo, más investigación sobre estos y otros hongos comestibles es necesaria para conocer su biología y mejorar o desarrollar nuevas técnicas para aumentar la E.B. Respecto a la rentabilidad del cultivo de este hongo, se recomienda consultar a Baughman (1989) y Mook (1989).

Por lo tanto, concluimos que el desarrollo de esta técnica sencilla para el cultivo de los hongos comestibles *P. ostreatus* ("setas") y *L. edodes* (shiitake) en subproductos agrícolas y forestales, podría ofrecer una nueva alternativa económica para los pobladores de la RBC, para otras regiones del estado de Tamaulipas y el resto del noreste de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen al COSNET clave 402.04-P, por el apoyo económico brindado para realizar esta investigación.

Literatura citada

- Bano, Z. y S. Rajarathnam. 1982. *Pleurotus* Mushroom as a Nutritious Food. En: *Tropical Mushrooms (Biological Nature and Cultivation Methods)*. Eds: S.T. Chang y T.H. Quimio. The Chinese University Press, Hong Kong. Pp. 363-367.
- Baughman, M. J. 1989. Financial Analysis of Shiitake Mushroom Production. En: *Shiitake Mushroom, the Proceedings of a National Symposium and Trade Show*. University of Minnesota. U.S.A. Pp. 169-179.
- Brooke-Webster, D. y A. A. Cairns. 1987. The Use of Polyethylene Film to Control the Fructification of *Pleurotus* spp. Grown on Horizontal Trays. En: *Proc. Int'l. Sym. Scientific and Technical Aspects of Cultivating Edible Fungi*. Eds: P. J. Wuest, D. J. Royse y R. B. Beelman. Pennsylvania State Univ. U.S.A. Pp. 433-436.
- Chang, S. T. y W. A. Hayes. 1987. *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press, N.Y. U.S.A. 819 pp.
- Corner, E. J. H. 1981. The Agaric Genera *Lentinus*, *Panus*, and *Pleurotus*. *Nova Hedwigia Beighoff*, 69 pp.
- Cotter, V. T. y C. J. Lanphear-Cook. 1988. Sawdust, Spawn and Shiitake. *The Science Teacher* 55: 44-48.
- Delpech, P. et J. M. Oliver. 1990. Champignon Parfumé (ou shiitake) Une Méthode Française pour sa Culture. P.H.M. *Revue Horticole* 305:25-30.
- Eger, G., H. D. Gottwald y U. Von Netzer. 1974. The Action of Light and other Factors on Sporophore Initiation in *Pleurotus ostreatus*. *Mush. Sci.* 9 (1): 575-583.

- Guevara, G., A. G. Zúñiga-Medina y J. Castillo. 2000.** Cultivo del Hongo Comestible Shiitake (*Lentinus edodes*) [Berk.] Sing.) en Tamaulipas. *Biotam* 11 (3): 1-10.
- Guevara, G., A. G. Zúñiga-Medina y J. Castillo. 1998.** Técnica Simple para el Cultivo del Hongo Comestible *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Qummer en Paja de Sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.). *Biotam* 9 (2 y 3): 17-26.
- Guevara, G. G., R. J. Stipes, J. A. Weidhaas y D. W. Smith. 1989.** Competing Fungi and Insects Associated with the Cultivated Mushroom (*Lentinus edodes* (Berk.) Singer) in Virginia. *En: Shiitake Mushrooms. Proceedings of a National Symposium & Trade Show.* College of Natural Resources & Agriculture. University of Minnesota. U.S.A. Pp. 209-217.
- Harris, B. 1996.** *Growing Shiitake Commercially; A Practical Manual for Production of Japanese Forest Mushroom.* Production of Japanese Forest Mushroom. 1ª edición. Science Tech Publishers, Wisconsin, E.U.A. 72 pp.
- Hashimoto, K. y Z. Takahashi. 1974.** Studies on the Growth of *Pleurotus ostreatus*. *Mush. Sci.* 9 (1): 585-593.
- Hobbs, H. 1995.** *Medicinal Mushrooms, an Exploration of Tradition, Healing & Culture.* Botanica Press. U.S.A. 251 pp.
- Jones, K. 1995.** *Shiitake, The Healing Mushroom.* Healing Art Press. U.S.A. 120 pp.
- Kosak, M. E. y J. Krawczyk. 1993.** *Growing Shiitake Mushroom in a Continental Climate.* 2ª. Edición. ABC Printers, Marinette, Wisconsin, E.U.A. 112 pp.
- Lanzi, G. 1986.** The Cultivation of the Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Italy. *En: Proc. Int'l. Sym. Scientific and Technical Aspects of Cultivating Edible Fungi.* Eds: P.J. Wuest, D.J. Royse y R.B. Beelman. Pennsylvania State Univ. U.S.A. Pp. 443-447.
- Leatham, G. F. 1982.** Cultivation of Shiitake, the Japanese Forest Mushroom, on Logs: A potential industry for the United States. *Forest Products Journal* 32: 29-35.
- López, R. A. 1985.** *Hongos... Alimento del Futuro, Cultive sus Setas en Casa.* Universidad Veracruzana. México. 1ª. ed. 63 pp.
- Mook, R. G. 1989.** An Overview of the Shiitake Mushroom Industry and Marketing Implications. *En: Shiitake Mushrooms. Proceedings of National Symposium & Trade Show* College of a Natural Resources & Agriculture, University of Minnesota, E.U.A. pp. 1-10.
- Mori, K. y Takehara. 1989.** Antitumor Effects of Virus-like Particles from *Lentinus edodes* (Shiitake) on Ehrlich Ascites Tumor in Mice. *Mushroom Sci.* XII (1): 653-659.
- Mori, K., T. Toyomasu, H. Nanba y H. Kuroda. 1986.** Antitumor Activities of Edible Mushrooms by Oral Administration. *En: Cultivating Edible Fungi (Developments in Crop Science 10).* Proceedings of the IMS. Eds: P. J. Wuest, D. J. Royse y R. B. Beelman. Pennsylvania State University. E.U.A.
- Moser, M. 1978.** *Keys to Agarics and Boleti.* Edit. Roger Phillips, 4ª. Ed. 535 pp.
- Przybylowicz, P. y J. Donoghue. 1988.** *Shiitake Growers Handbook. The Art and Science of Mushroom Cultivation.* Kendall Hunt Publishing Company. Iowa, E.U.A. 217 pp.
- Quimio, T. H., S. T. Chang y D. J. Royse. 1990.** Technical Guidelines for Mushroom Growing in the Tropics. *FAO. Plant Production and Protection Paper.* Pp. 106-157.
- Royse, D. J. y L. C. Schisler. 1987.** Influence of Benomyl on Yield Response of *Pleurotus sajor-caju* to Delayed Release Nutrient Supplementation. *Hort Science* 22 (1): 60-62.
- Stamets, P. 1993.** *Growing Gourmet & Medicinal Mushrooms.* Ten Speed Press, 1ª. Ed. 522 pp.

63. Bromatología y rizobiología en leguminosas silvestres

Francisco Rafael de la Garza-Requena¹ y Arturo Mora-Olivo²

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas
87149, Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO

² Instituto de Ecología y Alimentos. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Blvd. López Mateos No. 928 Ote.
Cd. Victoria, Tamaulipas, MÉXICO 87040.

Abstract

The aim of this project was to contribute to the knowledge and evaluation of El Cielo Biosphere Reserve natural resources. In this paper we report wild legumes present in this area, their nutrient concentration and relationships between legumes and soil bacteria. These legumes were collected and processed to determinate plant nutrient concentration and botanical identification; root nodules were used for bacterial isolation. Bromatological analyses were carried out by using OAC methods. Root nodules were cleaned and superficially disinfected and then used for isolation of bacteria. The following wild legumes were found in this area: *Caesalpinia pulcherrima*, *Ramirezella nitida*, *Desmodium tortuosum*, *Desmodium paniculatum*, *Desmodium sp.*, *Phaseolus coccineus* and *Centrosema sp.* Two bacterial strains were isolated from *Desmodium tortuosum* and *Desmodium sp.* and then classified as *Rhizobium*. Legume protein content varied from 5.80 to 16.48%; ash value for *C. pulcherrima* was 3.06% and 11.73% for *P. coccineus*; fat content in the plants we analyzed varied from 1.58% to 5.48%; some of these bromatological values were highest than those present in plants which are used to feed cattle, and reported in the literature. Due to their bromatological characteristics we conclude that the wild legume plants reported in this paper have potential as cattle food and play an important role in ecosystem maintenance because of their relationships with soil bacteria which fix atmospheric Nitrogen.

Introducción

Las leguminosas forman parte integral de los sistemas agrícolas primitivos (Aykroyd y Doughty 1964). Existe un gran número de especies de plantas leguminosas de importancia económica, con una variedad de funciones, tales como: alimento para el hombre y/o para el ganado, medicinales, industriales, etc. Estas plantas, junto con los cereales, son los constituyentes dietéticos más

importantes derivados de los recursos vegetales. Es conocido el hecho de que microorganismos del suelo, tales como los rizobios, pueden asociarse con algunas leguminosas.

Con estas bacterias la planta establece una simbiosis que conduce a la fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Las poblaciones de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* en el suelo están correlacionadas con la presencia de sus leguminosas hospederas, igualmente, las cepas efectivas de estos géneros favorecen el crecimiento de la leguminosa así como la fijación de nitrógeno y la producción de materia seca de ésta (Monsalud *et al.* 1992).

En el noreste del país, se le ha dedicado poca atención al estudio de las leguminosas (Estrada y Marroquín 1988), a pesar de estar representadas por un número extenso de géneros y de especies que constituyen las principales fuentes de alimentación tanto para el hombre como para diversos tipos de ganado, ya que éstas contienen un nivel aceptable de proteínas (Flores 1983).

Por otro lado, en el estado de Tamaulipas existe un reservorio natural, con gran diversidad de especies vegetales, denominado Reserva de la Biosfera "El Cielo" (RBC). Esta, cuenta con una extensión aproximada de 144,530 ha (Sosa 1987), ubicada en el suroeste de la entidad, en la estribaciones de la sierra Madre Oriental conocidas como sierra de Cucharas y sierra Chiquita. Comprende gran parte del municipio de Gómez Farías y ciertas extensiones de los de Jaumave y Llera. Está limitada por los paralelos 23°12' y 23°03' N, el meridiano 99°18' W y la curva de nivel de los 200 m snm al Este (Sosa 1987). Actualmente se dispone de información sobre los recursos vegetales de la RBC, producto de varios trabajos de investigación realizados por diferentes grupos. Se pueden mencionar, entre otros, a Valiente (1984), Puig *et al.* (1987), Tavera (com. pers.).

Sin embargo, estos documentos son de carácter botánico taxonómico, y no hay trabajos llevados a cabo en la RBC, en el que se haya

realizado un análisis bromatológico que muestre las propiedades alimenticias de las leguminosas de esa región, tampoco se conocen investigaciones sobre aislamiento y caracterización de cepas bacterianas, provenientes de nódulos radiculares de las leguminosas de esa zona. Con el propósito de contribuir al conocimiento y evaluación de los recursos naturales de la Reserva de la Biosfera "El Cielo" se planteó el presente trabajo de investigación, poniendo especial interés en el aspecto nutricional de estas leguminosas y las relaciones que pudieran presentarse entre estas plantas y microorganismos del suelo donde se desarrollan las mismas.

Metodología

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo un recorrido por varios tipos de vegetación dentro de la RBC. Se colectaron, en estos sitios, las leguminosas silvestres. Estas plantas fueron colectadas completas, incluyendo follaje y raíz, así como el suelo adherido a la misma.

En el laboratorio se procesaron tres tipos de muestras: follaje, raíz y suelo; se colectaron varias muestras de cada planta las cuales fueron prensadas y secadas, utilizándose claves botánicas para su identificación.

Para los análisis bromatológicos, las muestras fueron secadas en estufa a temperatura de 60°C durante tres días, tiempo en el que se obtuvo peso constante. Posteriormente, las muestras se molieron y tamizaron, pesándose las cantidades establecidas para cada determinación. La parte de la planta, considerada para este análisis fue el follaje, utilizándose para tal fin las técnicas recomendadas por la AOAC (1970).

Los nódulos presentes en las raíces de las leguminosas silvestres colectadas fueron separados, desinfectados superficialmente y utilizados para el aislamiento de las bacterias. Los medios de cultivo empleados para este fin, fueron: Extracto de Levadura-Manitol, Agar Rojo Congo (EL-MARC) y Extracto de Levadura-Manitol agar (ELMA) según Vincent (1975).

El aislamiento se llevó a cabo macerando los nódulos desinfectados, utilizando el exudado de los mismos como inóculo para sembrar en el medio de cultivo ELMARC; se incubó a temperatura de 26 ± 4°C y se realizaron cultivos sucesivos hasta obtener cultivos axénicos. Para diferenciar a las cepas de *Rhizobium* / *Bradyrhizobium* de *Agrobacterium*, se sembraron los cultivos en el medio Glucosa-Peptona-Agar (Vincent 1975).

Con la finalidad de ubicar dentro del grupo de *Rhizobium* o de *Bradyrhizobium* las cepas bacterianas aisladas y reconocidas como rizobios, fueron sembrados en medio Extracto de Levadura-Manitol-Agar-Azul de Bromotimol. Es importante mencionar que además se consideró, para tal diferenciación, el tiempo de crecimiento de las cepas en el medio ELMA.

Resultados

Con respecto a la identificación taxonómica de las leguminosas silvestres colectadas, sobresale la presencia de cuatro géneros de *Desmodium*, dos de ellos clasificados hasta especie. Dos especies de leguminosas constituyen nuevos registros para la Reserva de la Biosfera "El Cielo", *Caesalpinia pulcherrima*, (Fig. 1) y *Desmodium paniculatum* (Cuadro 1). Todas las especies de leguminosas incluidas en este estudio, son de distribución tropical, lo cual concuerda con la zona donde se colectaron (entre los 400 y los 700 m snm), con un tipo de vegetación de bosque tropical subcaducifolio. Las especies del género *Desmodium* y *Phaseolus coccineus*, son comunes en áreas de vegetación secundaria (Johnston et al. 1989).

Con respecto a la identificación de las bacterias aisladas a partir de nódulos presentes en las plantas, se obtuvieron dos cepas con características diferentes y provenientes de *Desmodium tortuosum* y de *Desmodium* sp., (Fig. 2). Se obtuvo la cepa 4 (C-4), que fue aislada de nódulos presentes en las raíces de *Desmodium tortuosum*; produce, en ELMARC, colonias incoloras, redondas, convexas, de aproximadamente 1 mm de diámetro, constituidas por bacilos cortos Gram negativos. Tiene un crecimiento rápido en este medio (de 24 a 48 horas), produce acidez en Extracto de Levadura Manitol Agar Azul de Bromotimol. Esta cepa no creció en el medio de Glucosa-Peptona-Agar. Estas son características propias del género *Rhizobium*.

La cepa 6 (6-C) aislada a partir de *Desmodium* sp, produce colonias redondas, convexas, incoloras en ELMARC, 0.5 a 1 mm de diámetro, formadas por bacilos cortos Gram negativos; su crecimiento es rápido (de 24 a 48 horas), en el mismo medio. Tampoco se observó crecimiento en el medio de Glucosa-Peptona-Agar. Produce acidez en el medio ELMA-AB. Por estas características se le ubica en el género *Rhizobium*. En el Cuadro 2, se observan los resultados de los análisis bromatológicos a los que fueron sometidas de las muestras de follaje de las leguminosas silvestres colectadas.



Figura 1. *Caesalpinia pulcherrima* leguminosa colectada en el bosque tropical subcaducifollo.

Cuadro 1. Leguminosas silvestres colectadas en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

No. de Muestra	Nombre Científico
1	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L) Sw.
2	<i>Ramirezella nitida</i> Piper
3	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.
4	<i>Desmodium paniculatum</i> (L.) DC.
5	<i>Desmodium</i> sp.
6	<i>Desmodium</i> sp.
7	<i>Phaseolus coccineus</i> (L)
8	<i>Centrosema</i> sp.



Figura 2. *Desmodium* sp. colectado en la Reserva de la Biosfera El Cielo.

Cuadro 2. Se presentan los contenidos, porcentajes, de los constituyentes principales de las leguminosas silvestres colectadas en la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Muestra	Cenizas	Nitrógeno	Proteína	Fibra	Grasa
1	3.06	1.016	5.80	65.4	1.58
2	10.13	2.4352	13.90	35.76	4.06
3	9.15	2.8864	16.48	34.13	3.69
4	7.15	1.5312	8.74	33.71	2.37
5	5.32	1.8352	10.47	39.47	2.46
6	6.25	1.7312	9.88	50.54	2.25
7	11.37	2.3312	13.31	27.79	2.77
8	11.73	1.6672	9.51	49.02	3.57

Con respecto a las proteínas presentes en el follaje de las especies encontradas, el contenido más alto se obtuvo en la muestra 3 con 16.48%, que correspondió a *Desmodium* sp. El segundo lugar de contenido proteico correspondió para la especie *Ramirezella nitida* con 13.90%, hasta llegar a *Desmodium paniculatum* con 8.74%. En general, las muestras analizadas presentaron un buen contenido de proteínas, en valores que variaron de 5.80 al 16.48%. Para calcular estos porcentajes, se empleó el factor 5.71 propuesto por FAO/OMS (Hernández *et al.* 1972), que es utilizado específicamente para leguminosas.

El porcentaje de cenizas varió de 3.06 en *C. pulcherrima* hasta 11.73 en *P. coccineus*. Este parámetro registra el contenido de minerales de la planta. Con estos resultados consideramos que los valores obtenidos de las especies analizadas se distribuyen en el promedio de los requerimientos nutricionales para otras especies (Flores M. 1983).

La concentración de grasas en las plantas estudiadas varió de 1.58 a 5.48%, superando en este parámetro, a otras leguminosas reportadas en la literatura y que son utilizadas como alimento para el ganado.

En general, los resultados obtenidos del análisis bromatológico de estas leguminosas silvestres son, en algunos parámetros, semejantes a los de otros géneros de plantas de la misma familia que son citados en la literatura (Flores 1983). Sin embargo, es remarcable que en otros los superan, por ejemplo, en la concentración de proteínas. Esto resulta interesante desde la perspectiva nutricional, ya que es frecuente el uso de leguminosas como alimento para el hombre y/o el ganado, ya sean aisladas, mezcladas con gramíneas o en forma de heno.

Un dato importante de apuntar, es que no se han encontrado registros que indiquen que las plantas analizadas contengan sustancias tóxicas para el hombre o el ganado. Lo cual ofrece un campo promisorio para investigaciones futuras que sean direccionadas sobre nuevas alternativas alimenticias. Esto reforzará más aún, la tarea de la conservación de la biodiversidad en un área tan importante como es la Reserva de la Biosfera "El Cielo".

Literatura citada

- Association of Official Agricultural Chemists.** 1970. (AOAC): Method of Analysis. Ed. AOAC.
- Aykroyd, W.R. y J. Doughty.** 1964. *Legumes in human nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Estrada, A. y J. Marroquin.** 1988. Leguminosas de Nuevo León. *Reporte Científico No. 9*. UANL, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, N.L., México.
- Flores, M. J.** 1983. *Bromatología Animal*. 3a. Edición. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. pp. 37-53.
- Hernández, M. A. Chávez y H. Bourges.** 1972. Valor nutritivo de los alimentos Mexicanos. *Publicaciones de la División de nutrición L-12*, 8a. Edición. Instituto Nacional de la Nutrición, México. pp 3.
- Johnston, M.C, K. Nixon, G.L. Nesom y M. Martínez.** 1989. Listado de plantas vasculares conocidas de la sierra de Guatemala, Gómez Farias, Tamaulipas, *Biotam* (2):2 pp. 21-34.
- Monsalud, R.G., O.S. Sabiano, N.U. Trillana y J.C. Lancerar.** 1992. Comparison of competitiveness, N₂ fixation and persistence by *Centrosema Rhizobium* sp in grassland soil. *Philippine Agriculturist*, Philippine. 74 (4):489-497.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa,** 1987. *El bosque mesófilo de montaña*. Inst. de Ecología, A.C. Ed. I.E.A.C.
- Sosa, V.** 1987. Generalidades de la región de Gómez Farias. En: *El Bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. Inst. de Ecología, A.C. México, pp. 15- 28.
- Valiente, A.,** 1984. *Análisis de la vegetación de Gómez Farias, Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, UNAM.
- Vincent, J.** 1975. *Manual práctico de Rizobiología*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

64. Ecotourism, demand and supply

Scott Walker

University of San Marcos
San Antonio TX, U.S.A.

Abstract

El ecoturismo como una disciplina, es de reciente creación. Los actores involucrados en esta actividad, tales como propietarios, diseñadores y personal técnico de planeación actúan más por intuición que por un análisis científico que permita crear del ecoturismo una fuente de desarrollo sostenible. Los detalles técnicos sobre la oferta/demanda de bienes y servicios deben de ser cuidadosamente analizados, para llegar a hacer de esta actividad una industria exitosa. En el presente estudio se analizó las demandas típicas de los visitantes de la RBC, a través de encuestas realizadas durante los seis meses de mayor demanda turística. Estos cuestionarios permitieron conocer cuales son los suministros y demandas más apremiantes en el trayecto de mayor recorrido de la Reserva durante 1997. Se incorporan en el estudio algunas observaciones realizadas por turistas, así como entrevistas informales para conocer a detalle cuáles deben de ser las condiciones mínimas de bienes y servicios para hacer de esta actividad una fuente sostenible dentro de la Reserva El Cielo.

Introduction

Typically, owners, planners, and designers in ecotourism development have relied more on intuition and tradition than on research for land use decisions. Ecotourism development in protected areas requires integrated decision making and planning among land managers, host communities, and developers (A. Woodley 1993, Slocumbe 1993, Mitchell 1994). These plans must remain within the limitations dictated by the local ecosystem (S. Woodley 1993). To develop a sustainable protected area for ecotourism local supply and demand by tourists must be understood by and planned for among all the interested parties. Otherwise, incremental, unplanned development takes place and the option of developing the area sustainably is lost forever.

Ecotourism Development Model

Various models exist for development in protected areas. The general model described here integrates existing tourism, ecotourism, and

resource protection models or development processes found throughout the literature (Fig. 1).

"Impact Awareness" is conducted to find out if those who hold stakes in a protected natural resource area are aware of the potential impacts, both positive and negative, of tourism development. The "Preliminary Research" phase parallels Wolfe's (1964) outdoor recreation model consisting of demand and supply, with the geographical concepts of origin, destination, and linkages.

It is important to identify the demand of the tourist and determine if the supply of the destination meets that demand. Once stakeholders make that identification they can determine what actions or adjustments must take place to meet the tourism development goals of the interested parties. Once the actions have been identified, the stakeholders should determine who is responsible for which actions, identify the local resources and then develop solutions. Solutions will consist of the development of policy, projects, and programs. Upon the implementation of any of these three types of solutions, stakeholders should continually evaluate the effectiveness of their solutions and make appropriate changes as needed.

Demand

Demand is a well-defined part of the tourism planning process. Bargur and Arbel (1976) go so far as to state that supply-demand relationships are the "cornerstone" of planning in the tourism industry. However, the concept of demand is broad and the term "demand" is used loosely to mean anything from macroeconomic demand, to microeconomic demand, to tourism need. A study of demand in one definition indicates the forecasting of demand in terms of visitor numbers as related to cost (Clawson & Knetsch 1966), while others consider demand as the need for a recreational experience in a particular place (Mitchell 1991). The difference between tourism and many other economic activities is that in tourism people flow to the consumable rather than the consumable flowing to them. Hence, when people begin to gather at a place, some form of planning or management is necessary to optimize the

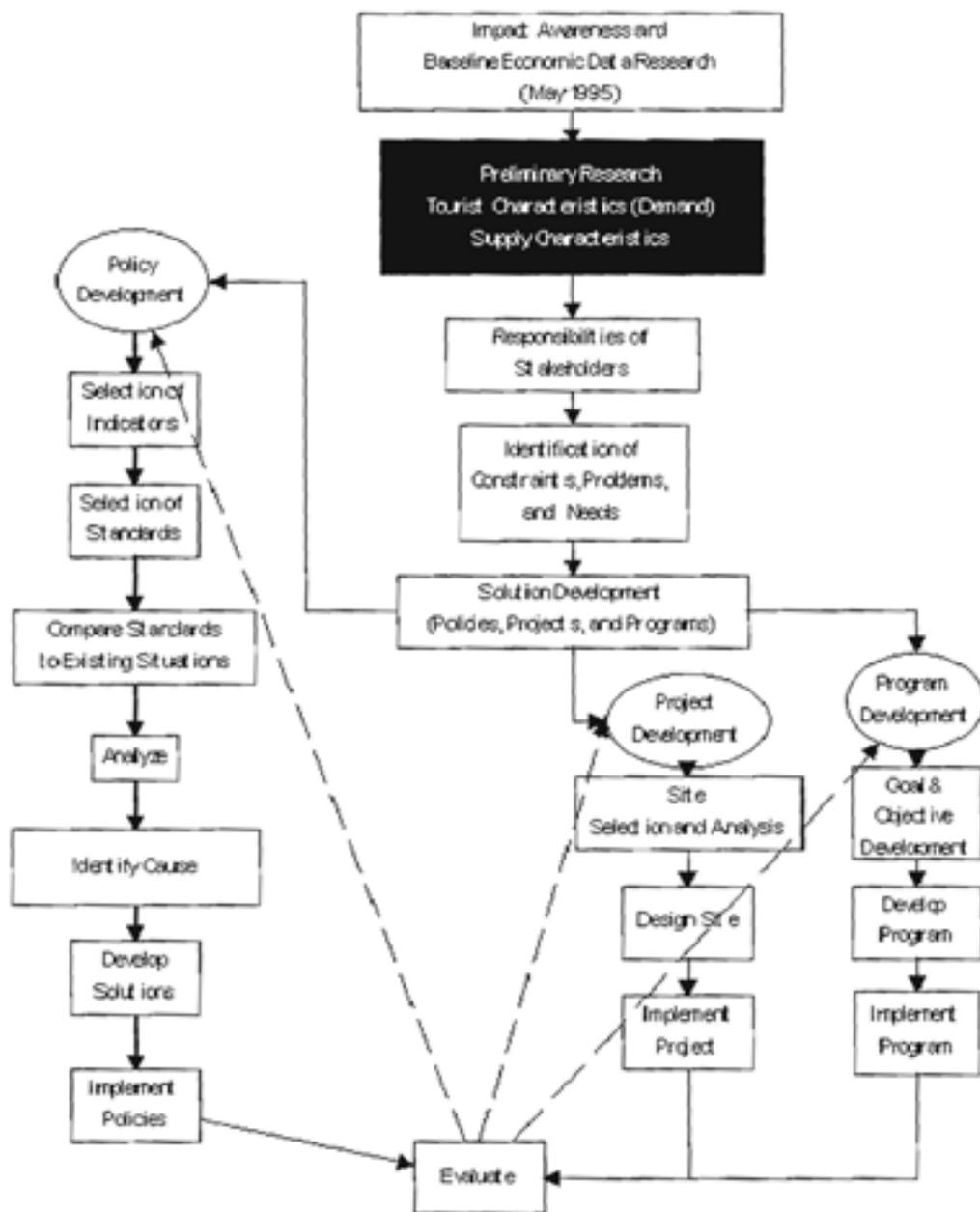


Figure 1. General ecotourism development model.

benefits of that place. The distribution of facilities, opportunities, and sites should be based upon tourist demand, current demographic analysis, and the projection of the characteristics of the population.

Given empirical information about tourist demand based on population and demographics, analysis of demand relationships can help identify four aspects of planning. According to Bargur and Arbel (1976), these four aspects are:

- 1) Identifying the optimal levels of output on a local, regional, or national scale (number and type of tourists the economy is willing to support.)
- 2) Identifying the inputs needed to meet the output levels (scope and categories of services and activities.)
- 3) Selecting activities and services a site can profitably develop, given constraints and features of the site.
- 4) Distributing activities across seasonal limitations.

Looking at demand from a different point of view, Clawson and Knetsch (1966) stated that if an opportunity exists and people are given a free choice, many would spend some time and money in the pursuit of recreation. Since tourism is a consumer activity based on demand, there is a basic need to understand why people travel for pleasure or recreation. Social anthropologists have placed recreational need in the general category of integrative need just behind primary need (food, water, defense) and derived need (social control, education, language) (Mercer 1973).

Shivers and Hjelte (1971) support Mercer by stating that recreation is a "basic human need" and is an "integral part of all social behavior." Piddington (1950), a social anthropologist, states that all societies demonstrate an existence of integrative need and this need is intertwined in a complex relationship with primary and derived need. In the late 1960's and early 1970's, authorities associated with leisure and recreation began to set standards for recreational places based on their perceptions of human need (Mercer 1973). The standards for places where tourists gather, seeking to fulfill their integrative needs, are usually set as ideal "detached academic pronouncements" by recreation experts (Mercer 1973). Mercer argued that these standards are based on hunches, myths, and beliefs, not on research. Yet the "expert's" point of view became accepted and institutionalized.

The foundation of recreation and tourism planning should be based on the demands set forth by a holistic set of human characteristics which include: occupation, age, sex, race, religion,

ethnicity, values, experience, education, political influence, socio-economic status, and physical ability (Shivers & Hjelte 1971).

This study was designed to let the consumer, or tourist population, guide the standards, yet allow the local community to anticipate and prepare by first becoming aware of the tourist's demand.

Supply

Supply, in the context of this study, can be defined as a point of destination where demand may be fulfilled. These supply places, or points of destination, exist due to demand that cannot be satisfied at the point of the tourist's origin (Mitchell 1991). Tourism supply is anchored in two principles: one is a service to provide for the demands of tourists and the other is a site or location that attracts the tourist (Mitchell 1994). In planning recreational places, the location, or site, often becomes the most important factor, although it is only a part of the formula (Clawson 1963). Gunn (1972) classifies supply to meet the tourist's demand into five categories: 1) transportation linking the market to the site, 2) the gateway where information is dispensed, 3) a settlement providing goods and facilities, 4) recreation opportunities and attractions,

and 5) a network connecting the above categories.

Furthermore, the site attracting the tourist can be broken down in three categories (Clawson & Knetsch 1966): 1) user-oriented, 2) resource-based, or 3) intermediate areas.

User-oriented areas are typically near the tourist's home and are readily accessible. These are city parks, playgrounds, and small urban-recreation areas. Resource-based areas are dominated by some outstanding physical resource, such as mountains, the desert, or an ocean. These places may be a considerable distance from the visitor's home. Both money and time must be spent to enjoy these places. Intermediate areas are somewhere in between the above two. They are usually no more than two hours away from home by car and are considered day-use or weekend-use areas.

Tourism Matrix

Mitchell (1994) developed a tourism supply and demand matrix that he calls "a geographer's guide to the investigation of tourism" (Table 1). This matrix is designed to devise research questions and concentrate research efforts, as well as view

Purpose Intention Motivation	Demand Origin CELL 1 Demand and purpose. Smith refers to this concept as "Defining the Person" (1989, 18). What is the profile of the tourist or potential tourist? What intentions, purposes, and motivations drive the tourist? What values does the tourist have that justify their demand?	Supply Destination CELL 2 Supply and purpose. This concept concerns the plans and motivations of those supplying the tourist's experiences. What are the objectives and incentives of the providers? What values guide the providers? What management philosophies are followed?	Consumption Linkage CELL 3 Consumption and purpose. Consumption is the level of satisfaction the tourist needs or wants. Have the tourists been satisfied? How many tourists are attracted? Can the consumption be increased? What impacts do the networks of transportation, communication, and destinations have on consumption?	Directives Ideology
Structure Categorization Stratification	CELL 4 Demand and structure. This cell expands further on the demands of the tourist. What are the socioeconomic attributes of the tourist? Do socioeconomic variables lead to a hierarchy of demands? How are attractions perceived by the tourist?	CELL 5 Supply and structure. Which demands are catered to at a particular destination? Are scarce resources managed to meet the needs of the tourist and the supplier? Does the specific destination fit into a regional pattern? Are the destination businesses complementary or competitive?	CELL 6 Consumption and structure. What is consumed at the destination? What infrastructure is needed at the destination? Which tourists utilize a particular destination? Are there any policy implications for leaders and managers concerning the consumption of services and goods related to tourism?	Activity Facility Institution
Distribution Site Situation	CELL 7 Demand and distribution. This concept can be compared to Smith's analyses for "Defining and Describing the Trip" (1989, 26). Are there spatial patterns in the tourist's origin? Is there a relationship between the distance traveled and destination?	CELL 8 Supply and distribution. What criterion are used to locate tourist-oriented destinations? Is supply distributed in a fashion that serves to benefit the tourist and the provider? in the destination?	CELL 9 Consumption and distribution. What is the image of the destination? Is the destination authentic or does it reveal a staged authenticity? What transportation modes are used to arrive at the destination? What are the patterns of tourist activity	Environment
Directives	Perception Cognition Behavior	Management Resources Land Use	Interaction Transportation Participation	

Table 1. Tourism supply and demand matrix.

combinations of applications. The rows and columns represent concepts, while the individual cells represent a research concentration. The tourism matrix is both a dynamic and flexible tool for conceiving research endeavors.

In addition to any combination of cell by cell analyses, a row or column can serve as a starting point for tourism analysis. The main point(s) for each row or column are summarized at the end of that row or column under the title "Directives."

Furthermore, columns and rows can be combined and studied for a more complete picture of the tourism activity in a place. This study was a preliminary demand/supply study. It incorporated aspects of each of the nine cells in the tourism matrix in order to aid in the development of a complete picture of the demands tourists make in the study area. However, the primary focus is on columns one (demand) and two (supply). I used these columns to aid me in deriving general questions to use in the survey instrument I developed for this investigation. Likewise, I used it to guide me in organizing the qualitative aspects of the study and the structure of the analysis and final discussion. I found the tourism matrix to be a good tool for the application of theoretical demand and supply concepts.

Visitation

While the state government research station at El Canindo had reported an annual visitation level of 5,000 people to the station in 1993, total visitation to the Reserve is unknown since day-use visitors and those not staying overnight in the research station have never been counted or surveyed. Research station visitor-use statistics compiled by SEDESOL in 1993 show that 61% of the visitors are tourists, of which 10% are foreign and 90% are Mexican. Students make up 23% of the visitation, while researchers make up 16% (Zambrano 1994). The origin of the students was left undetermined.

Local Economics

Timber cutting was the historical economic activity in the area. In 1985, when the area became protected, large-scale timber cutting ceased. The halt in timber cutting left many residents in the Reserve unemployed. In 1995, nearly 70% of the Reserve's permanent residents were unemployed (Ramírez 1995a). By the late 1990's the primary sources of income within the Reserve shifted to palmilla (*Chamaedorea radicalis*) harvesting. A 1995

study determined that the mean weekly household income in the ejido of Alta Cimas was \$107.65 (US \$14.00; June 1995 rate of exchange). Of this average, only \$14.23 (US \$1.85) or 1.3% is derived from ecotourism (Walker 1995).

In San José the mean weekly household income was \$243.75 (US \$31.75). Of this average, \$27.61 (US \$3.59) or 1.1% is derived from ecotourism (Walker 1995).

A more recent study I conducted of employment and income for women participating in the cooperative El Grupo de Mujeres de la Reserva Biosfera El Cielo indicated a shift toward ecotourism as a stable source of income in Alta Cimas. Women participating in the cooperative self-reported monthly contributions to their families of up to \$200 (US \$27; August 1999 exchange rate) per month. This is over and above their husband's incomes, with the cooperative members reporting annual average earnings of \$150 (US \$16) per month.

This shift in income source can be attributed to the increase of community infrastructure development related to ecotourism services in Alta Cimas and El Cielo Biosphere Reserve in general. However, increases in supply, which are a direct lead to income and the stability of the same, must be balanced with the demand of the tourist and the ability of the resource to sustain impacts of tourists.

Research Questions and study methods

Two primary questions were asked in this study: What is the demand for ecotourism in El Cielo and by whom? Does the supply meet the demand?

Relevance of the Research

Casual and fragmented tourism development potentially leads to resource decline, conflict among interested parties, and disappointing results for tourists and entrepreneurs (Gunn 1994). By first identifying and understanding the demands and supplies of this area, stakeholders can plan development in such a way that negative environmental, social, and economic effects are minimized while the positive effects are maximized. With proper planning based on local participation, this Reserve could become a model for the development of protected areas.

Study Site

The Alta Cimas area served as the primary focus of study. Alta Cimas is a natural gateway and

gathering point in El Cielo. It is located along the only easily accessible road into the eastern Reserve and it maintains a store and gate where tourists stop.

Study Method

Research Question 1: What is the demand for ecotourism in El Cielo and by whom?

During the peak visitation months of January, April, May, July, August, and December (Berrones 1996), a self-administered survey in Spanish and English was given to each group arriving in Alta Cimas. The survey was given each day during the six months. The unit of analysis was the visiting party. In most cases the visiting party also spends from a common source or income and this tends to be "the best measure for demand analysis" (Clawson & Knetsch 1966). After I conducted a pilot survey in September, 1996, I made adjustments in the survey instrument based on questions that appeared confusing, went unanswered, or were found to be misleading. The new, adjusted survey instrument was distributed to visitors from the local store/restaurant La Fe. I designed it to be filled out during the group's visit and returned upon leaving. The staff of La Fe, operated by El Grupo de Mujeres de Alta Cimas, managed the administration of the surveys. Visitors dropped completed surveys off in a large envelope at the store/restaurant or in a drop box located outside the gate of the store/restaurant.

The information I sought was based on Mitchell's Tourism Matrix. The numbers below, enclosed in parentheses, indicate the corresponding matrix cell.

Demographic Data Identification: The survey collected information concerning the demographics of the visiting population (cells 1, 4, 7).

Site Usage Identification: The survey contained a map of the Alta Cimas-San José area. The respondents were asked to track their travels within the Reserve on this map (cells 7, 9).

Transportation, Motivation, and Accommodations: The survey collected data concerning demand for and use of transportation, shelter, natural resources, services, attractions, and information that visitors need, want, and use (cells 1, 4, 7).

Visitor Spending Patterns: The survey identified spending patterns within the study area. (cells 3, 6)

self-completed questionnaires such as the one used in this study have the advantage of being very efficient in terms of time, financial resources, and effort the researcher must put forth. Numerous responses can be collected in a short amount of time and minimal financial resources are needed since surveys can be distributed from a central location, filled out, and returned to the same location. Additionally, with proper coding, analysis time is short (Robson 1993). Moreover, Lindberg and Huber, Jr. (1993) recommend the use of collecting visitor statistic using surveys and they cite a successful case study in Costa Rica.

There are some disadvantages in using this method of data collection. First, the nature of survey research leads to limited, predetermined responses. While the researcher can gather data on visitor actions or behaviors, s/he cannot gather data on why the visitor responds as s/he does without further investigation. Second, demand may be underestimated by the tourists themselves (Lindberg & Huber, Jr. 1993), thus skewing the results. Third, in a purposive sample such as this, which is a form of a non-probability sample, the population is not randomly selected as called for in strict applications of sampling theory. Each element of the population should be given "a known nonzero probability of being selected into the sample" (Rossi, Wright & Anderson 1983) in a true probability sample. When a non-probability sample is used, general impressions are typically gathered, but not data open to "rigorous statistical testing" (Dixon & Leach 1984).

A purposive sample targets a category "of cases of interest to the researcher" (de Vaus 1991), in this case visitors to the Reserve. A purposive sample can also identify connections between aspects of tourism demand and the local supply (Dixon & Leach 1984). Furthermore, although validity cannot be tested, the use of a non-probability sample does not always produce invalid conclusions (Rossi, Wright, & Anderson 1983).

Research Question 2: Does the Supply Meet the Demand?

After the demand survey phase, the results of the tourist demand study were used as a basis for determining if the supply meets the demands required by the visiting population. In order to better understand the demand/supply relationship, a more inductive and ongoing qualitative field study focused on supply and linkages between supply and demand. The qualitative analysis comprised

observations of both tourists and residents, unstructured interviews with tourists, residents, and merchants, and event descriptions (Fox 1989).

Since qualitative research is a target for criticism, I used the following guidelines Maykut and Morehouse (1994) suggest to better ensure the credibility of the outcomes: 1) Multiple methods of data collection were used (as explained above), and 2) Checks with members of the research population were conducted to verify the reliability of the information collected.

Results and discussion

I compiled the results of the visitor survey and present below the descriptive statistics of El Cielo's visiting population. I present them in a loose correlation with Mitchell's Tourism Supply and Demand Matrix (Table 1). Following the initial descriptive presentation, I present a more exploratory secondary analysis that investigates numerous relationships based on the survey data.

Demographic Data Identification - Visitor Profile

Few visitors to El Cielo travel alone. Over 38% of the visitors travel with friends, while just over 31% travel with family. Over 28% visit as an organized group (Fig. 2). The majority of visitors travel in groups of two, yet the second most numerous group size contains more than 14 people (Fig. 3). I determined the age range of the typical El Cielo visitor from an age scale in the survey instrument.

I found that just less than one-third of the visitors were under 15 years of age. When considered in light of the above determination that most groups consist of more than 14 people, one can infer that most of the visitors to El Cielo are non-university student groups.

Observations of visitors and interviews with Reserve residents supports this presumption. Meanwhile, the second most common age group to visit is those between 31 and 35 years of age, showing up as 22% of the survey respondents (Fig. 4). The survey also measured the annual income range of El Cielo visitors.

The incomes, as presented here, reflect that of the unit of analysis in the study - the visiting party. This was the best income standard available and is supported by Clawson and Knetsch (1966, 296)

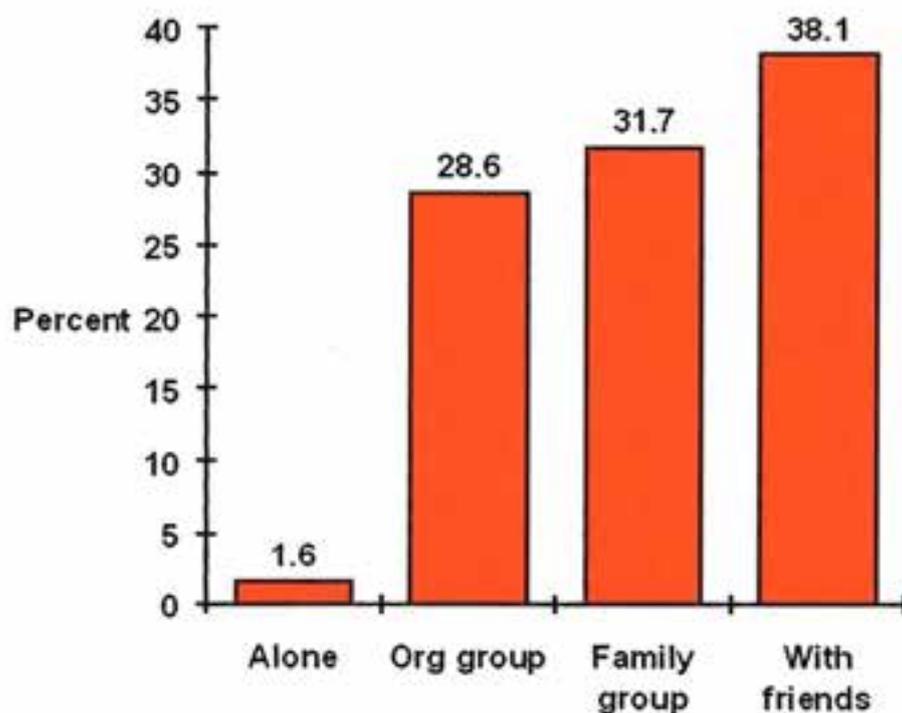


Figure 2. Group type (n=63).

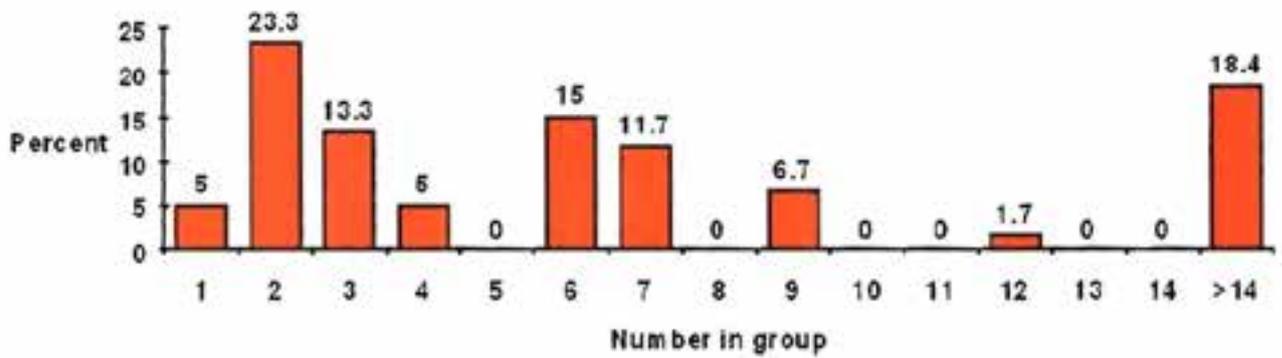


Figure 3. Number traveling in group (n=60)

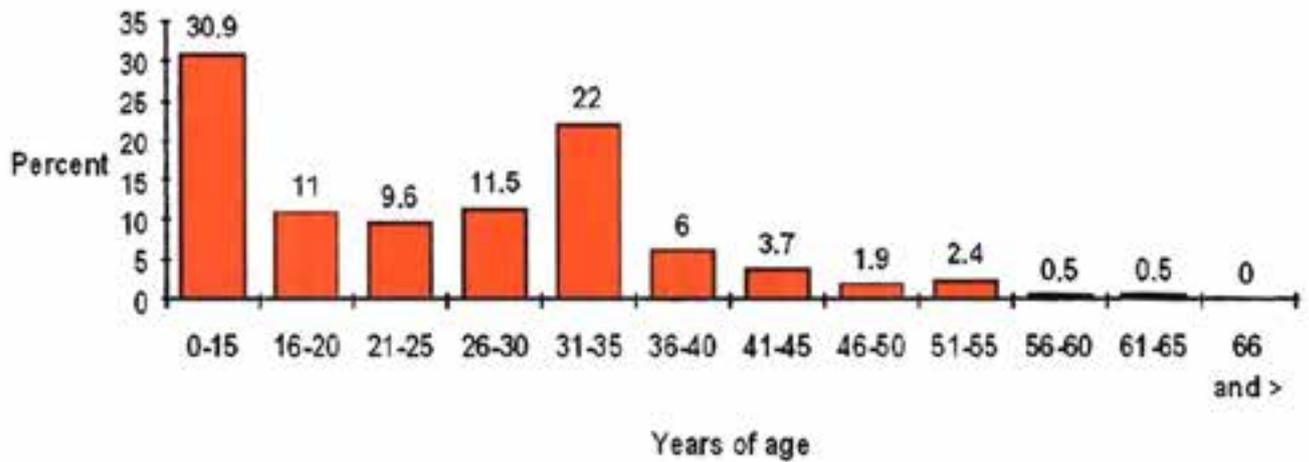


Figure 4. Age range (n=130).

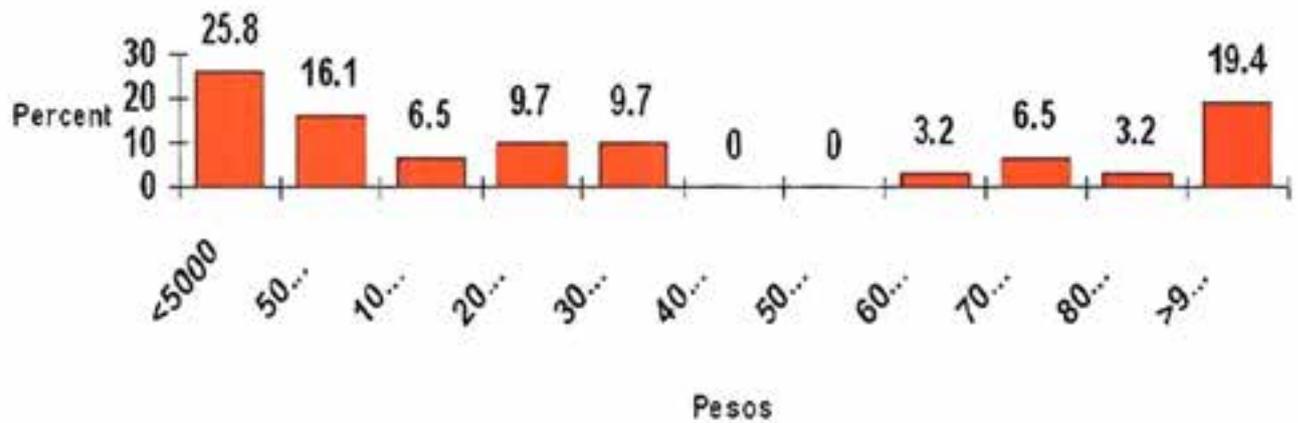


Figure 5. Annual income range of the visiting party in pesos (n=31).



Figure 6. Income range of the visiting party in dollars (n=8).

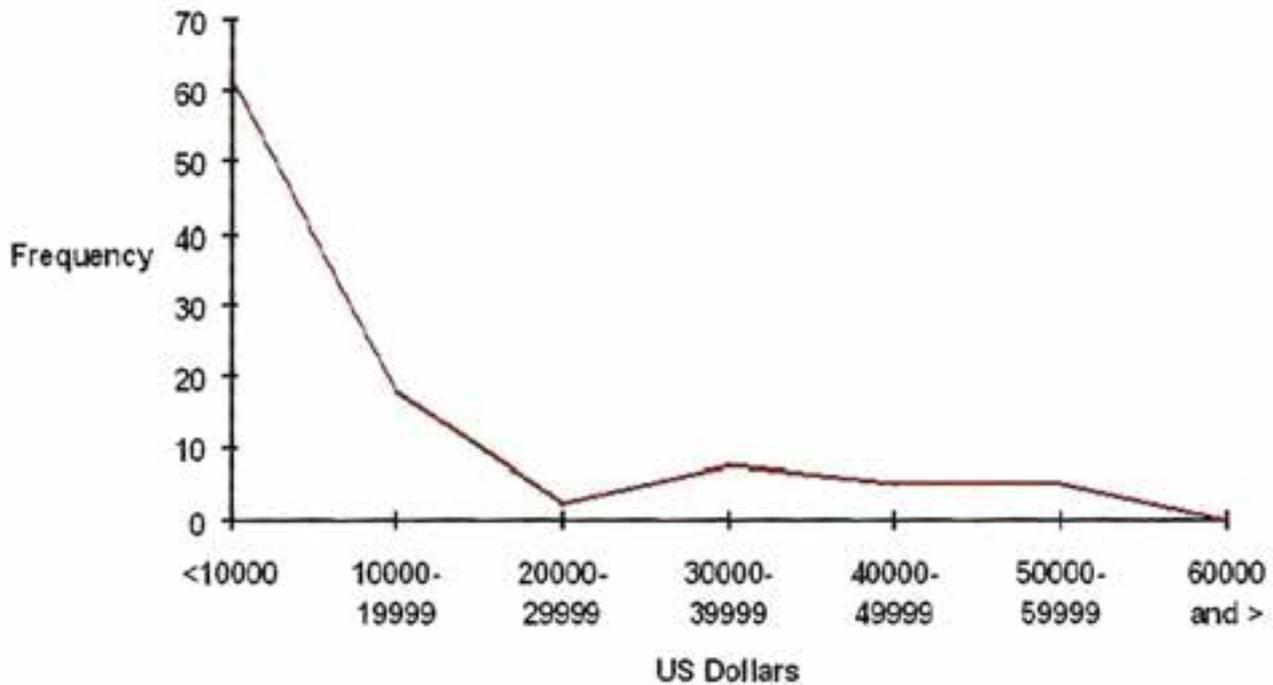


Figure 7. Annual income frequency distribution polygon summary (pesos converted to US dollar) (n=39).

as the "best measure for demand analysis." Further, since the income range of a person from the United States cannot be equally compared to that of a person from Mexico, income in pesos (Fig. 5) and dollars (Fig. 6) are presented separately.

They are again presented together with pesos converted to dollars as a frequency distribution graph to summarize the two variables (Fig. 7).

It should be noted that, since most visitors are 15 years old and under, many of the respondents did not have any income to report. However, a more significant variable, the estimated amount visitors spent each day during their visit, is explored later in this section under "Visitor Spending Patterns."

Demographic data identification - visitor distribution

The spatial patterns of tourist origin are measured and presented here. As expected, the majority is from Mexico, while one-fourth originate in the United States. Unexpected though, were the numbers of visitors, at 12.7%, from places other than the United States and Mexico (Fig. 8).

Other countries of origin included Bolivia, Canada, Italy, Nicaragua, Poland, Spain, Romania, and Russia. Nearly all of the respondents from countries other than the United States and Mexico indicated they were in the Reserve to do research. Likewise, they were typically traveling with large groups, suggesting that large groups from extreme distances are often university research groups.

To further define the spatial patterns of visitors, each respondent was asked to indicate the city of origin for his/her group. This data was then extrapolated to compare to Clawson & Knetsch's three types of recreational areas: user-oriented,

intermediate, and resource. Based on the geographical origin of respondents, a new variable was created to describe travel time: up to two hours, up to four hours, up to six hours, over six hours, and extreme. Up to two hours indicates an intermediate recreation area, over six hours indicates a resource area where the visitor must consider planning and financial resources.

Extreme, as found in the graph below indicates those visitors having to travel extreme distances to arrive in El Cielo (Fig. 9). These visitors were from New York, Florida, Canada, and Europe. The map below demonstrates the above graph in a spatial format where travel time can be noted from the point of view of a regional traveler.

It should be noted that Clawson & Knetsch's three recreational area designations may be slightly skewed for application in Mexico, due to roads that are not ideal for high-speed travel by automobile or bus. Also of note is that if the "greater than six hour" category were combined with the "extreme" category in Fig. 10, the percentage of visitors utilizing the Reserve as a resource area would total 32.7%. This would present a strong case for considering El Cielo a resource recreation area.

Site usage identification

One indicator of natural resource demand by site is how many times a group has visited previously, if at all. Visitors were asked if they had visited previously, and if so, how many times. Nearly 60% of the visitors questioned had never been to El

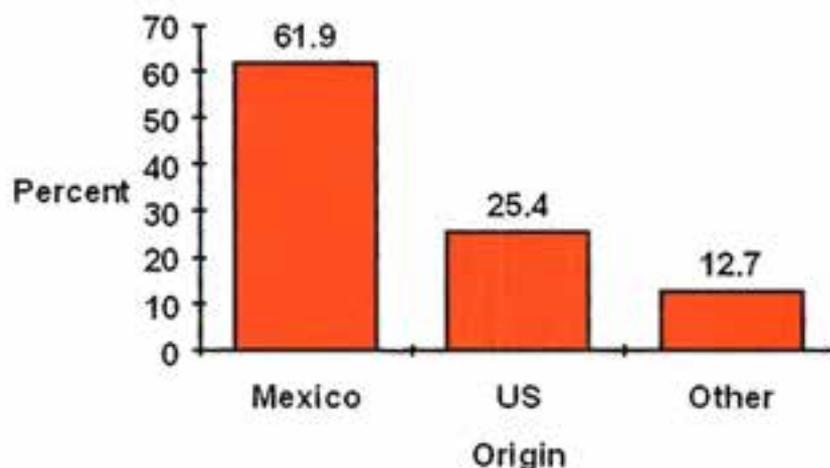


Figure 8. Country of origin (n=63).

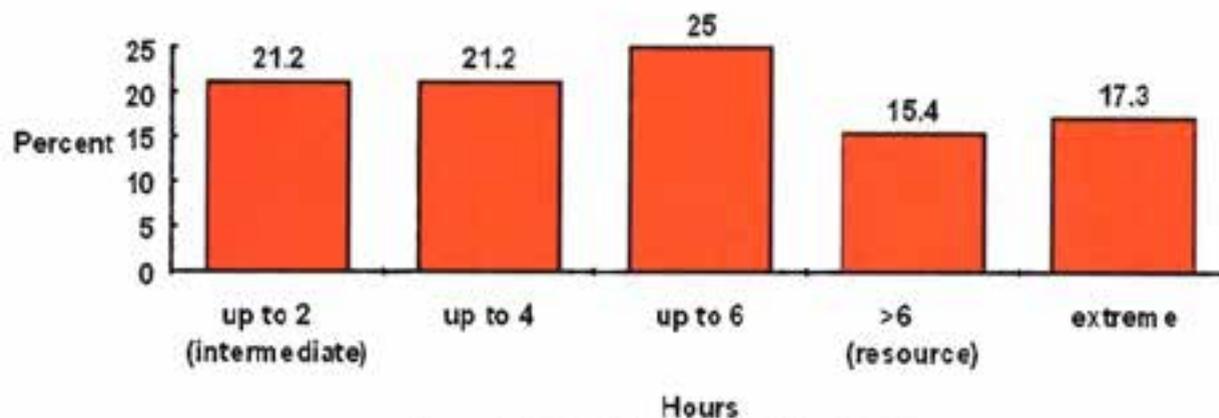


Figure 9. Travel time to El Cielo (n=52).

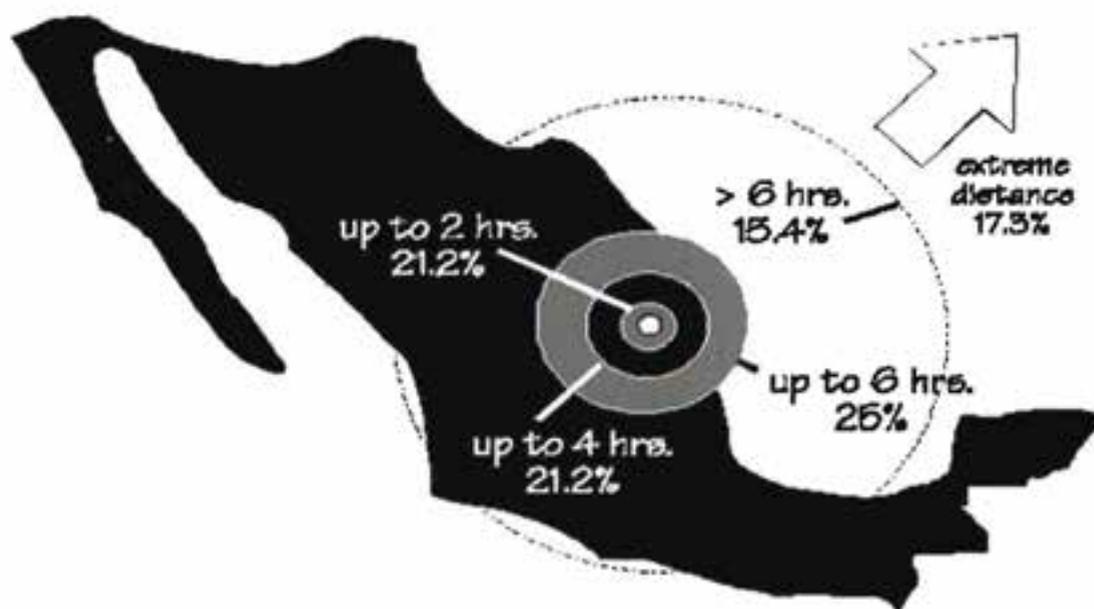


Figure 10. Travel time map.

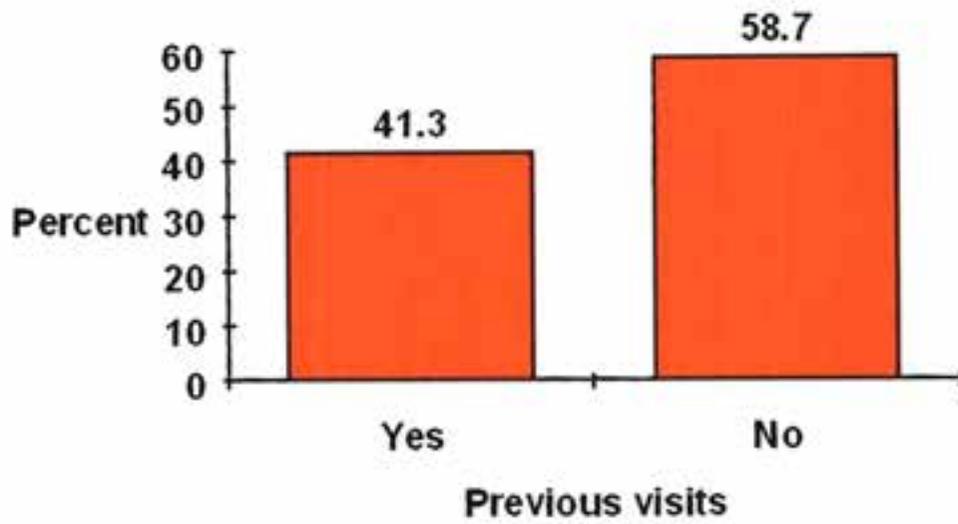


Figure 11. Previous visit (n=63).

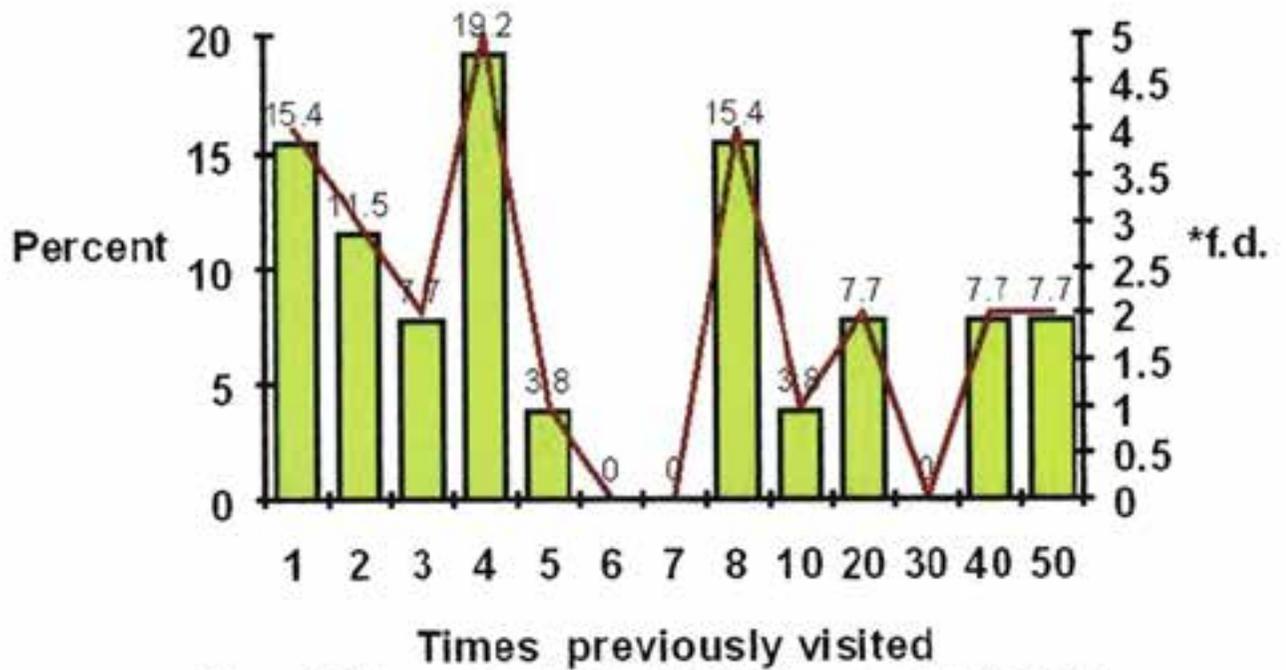


Figure 12. Times previously visited (n=26) *Frecuency distribution of n.

Cielo. Meanwhile, just over 41% had previous visits (Fig. 11).

Of those having previous visits, the majority had already visited four times, followed closely by those who had visited 8 times previously (Fig. 12). I added a frequency polygon below to clarify that those having visited 20, 40, and 50 times previously were minimal. In addition to previous visit analysis, the survey captured the number of days a group typically stayed in the Reserve during a visit. One-fourth of the visitors stayed for two days, while 20.6% stayed for less than one day, and another 20.6% stayed for only one day (Fig. 13). Given this information, one might consider the Reserve

as an intermediate recreation area where visitors usually just spend weekends, in contrast to the previous statement that the site could be considered a resource recreation area due to the distance visitors typically travel. Nevertheless, it appears that although most visitors take a long time to arrive in El Cielo, they only stay for a short period of time.

Site usage can also be measured by the spatial patterns of visitor travel within the Reserve.

Nearly half of the site visits in El Cielo are to Alta Cimas. Just over 27% of the visitation occurs

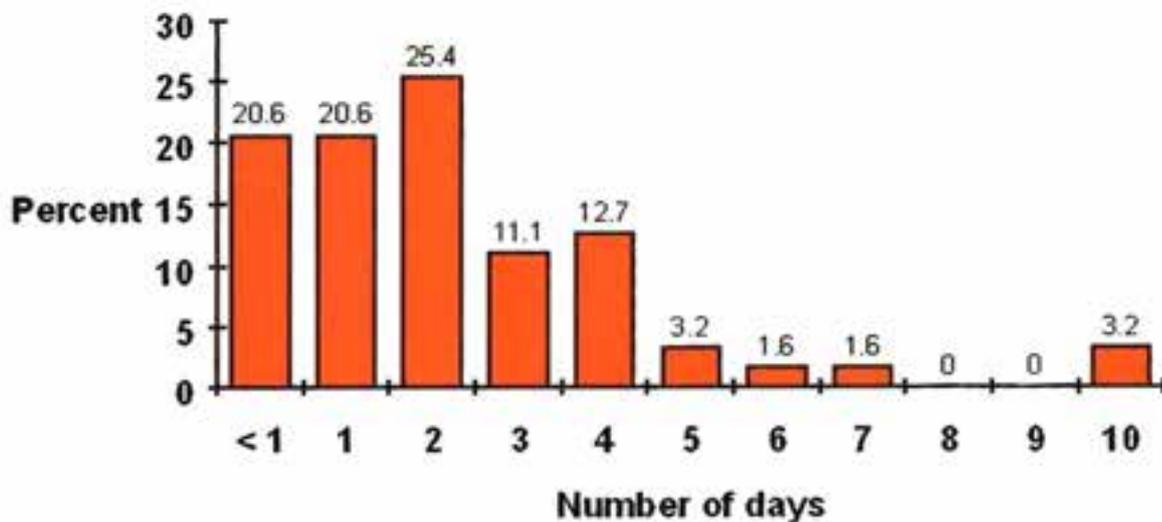


Figure 13. Number of days visited (n=63).

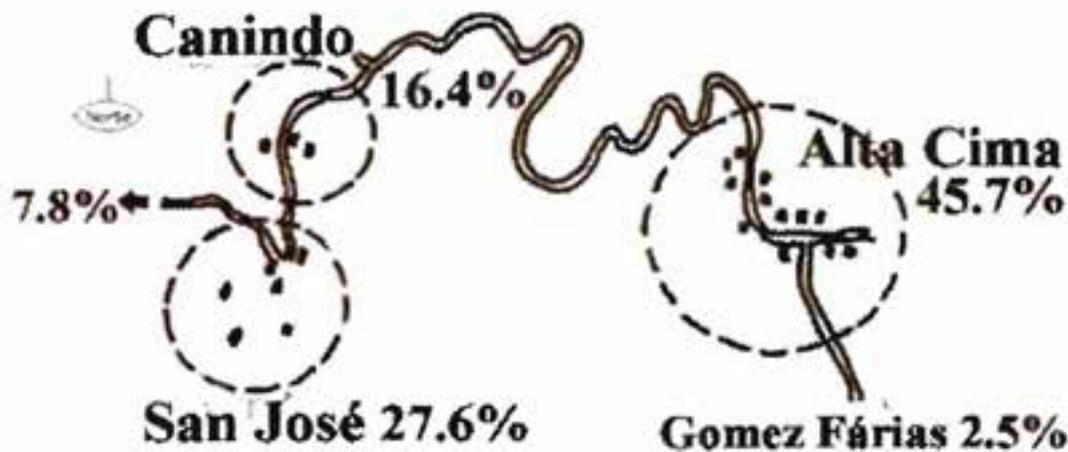


Figure 14. Site visitation (n=1169).

in San José, while 16.4% takes place at the Canindo Research Station. Even less visitation, 7.8% occurs beyond San José (Fig. 14). Thus, it is likely the majority of tourist demand will fall on the ejido of Alta Cimas.

Transportation, motivation, and accommodations

Also collected in the visitor survey were data related to demand for and use of transportation and shelter. Below is the summary of data captured on transportation used to arrive in the Reserve, why a group traveled to the Reserve, and what overnight accommodations they used, if any. Just over half (51.7%) of the visitors to El Cielo arrive by bus in Gómez Farías and then walk the remaining distance to Alta Cimas or beyond. On the other hand, 48.3% arrived by automobile (Fig. 15).

Nearly one-third (30.2%) of the El Cielo visitors came to backpack. Twenty-seven percent came for family vacations, while only 12.7% reported research/study as their primary motivation (Fig. 16). When visitor responses were tallied, 59% of the visitors indicated they were tourists. Of that number, 76% indicated their country of origin was Mexico, while 24% indicated they were from a foreign country (Fig. 17).

This statement is in slight contrast with the 1994, Secretariat of Social Development (SEDESOL) count of research station visitors that indicated 61% of the visitors were tourists and of that count, 90% were Mexican and only 10% were foreign (Zambrano 1994). Upon arrival in El Cielo, the visitor has few options for overnight accommodations. There is a rustic hotel in Alta Cimas consisting of basic rooms with window

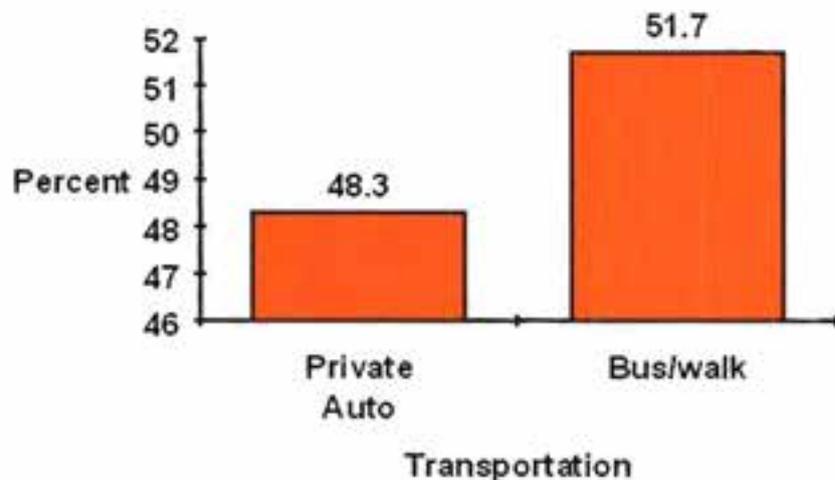


Figure 15. Transportation to El Cielo (n=60, standard deviation= 2.52).

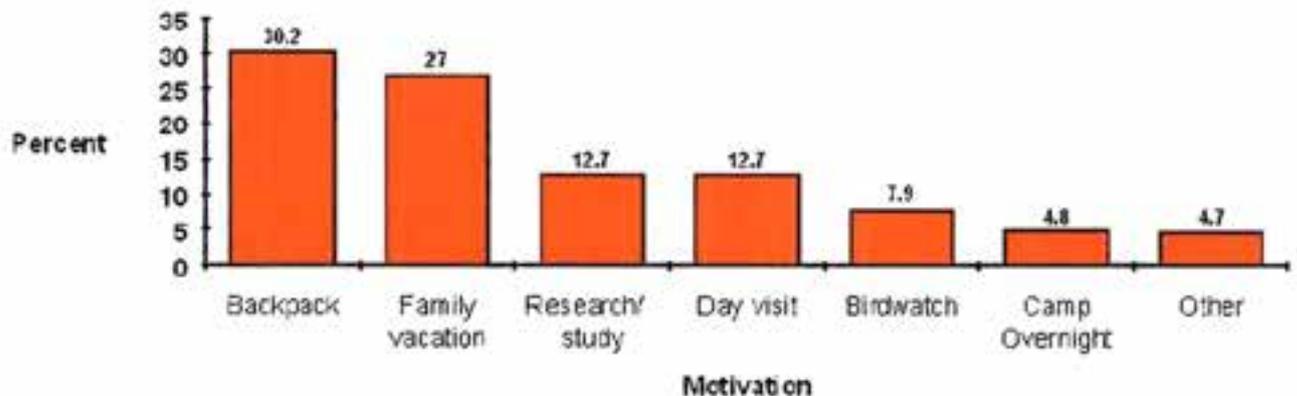


Figure16. Visitor motivation (n=63).

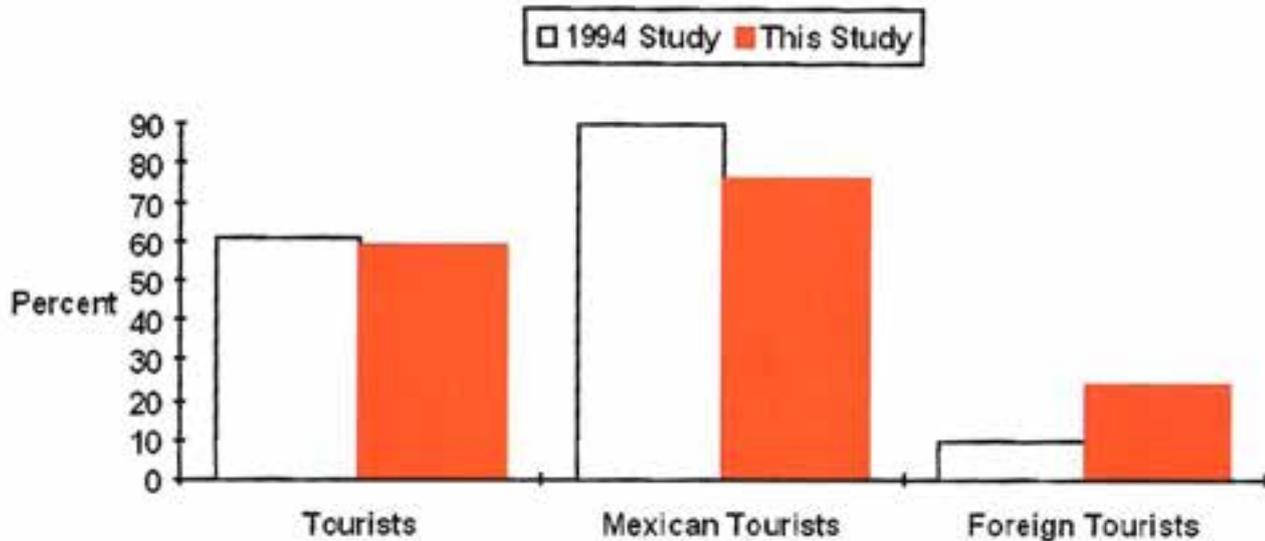


Figure 17. 1994 SEDESOL Study compared to this study.

screens, bath and toilet facilities. The alternative in Alta Cimas is to camp. Camping is available in a field near the hotel. A fee is charged, but campers have access to bath and toilet facilities.

Beyond El Cielo is a government research station with cabins.

Upon arrival in San José, the only way to overnight is by camping, **Fig. 18** presents the frequency of use of these, and other options for overnight stays.

Visitor Spending Patterns

Visitor spending patterns affect the social impacts and economic development of any isolated protected area, as well as the planning of ecotourism development activities. The amount visitors spend each day during their visit was explored in the visitor survey. Expenditure data were collected in both pesos and dollars and are presented as such (**Figs. 19, 20**). Likewise, pesos were converted to dollars and the two variables were combined to summarize the amount spent each day (**Fig. 21**). In this combined variable, it was determined that most visitors (63.3%) spend US \$19 or less, each day during their visit.

Secondary Analysis - Relationships

This section explores the relationships between visitor demographics and their hotel stays, lengths of stay, spending patterns, and geographical usage. In exploring these, several questions were asked, including:

- Is it likely that visitors with higher income tend to stay in the hotel/Canindo Station, rather than camp?
- What is the relationship between distance traveled and hotel stay?
- Do those with higher income tend to stay longer?
- What is the relationship between country of origin and length of stay?
- Is there a positive relationship between visitors who drive their own automobiles and higher spending?
- Is there a negative relationship between those who ride a bus and then walk and lower spending?
- What is the relationship between transportation mode and area visited?
- What is the relationship between reason for visit and areas visited?

Of the relationships tested, all had weak correlation coefficients (**Table 2**), indicating the lack of strong relationships between the variables compared. However, of the relationships tested, the strongest was the relationship between income in dollars and dollars spent per day, at a correlation

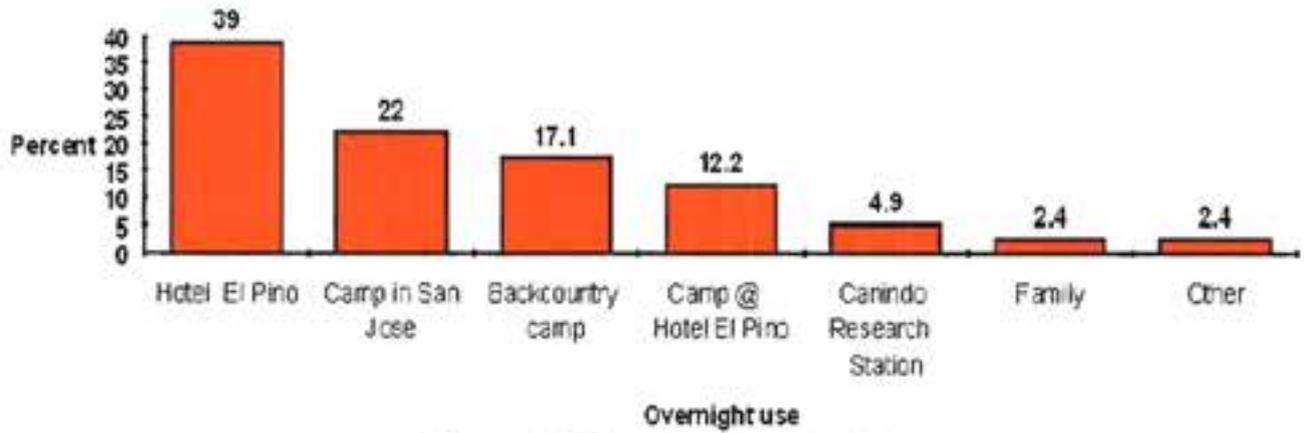


Figure 18. Overnight usage (n=41).

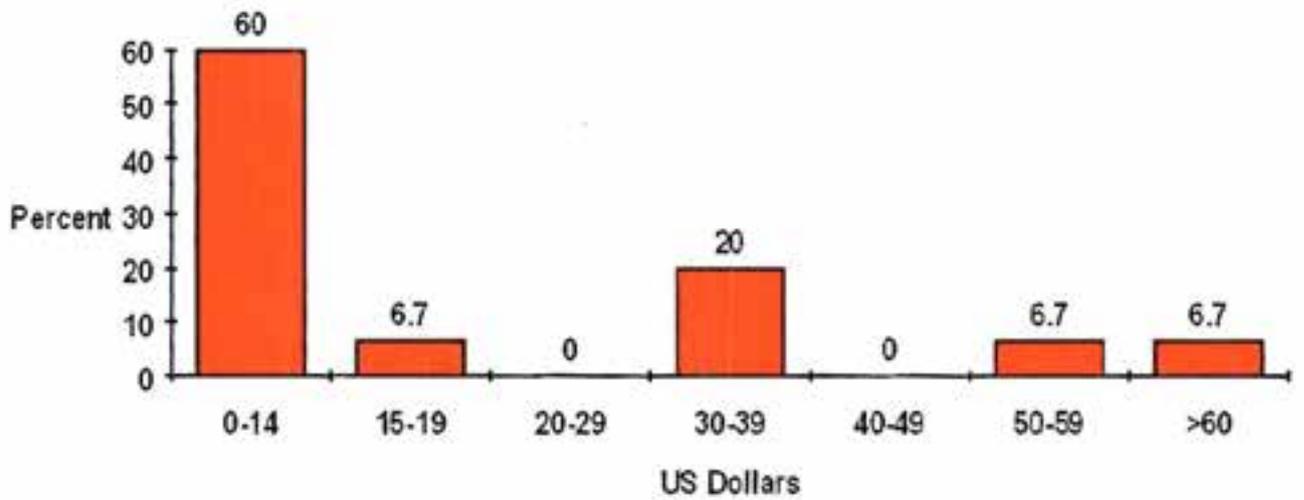


Figure 19. Dollars spent each day (n=15).

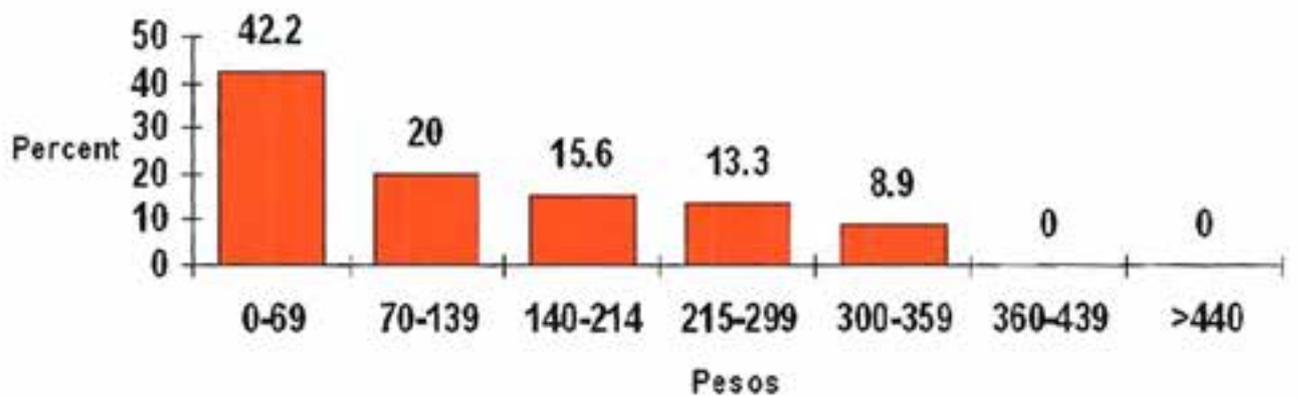


Figure 20. Pesos spent each day (n=45).

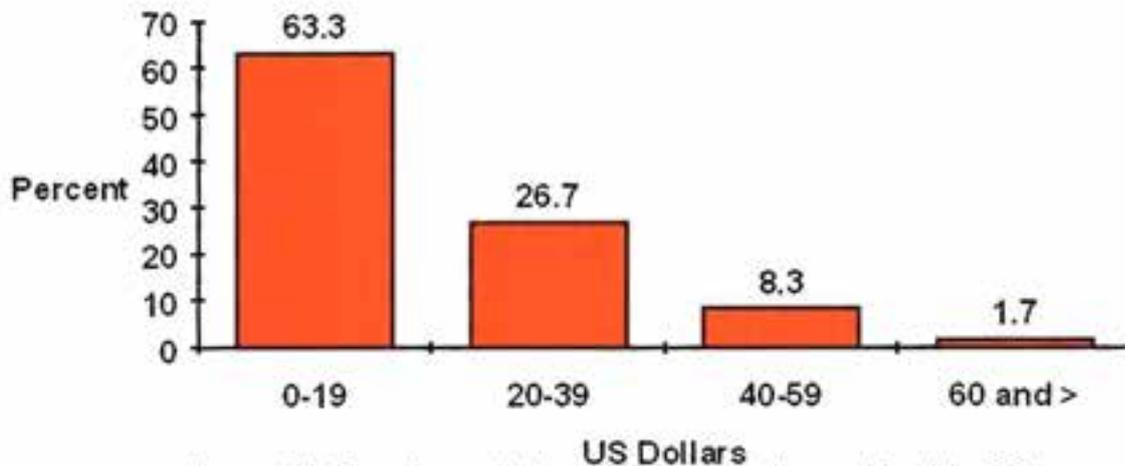


Figure 21. Spending each day, pesos and dollar combined (n=60).

Table 2. Correlation coefficient table.

	Hotel stay	Length of Stay	Spending	Area visited	
Income	-.0326 p=.848	-.0661 p=.693	Dollar	Canindo	San José-
			4662	-.1833	.2476
			Pesos	p=.530	p=.293
			.5038		
			p=.001		
Distance	.0140 p=.941	-.1447 p=.311	.2070	.0535	-.0349
			p=.141	p=.818	p=.847
Country of origin	-.1156 p=.495	-.1665 p=.196	.0444	.0535	-.0349
			p=.738	p=.818	p=.847
Transportation	.1000 p=.556	.1986 p=.119	.1198	.2278	.1795
			p=.366	p=.321	p=.310
Reason	.1798 p=.287	.2186 p=.085	-.0489	-.1266	-.1902
			p=.713	p=.584	p=.281

Data analysis for supply identification

of 0.4262. This suggests that visitors with a higher income in dollars tended to spend more per day during their visit. One might assume the same would be true for those earning and spending pesos, but it was not the case. The correlation between peso earning and spending was 0.5038, but with a confidence of only 0.001. Indicating an almost nonexistent relationship. I conducted no further exploration of these relationships due to the weak correlations and/or confidence levels.

The survey questions relating to supply allowed for a five-point scaled response. One equaled "strongly agree" with the adequacy of the supply topic in question, while five equaled "strongly disagree." A sixth response was available for "no opinion." I calculated the arithmetic mean of the responses and listed them in Fig. 22.

I used this method strictly to categorize and identify demand/supply relationships. No quantifiable causal pathways or linkages were identified and the evaluation was based solely on the perspective of the tourist. Room was available

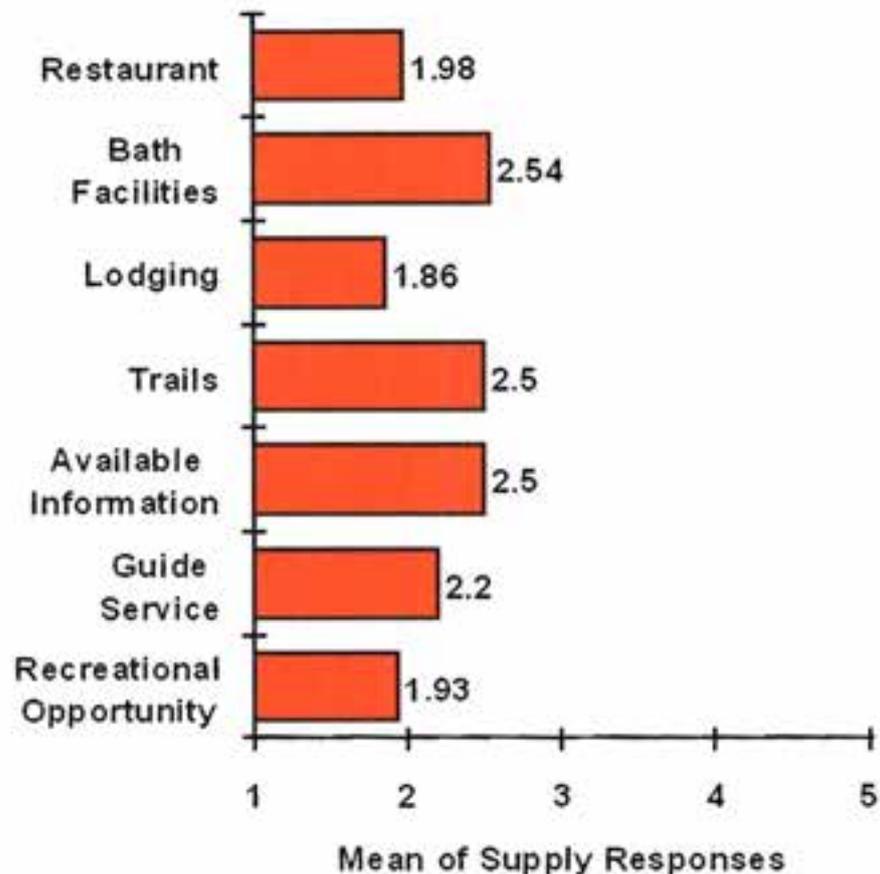


Figure 22. Arithmetic mean of supply responses.

for comments under each supply related question on the survey with the intention that El Cielo residents would be able to gain some benefit from this portion of the study. These comments are presented in **Table 3**.

Qualitative analysis of supply

I observed and participated in community development activities, unstructured interviews with visitors and residents, and observed visitor and resident behavior and activities to evaluate tourism supply and the linkage between supply and demand (consumption). I conducted this part of the study during several visits totaling 37 days over a three-year period. A portion of the observations and interviews were conducted before the survey instrument was developed in order to aid in the

development of the survey itself, while another portion was conducted simultaneous to the distribution of the surveys. I continued to conduct observations and informal interviews after the survey data were collected and analyzed to shed light on the quantitative conclusions.

This longitudinal approach allowed for a broad view of visitor demand and the development of supply to meet that demand, rather than a simple "snapshot" of ecotourism in El Cielo. In the qualitative analysis of supply I sought to explore the application of cells two, five, and eight of Mitchell's Tourism Supply and Demand Matrix. Discussion surrounding these areas is presented below, beginning with supply and purpose.

In exploring the motivations of those offering supply to tourists, the objectives, incentives, and values of supply providers is of concern.

Table 3. Recommendations from visitors on potential improvements.

Topic	Comments from visitors
Restaurant - What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - They could change the menu a little. - More information. - We liked it a lot. - Cold beer [needed]. - Faster Service. - Prices are accessible. - More food choices. - More menu.
Bath facilities - What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - Mosquito nets [needed]. - Bathrooms in different places. - Hot water. - There was no water. - The hotel should have lights in the bathrooms. - More trash containers. - Showers and bathrooms were good to have. - Latrines along the road. - Bathrooms in the camping areas.
Lodging - What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - Hot water and more bathrooms (Hotel). - Music or television (Hotel). - More lighting (Hotel). - It is okay here (Hotel). - Make cabins available (Canindo Station). - More information needed. - Hot water and cleaner floors and sheets (Canindo Station).
Trails – What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - More trails needed (Alta Cima). - They are great (Alta Cima to San José). - There are not enough signs to the trails (Alta Cima to San José). - Signs [needed] (Alta Cima to San José). - They need rest rooms along the roads (Alta Cima to San José).
Information about the area - What information would you like to see?	<ul style="list-style-type: none"> - Would like to know the altitude of each area. - Trip guides with explanations of the area. - Signs [needed]. - Diffusion of information on what is needed to access [different areas/ trails]. - Topographical maps. - More guides. - More detailed descriptions about the places to visit. - More information in Gómez Farías. - Brochures with maps, history, and flora/fauna lists [needed]. - More information about transportation.
Guide service - What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - More knowledge of plants and animals. - That they would be more professional. - They should involve the people [tourists] more with questions and explanations. - The guides should know more about the plants and animals of the area and the importance of the
local ecology.	<ul style="list-style-type: none"> - More botanical information. - Pay more attention to the tourists. - That they don't charge so much.
Recreational opportunities - What improvements would you recommend?	<ul style="list-style-type: none"> - Implement sports areas. - Information on a national level. - It is very good as it is. - Don't have rules for the caves. - They should prepare a little better the restoration of the countryside.

The primary objective of most Reserve residents is economically oriented. With the shortage of gainful employment in such an isolated area, it stands to reason that finding ways to profit from visitors is of primary importance.

Note the key word profit from visitors is used, rather than exploit visitors. Residents are not trying to "make a killing" from tourists, or trap them in any sense. They are simply trying to supplement their incomes using the resources at hand and have gone to great lengths to educate and organize themselves to do so. In participating in community development forums over two years, it was obvious that the values of entrepreneurs and cooperative members are not exploitative.

Environmental interests are of high concern, and sustainable development, although an ambiguous term, is a popular concept in the Reserve, as it is throughout Mexico (Barkin 1996, Lara 1996).

The development of supply has catered to infrastructure construction, since little infrastructure, with the exception of an existing road to the area, had previously been in place. The development of infrastructure to meet visitor demand began with a restaurant/store, proceeded to overnight

accommodations, and then to trail development. The development of services has followed in the form of organized guide services. Information about the area, in the form of primitive interpretive displays and basic brochures, has followed. What is missing is the equivalent development of visitor management as needed to keep up with the development of infrastructure and services.

The services provided so far have been complementary, due mainly to the efforts of a regional non-government organization's two-year community development program that ended in 1995. The residents of the ejidos in the corridor from Gómez Farías to San José (Fig. 23) maintain cooperative associations.

Likewise, a larger organized group exists among nearly all of the ejidos in the Reserve for the purpose of combining their resources to promote themselves as a whole. The distribution of supply deals with the physical locations of visitor services, destinations, and attractions, as well as the distribution of benefits among visitors and suppliers. The physical locations of destinations and attractions are based on previously existing trails (overgrown logging roads), caves and other natural features, and the road into the area, which funnels all visitors through two ejidos. No attempts have

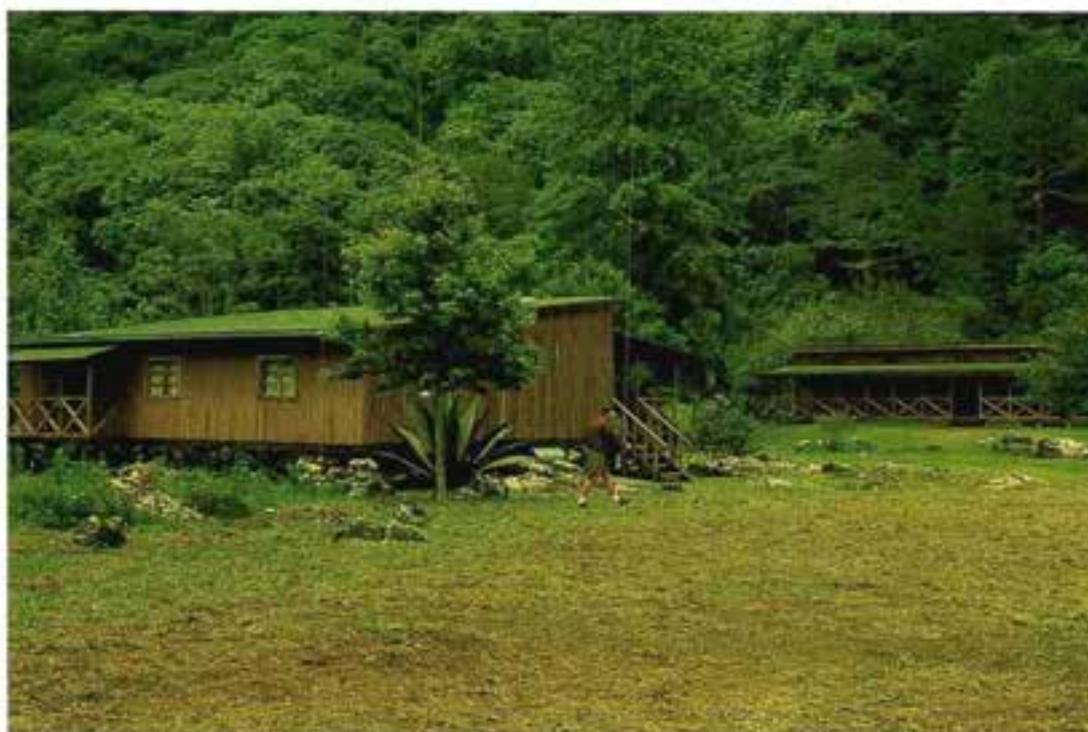


Figura 23. Cabañas de Canindo (Foto, Gerardo Sánchez).

been made to create more destinations or attractions, with the exception of one short interpretive trail built in Alta Cimas.

Both visitors and suppliers appear to benefit mutually from the current distribution of supply. The hotel in Alta Cimas is situated at the far end of the ejido in a former pasture area. Constant interaction between visitors, especially large groups, and residents of Alta Cimas is not a problem, due to the location of the hotel. Actually, since visitors must pass all the way through Alta Cimas to get to the hotel, residents along the way have the opportunity to sell bread, ornamental plants, and hand-stitched tablecloths. Similarly, visitors must pass through San José to reach the main attractions.

In both Alta Cimas and San José, fences and/or dense vegetation direct foot and vehicular traffic. Moreover, most residents of Alta Cimas and San José do not consider visitors as intrusive as long as the visitors conduct themselves appropriately, which in this case means no loud music, public intoxication, or destruction of property. Improper visitor behavior is rare, but a few incidents have occurred where visitors have left trash behind and have occasionally played loud music. Finally, most visitation occurs during the weekends, thus leaving most of the week in a normal routine for residents.

Conclusion

What is the demand for ecotourism in El Cielo and by whom?

Based on the quantitative results of the visitor survey, the "typical" visitor in El Cielo would be a Mexican under the age of 16, who traveled by bus up to six hours with a group of more than 14 students for the purpose of backpacking. This average visitor probably stays in the Reserve for two days and stays in the Alta Cimas area with a day hike to San José. However, it could be the case that more visitors matching this profile tended answer the survey more often than other visitors.

In contrast to the above profile based on the survey, my observations indicate that the typical visitor is a Mexican family with children under the age 16. The family income is more than \$N 90,000 annually. The parents are in their thirties and they travel two to four hours by automobile to arrive in the Reserve. This visitor has been to the Reserve before for long weekends, spent two days in the Reserve, and bought meals at the restaurant.

A third visitor profile could be the small group of Mexicans on limited incomes visiting the Reserve for a long weekend.

These are the visitors who will arrive by bus, walk to an isolated area carrying backpacks and will make only small purchases while in the Reserve. The last visitor profile, and one that is more difficult to describe due to their limited numbers as visitors, is the group of researchers/students. I observed that visitors studying in the Reserve would camp in Alta Cimas or stay in Canindo Station. They would arrive by truck or van and eat some meals in the restaurant. It was more typical to encounter this type of visitor during the week and they would only stay for two days, not utilizing the interpretive trails or spending time at popular attractions.

Thus, the first research question, "What is the demand for ecotourism in El Cielo and by whom?" can be summarized from visitor profiles. They are listed below by importance of the demands they make while in the Reserve:

1. Large groups of over 14 young students, spending little money, but utilizing infrastructure and services in a structured manner (i.e. organized activities such as guided walks, advanced planning for hotel stays, etc.).
2. Families on vacation for long weekends, spending money and utilizing services and infrastructure.
3. Small groups visiting for long weekends, spending little money, yet utilizing some services without structure (i.e. animal rentals, interpretive hikes without guides, etc.).
4. Medium-sized groups of six to seven visitors, spending little money, utilizing infrastructure, yet using few services.

Does the supply meet the demand?

The short answer to this question is "yes" for the visitors profiled. The El Cielo visitor has no shortage of attractions, services, and established infrastructure. He or she can easily find lodging and food, as well as acquire the services of a guide or get interpretive information about the area. The visitors surveyed agreed at an average of 2.2 on a one to five scale that the services in question were adequate.

The suggestions for improvements captured in the survey related mainly to two areas: (1) poor communication of services available by the service providers, and (2) suggestions for services that are above the level of those residents have for themselves in a rural setting. In other words, if a community does not have electricity, then it should

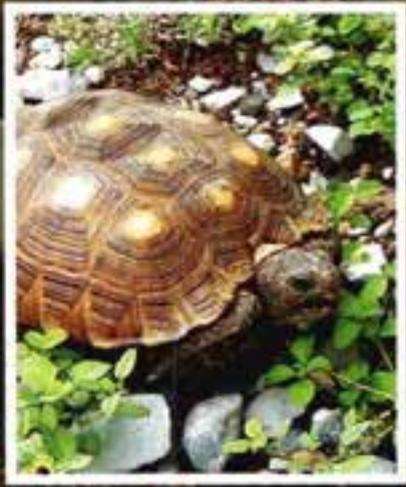
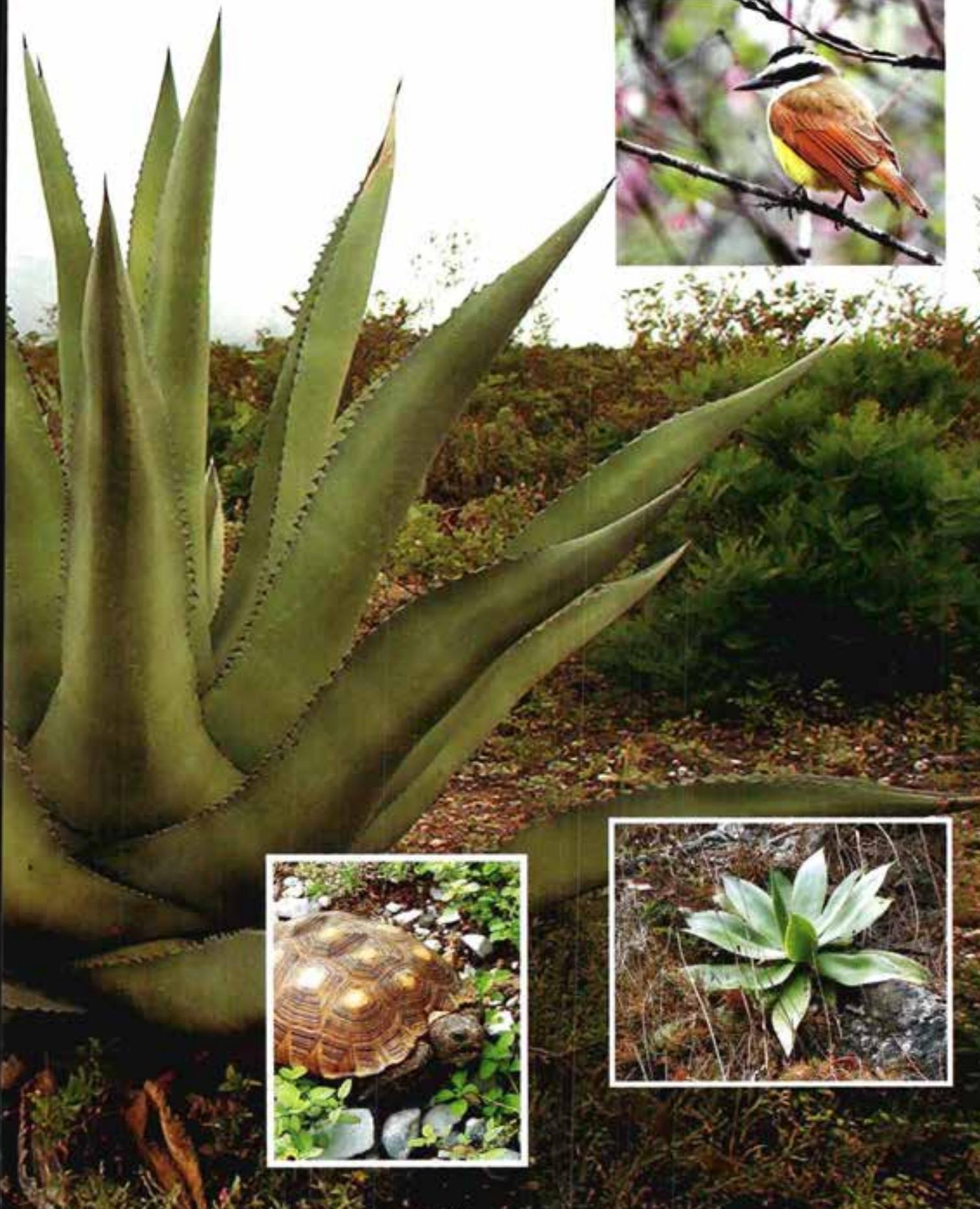
not be expected that refrigerated beverages would be available.

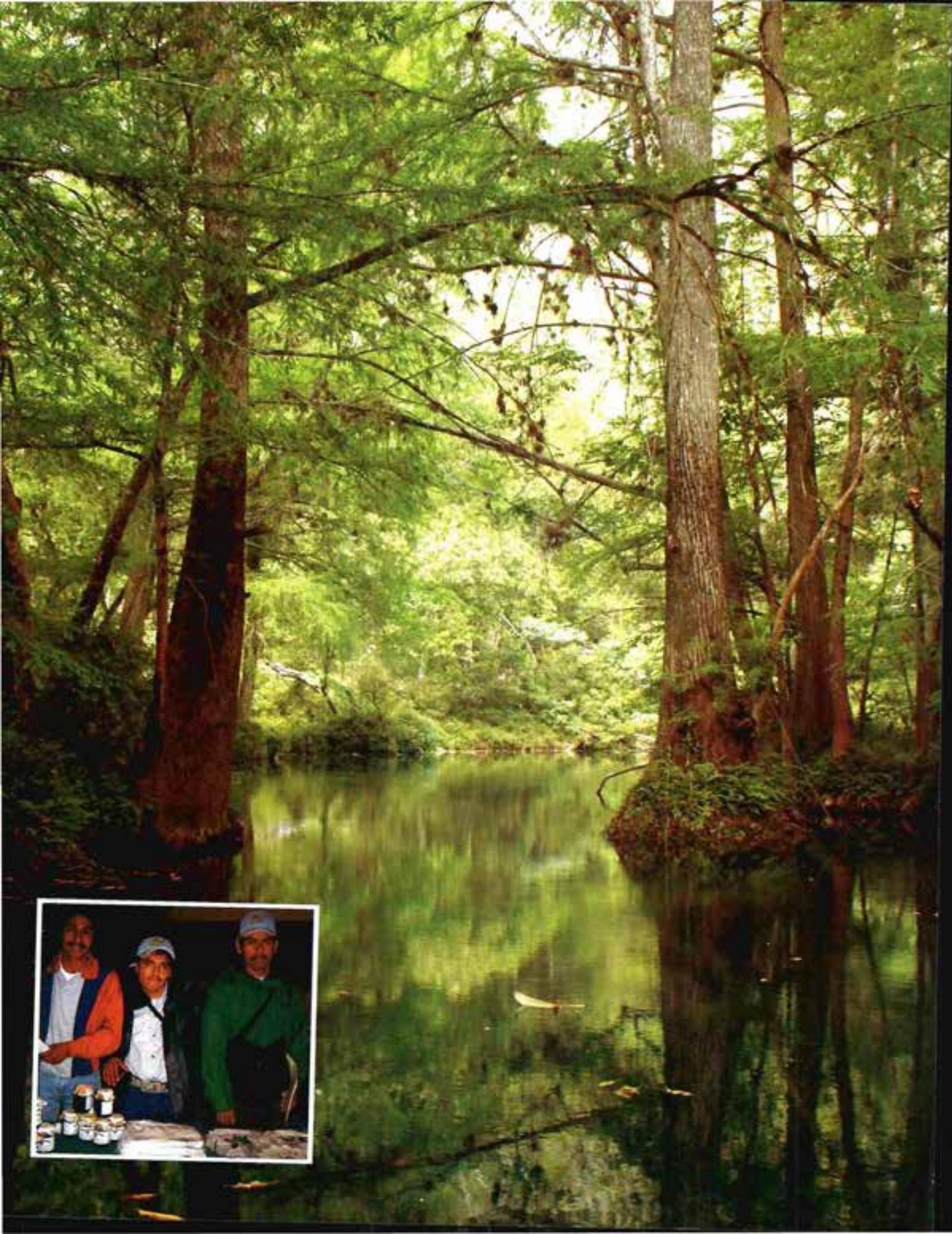
Likewise, in a community where some families do not even have toilet facilities, visitors cannot expect public roadside latrines. The lack of communication about available supply can be improved through awareness and coordination by residents, however the lack of high-cost supply and infrastructure development such as grid-based electricity and public rest rooms alongside back roads cannot be adequately addressed given the circumstances.

Literature cited

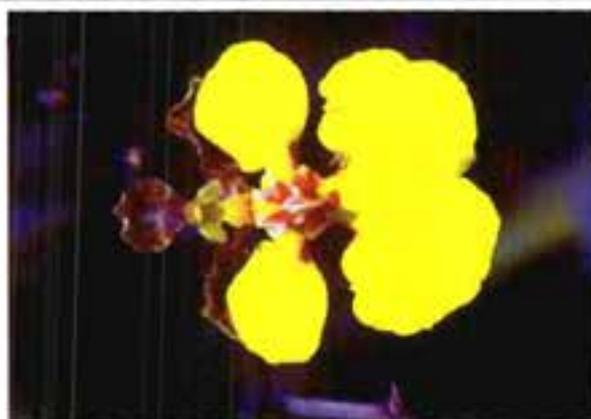
- Bargur, J. and A. Arbel. 1976.** A Comprehensive Approach to the Planning of the Tourist Industry. In *Planning for Tourism Development: Quantitative Approaches*, (ed.) Charles E. Gearing, William W. Swart, and Turgut Var. New York: Praeger Publishers.
- Barkin, D. 1996.** Ecotourism: A Tool for Sustainable Development in an Era on International Integration? Paper presented at the Ecotourism Equation conference. In *Forestry and Environmental Studies Bulletin*. Yale University Chapter of the International Society for Tropical Forestry.
- Berrones, Benitez, E. and M. Reyes Arriaga. September 2, 1996.** *Representatives of El Grupo de Mujeres de Alta Cimas*. Interview by author. Alta Cimas, México.
- Bracho, Henry Y Rosa. 1994.** El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. In **Armando Contreras and Sergio Medellín (ed.)**. *Plan Comunitario de Manejo de Recursos Naturales*. Ciudad Victoria: Terra Nostra A.C. y Instituto de Ecología, A.C.
- Butler, Richard. 1975.** *The Development of Tourism in the Canadian North and Implications for the Inuit with Supplementary Text*. Renewable Resource Studies, Inuit Tapirisat of Canada. Ontario: University of Western Ontario and the University of Waterloo Ontario.
- Ceballos, Hector. 1994.** *Estrategia Nacional de Ecoturismo para México*. Mexico D.F. Secretaría de Turismo.
- Clawson, Marion. 1963.** Recreation as a Competitive Segment of Multiple Use. In **Wynee Thorne (ed.)** *Land and Water Use*. Washington D.C. American Association for the Advancement of Science.
- Clawson, M. & J. L. Knetsch. 1966.** *Economics of Outdoor Recreation*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Crouch, G. I. 1994.** The Study of International Tourist Demand: A Survey of Practice. *Journal of Travel Research* 32:41-55.
- De Vaus, D.A. 1991.** *Surveys in Social Research*. 3rd edition. London: Allen & Unwin.
- Dixon, C. and B. Leach. 1984.** *Survey Research in Underdeveloped Countries*. Norwich, England: Geo Books.
- Drake, S. 1991a.** Development of a Local Participation Plan for Ecotourism Projects. In: ed. **Jon A. Kusler** *Ecotourism and Resource Conservation Proceedings of the Second International Symposium*, New York: : 252-268 pp.
- Drake, S. 1991b.** Local Participation in Ecotourism Projects. In **Tensie Whelan (ed.)** *Nature Tourism: Managing for the Environment*. Washington, D.C. Island Press: 132-163.
- Fennell, D. A., and P. F. J. Eagles. 1990.** Ecotourism in Costa Rica: A Conceptual Framework. *Journal of Park and Recreation Management* 8:23-34.
- Fox, H. 1989.** *Nonformal Education Manual*. Peace Corps Information Collection and Exchange. Washington, D.C.: Institute of Training and Development.
- Graefe, A. R. 1990.** *Visitor Impact Management: The Planning Framework*. Washington D.C. National Parks and Conservation Association.
- Gunn, C. A. 1972.** *Vacationscape: Designing Tourist Regions*. Austin: University of Texas Bureau of Business Research
- Gunn, C. 1994.** *Environmental Design and Land Use. In Travel, Tourism, and Hospitality Research: A Handbook for Managers and Researchers*, ed. **J.R. Brent Ritchie and Charles R. Goeldner**. New York: John Wiley and Sons: 243-258.
- Jubenville, A. 1993.** *Outdoor Recreation Management: Theory and Application*. State College, Pennsylvania: Venture Publishing.
- Lara Plata, L. 1996.** *El Ecoturismo como Alternativa de Desarrollo para las Comunidades Indígenas de México*. National Indigenous Institute, Office of Research: México.
- Lindberg, Kreg and Richard M. Huber, JR. 1993.** *Ecotourism: A Guide for Planners and Managers*. North Bennington, Vermont: The Ecotourism Society.
- Maykut, P. and R. Morehouse. 1994.** *Beginning Qualitative Research: A Philosophical and Practical Guide*. Washington: Falmer Press.
- Mathieson, A. and G. Wall. 1982.** *Tourism: Economic, Physical and Social Impacts*. New York: Longman.
- Medellin Morales, S. and A. Contreras. 1994.** *Plan Comunitario de Manejo de Recursos Naturales del Ejido Alta Cimas*. Ciudad Victoria, Mexico: Proyecto ¡ORGANIZATE!, Terra Nostra.
- Mercer, D. 1973.** The Concept of Recreational Need. *Journal of Leisure Research* 5: 37-49.
- Metropolitan Area Planning Council. 1979.** *Assessing Recreation Demand*. Boston: MAPC Council Connection.
- Mitchell, L. S. 1991.** *A Conceptual Matrix for the Study of Tourism*. Aix en Provence, France: Université de Droit, d'Economie et des Sciences d' Aix-Marseille.
- Mitchell, L. S. 1994.** *Research on the Geography of Tourism. In Travel, Tourism, and Hospitality Research: A Handbook for Managers and Researchers*, ed. **J.R. Brent Ritchie and Charles R. Goeldner**. New York: John Wiley and Sons: 197-242.
- Pederson, A. 1991.** *Problems and Lessons Learned from Three Ecotourism Planning Projects. In Ecotourism and Resource Conservation: Proceedings of the Second International Symposium*, ed. **Jon A. Kusler**. New York: Ecotourism and Resource Conservation.

- Pederson, A. December 1996.** Wildlands Recreation and Tourism Planner. Interview by author. Austin, Texas.
- Pederson, Arthur and Hector Ceballos-Lascrain.** (eds). *Nature-Oriented Tourism in the State of Guerrero, Mexico: Issues and Recommended Policies for Local Economic Development.* Washington. D. C.:Commission for the Study of International Migration and Cooperative Economic Development.
- Piddington, R. 1950.** *An Introduction to Social Anthropology*, Vol. 1. London: Oliver and Boyd.
- Ramírez Ochoa, I. M., May 9, 1995a.** *Chief of Natural Resources*, SEDESOL-Tamaulipas. Interview by author. Ciudad Victoria, Mexico.
- Ramírez Ochoa, I. M. January 2, 1995.** *Reporte de la Afluencia de Visitantes a la Estación Canindo.* Cd. Victoria, Mexico: SEDESOL-Tamaulipas.
- Robson, C.1993.** *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers.* Oxford: Blackwell Publishers.
- Rossi, P. H., J. D. Wright, and A. B. Anderson. 1983.** *Handbook of Survey Research.* New York: Academic Press.
- Shivers, J.S. & G. Hjelte. 1971.** *Planning Recreational Places.* Cranbury, New Jersey: Associated University Press, Inc.
- Slocumb, S. D. 1993.** Environmental Planning, Ecosystem Science, and Ecosystem Approaches for Integrating Environment and Development. *Environmental Management* 17: 289-303.
- Smith, S. L. J. 1989.** *Tourism Analysis: A Handbook.* New York: Longman Scientific and Technical.
- Stankey, G. H., D. N. Cole, R. C. Lucas, M. E. Pederson, and S. S. Frissell. 1985.** *The Limits of Acceptable Change System for Wilderness Planning.* United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT-176.
- Wall, G. 1978.** Competition and Complementarity: A Study in Park Visitation. *International Journal of Environmental Studies* 13: 35-41.
- Walker, S. 1996.** Ecotourism Impact Awareness. *Annals of Tourism Research* 23: 944-946.
- Wolfe, R. 1964.** Perspective on Outdoor Recreation: A Bibliographic Survey. *Geographical Review* 54: 203-238.
- Woodley, A. 1993.** Tourism and Sustainable Development: The Community Perspective. In **J.G. Nelson, R. Butler, and G. Wall**, (ed.) *Tourism and Sustainable Development: Monitoring, Planning, Managing* Department of Geography Publication Series number 37. Waterloo: University of Waterloo: 136-147.
- Woodley, S. 1993.** Tourism and Sustainable Development in Parks and Protected Areas. In **J.G. Nelson, R. Butler, and G. Wall** (ed.) *Tourism and Sustainable Development: Monitoring, Planning, Managing.* Department of Geography Publication Series Number 37. Waterloo: University of Waterloo.
- Zambrano, A. 1994.** *Interpretación Ambiental en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas.* Monterrey, México: Desarrollo Ecológico y de Supervivencia Integral, Unpublished project proposal, photocopied.





Epílogo



F

n el curso de los últimos milenios, los ecosistemas naturales de la Tierra se han visto contaminados, degradados o transformados en diferente magnitud, como resultado de las actividades humanas. Si bien tal impacto antropogénico es evidente a partir de la simple observación de alguna región particular a lo largo de los años, hoy en día, con el desarrollo de las cada vez más avanzadas tecnologías de percepción remota y sistemas de información geográfica, podemos contar con estimaciones reveladoras del grado de alteración de los ecosistemas naturales.



Los estudios de ese tipo —a nivel global y regional— típicamente proveen datos e imágenes que resultan descorazonadoras. Por ejemplo, los datos más citados sobre la deforestación tropical sugieren que hacia finales de la década de los años 90, la tasa de destrucción de los ecosistemas tropicales globalmente era del orden de 15 millones de hectáreas por año. Resultados igualmente desalentadores se obtienen de estudios a escala regional. Por ejemplo, en el caso del hiperdiverso territorio mexicano, algunos estudios recientes sugieren que la tasa de deforestación del país desde mediados de la década de los 80 era de aproximadamente 800 mil hectáreas por año, con un impacto proporcional mayor en los ecosistemas tropicales.

La región particular de interés del presente volumen seguramente no es excepción a lo anterior, aunque desafortunadamente no contamos con un estudio reciente y lo suficientemente detallado como para ofrecer cifras específicas. No obstante, la reseña histórica presentada en los capítulos iniciales y la experiencia personal de quienes hemos visitado la región

por un periodo amplio, dejan en claro que nuestra zona ha sido dramáticamente agobiada por el impacto humano, el pináculo del cual se hizo evidente con el incendio que devastó la zona en los años 70.

Ante este tipo de alteraciones de la cobertura vegetal y toda la biota que a ella se asocia, la sociedad ha respondido con acciones diversas, entre las que sobresale el establecimiento de áreas naturales protegidas. Si bien ésta no es necesariamente una solución definitiva o única, es un paso importante que abre las perspectivas de conservación de la biodiversidad de alguna región. Por fortuna, tal es el caso de la región de interés de esta edición, a partir de la creación de la Reserva de la Biosfera *El Cielo*. El establecimiento de esta reserva de reconocimiento nacional e internacional —por su incorporación dentro de la red internacional de reservas del Programa MAB (*El Hombre y la Biosfera*) de la UNESCO— se justifica ampliamente, por una parte, por la gran biodiversidad de la región.

Como este volumen lo hace evidente, la exuberante biodiversidad de la región se refleja, por ejemplo, en su riqueza de especies, que aglutina unas 1,225 especies de plantas, 481 de hongos y unas 1,580 especies de vertebrados, así como por la gran variedad de tipos de vegetación que abarca, incluyendo las selvas tropicales, los bosques templados, los desiertos y matorrales, los bosques de pino piñonero, los humedales y, de manera especial, el bosque de niebla o bosque mesófilo de montaña.

La presencia de este último ecosistema no solamente otorga el nombre a la reserva de la biosfera, sino que da a la región un valor especial. Es de hacer notar que, si bien se trata de un tipo de ecosistema de distribución restringida en México, en donde apenas cubre un poco menos del 1% del territorio nacional, contribuye, desproporcionadamente, con un 10% de la riqueza florística del país. Mas allá de lo cuantitativo, este ecosistema incluye atributos cualitativos de gran importancia, como ser el asiento de una espectacular combinación de elementos de diferente afinidad biogeográfica, como detalladamente se ilustra en varios capítulos del volumen.

No es posible dejar de lado —en el aspecto cualitativo— el gran valor del bosque de niebla como fuente de inspiración y aprecio del mundo natural, por su gran belleza y por la intrincada historia ecológica que lleva inscrita en la biota que ahí habita, resultante de unos 150 millones de ejercicios de prueba



y error —ejercicios de adaptación y evolución, que han desembocado en lo que ahora apreciamos en ese paisaje, en *El Cielo Tamaulipeco*. Siendo éste un volumen de enfoque científico, con una clara orientación técnica, no es sorprendente que este aspecto cualitativo, el valor ético, estético y de inspiración —que se acopla a la biofilia que todos llevamos dentro— no se haya elaborado explícitamente, pero es un aspecto que no puede soslayarse. Por fortuna, con su pluma inspirada, Exequiel Ezcurra rescata este aspecto de manera espléndida en su prólogo.

Por otra parte, como la investigación ecológica y de conservación biológica de nuestros tiempos lo demuestra, es importante —pero a la vez limitado— valorar a los ecosistemas únicamente por sus atributos biológicos *per se*, como si no hubiese un componente de gran valor para las sociedades humanas. El valor de los ecosistemas surge, por una parte, de los recursos que directamente representan objetos de utilidad humana y, por otra, de los procesos ecológicos en los que la biota se desempeña, en conjunción con su ambiente físico, así como del valor existencial al que me referí en el párrafo anterior. El valor existencial se refleja, por ejemplo, en el potencial de la zona como sitio de ecoturismo, el cual se describe en un capítulo del volumen.

La última sección aborda algunos aspectos de la dimensión humana de la reserva, pero un análisis integrado y detallado de este aspecto en concreto continúa siendo una agenda pendiente.

En todo caso, este libro hace evidente, en diferentes capítulos, que la zona de estudio contiene elementos representativos de los cuatro grandes grupos de ingredientes que la literatura reciente considera de importancia en el ámbito de los llamados servicios de los ecosistemas: provisión de bienes, funciones de sostenimiento básico, funciones de regulación y servicios culturales. Como se deja ver a lo largo de la edición, algunos de esos servicios tienen una mejor expresión en algunos de los ecosistemas de la región, y otros se manifiestan mejor en otros de ellos.

Sin pretender dar una enumeración exhaustiva, se puede mencionar —en el apartado de la provisión de bienes— a las plantas medicinales y a las comestibles, a las que sirven para preparar bebidas, a las utilizadas en la construcción de viviendas o de instrumentos de trabajo del campo,



a las que sirven de alimento para animales, como cercas vivas o como ornamento, entre otros muchos usos. A esta lista botánica debe agregarse una complementaria de diversas especies de hongos y otra más de animales.

En el apartado de las funciones de sostenimiento básico y de regulación ambiental —ambas íntimamente relacionadas—, el caso de los bosques de *El Cielo* y, en particular los mesófilos, aportan el ejemplo por excelencia. Estos ecosistemas constituyen una especie de esponja que captura el agua, y que hace además las veces de un filtro natural que abastece a los terrenos de la bajura, incluyendo las planicies agrícolas del sur de Tamaulipas, sosteniendo la producción de caña de azúcar, de cítricos y de algodón. Las serranías también proveen el agua que mantiene a las comunidades naturales riparias o bosques de galería, así como los diversos humedales, estuarios, lagunas y pesquerías.

De manera general, además, es evidente el gran servicio que aportan los ecosistemas de *El Cielo* en términos del control de la erosión y la prevención de inundaciones, así como las funciones básicas de formación de suelo, reciclaje de nutrientes, captura de carbono y provisión de oxígeno a través de la fotosíntesis.

El trabajo científico aquí plasmado nos ofrece la perspectiva de apreciar el gran valor que tienen los ecosistemas como *El Cielo*, por su función de laboratorios naturales y por los servicios ambientales que aportan a la sociedad entera. No obstante, el trabajo científico —si bien toral— puede quedarse corto en sus alcances, de no contar con el apoyo de otros sectores de la sociedad, incluyendo aquéllos que tienen la capacidad de promover que el conocimiento científico ayude a la comunidad tamaulipeca —y al mundo en general— a apreciar este *Cielo* y lo que estaría en juego para la sociedad, de no dársele la atención que merece.

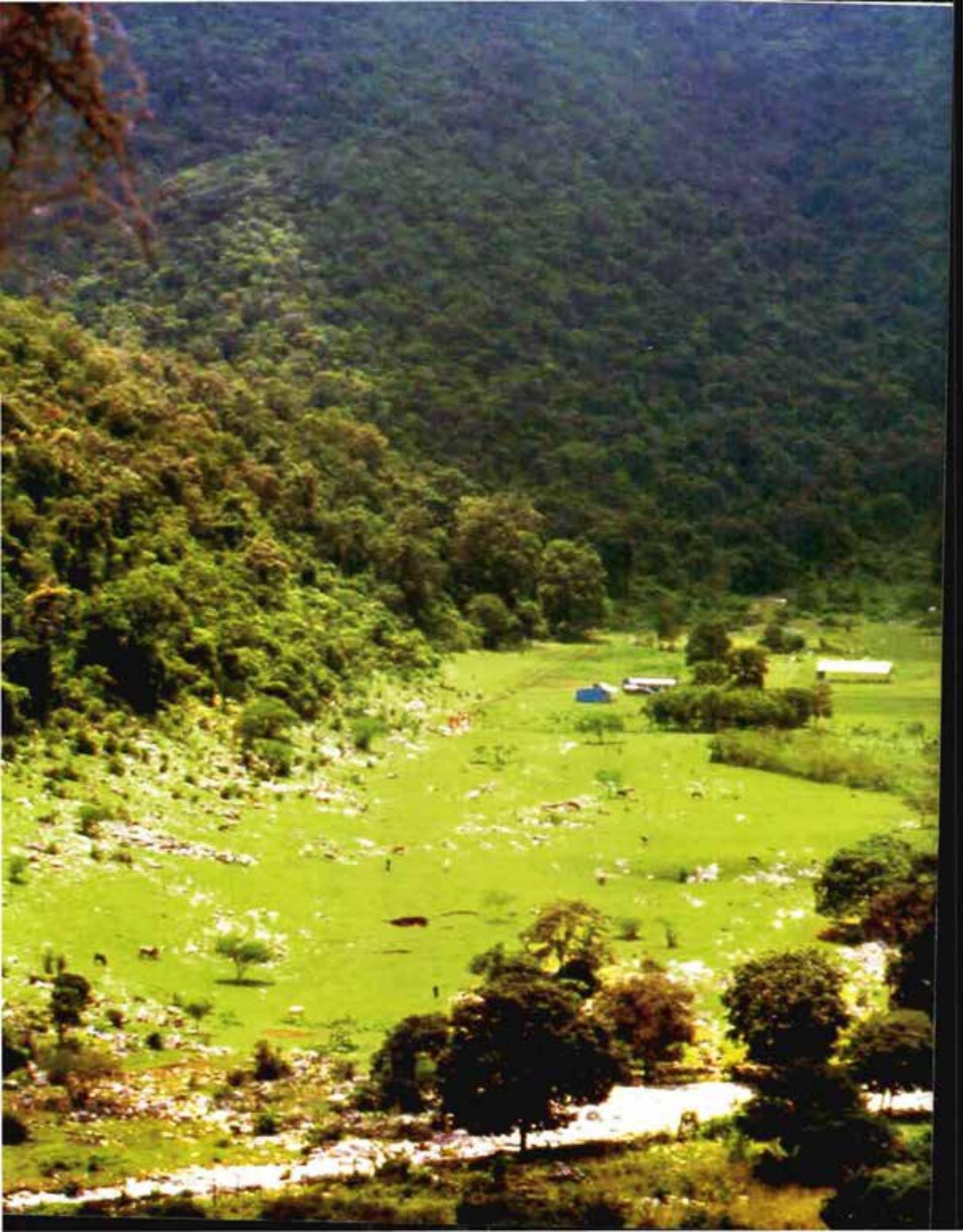
El espléndido trabajo de conservación que se ha desplegado en *El Cielo*, a partir del esfuerzo pionero de Laura Alcalá, constituye



una herencia de motivación y un ejemplo al que debemos unirnos desde nuestras diferentes capacidades y trincheras de operación. Una trinchera complementaria a ese gran legado de los primeros exploradores y conservacionistas que pusieron los cimientos que tesoneramente llegaron al Cielo que se describe en esta obra, es la de la comunicación de lo que existe en este rincón biológico privilegiado. Esperamos que el esfuerzo de todos los participantes en este ejercicio de compartir lo que se sabe, sea de provecho para aspirar a mantener a *El Cielo* en buenas condiciones para aquéllos y aquéllas de quienes, por ahora, lo tenemos prestado.

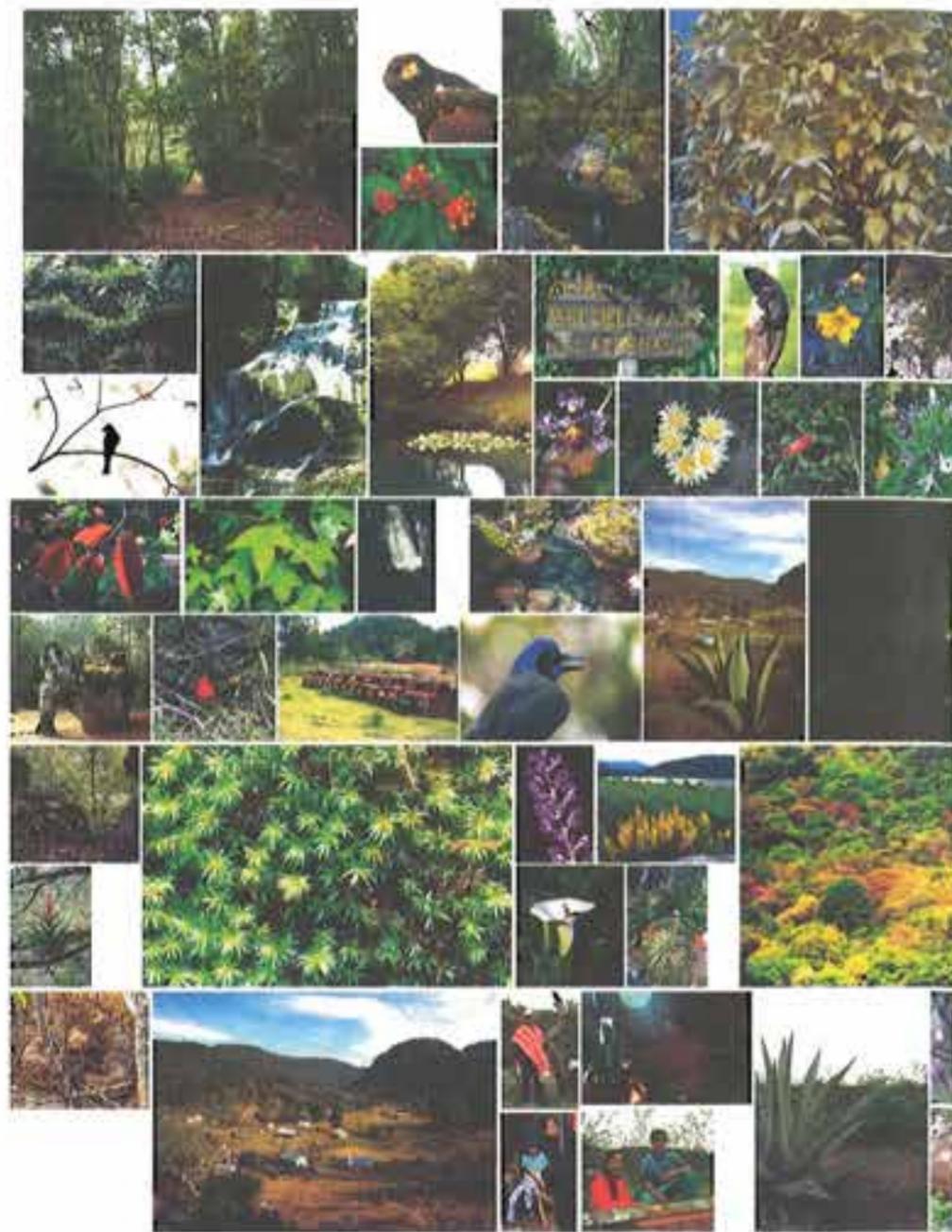
Rodolfo Dirzo





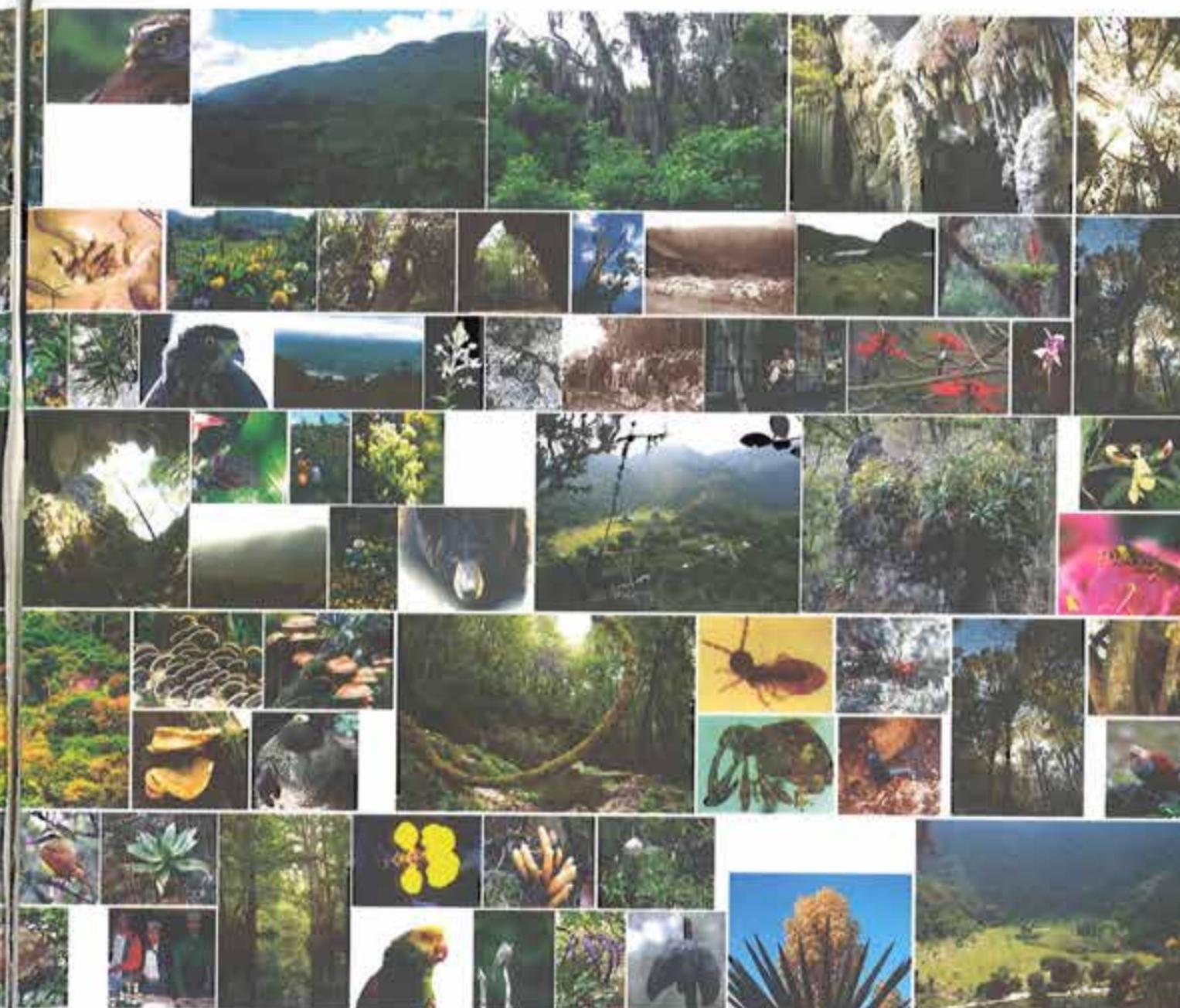
CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Guarda 3. Sendero en El Cielo, Ramón Ali / *Parabuteo unicinctus*, Héctor Garza.
IV. *Asclepias curassavica*, Abdel García.
V. Joya de Manantiales, Gómez Farías, Ramón Ali.
VI. Flores de *Yucca treculeana*, Antonio Guerra.
XII. Río Frio, Ramón Ali.
XIII. *Giboucium sonchense*, Adrián Garza Sada / Paisaje subiendo a El Cielo, Jean Louis Lacaille.
XIV. *Tillandsia usneoides*, Jean Louis Lacaille.
XV. Gobernador de Tamaulipas, David Ross / Cueva en San José, Ramón Ali.
XVI. Fondo: Bosque de alamos, Ramón Ali / plantas epífitas, Jean Louis Lacaille / *Contopus cooperi*, Héctor Garza / Cascada, Jean Louis Lacaille.
XVII. Letrero en Gómez Farías, Abdel García / *Trichocentrum cósymbecophorum*, Jean Louis Lacaille.
XVIII. *Arlocarpus trigonus*, Kurt Bergman / *Ctenosaura ocanthura*, Héctor Garza.
XIX. *Mentzelia* sp., Ramón Ali / *Piranga rubra*, Ramón Ali.
XX. Líquenes y musgos, Ramón Ali / Hecor de la UAT en El Cielo, Jaime Zúñiga Ramos.
XXI. Agapando cultivado, San José, Gómez Farías, Abdel García / Huella de *Procyon lotor*, Víctor Carranza.
XXII. *Agave lechuguilla*, Abdel García / *Buteo magnirostris*, Héctor Garza.
XXIII. Huerto familiar en Joya de Manantiales, Gómez Farías, Jean Louis Lacaille.
XXIV. Cueva en San José, Gómez Farías, Ramón Ali.
XXV. Mirador de Alta Cima, Gómez Farías, Abdel García / Lianas en bosque mesófilo, Glenda Requena / *Cranichis sylvatica*, Jean Louis Lacaille.
XXVI. *Pinus pseudostrobus*, Ramón Ali / Fósil en roca caliza, Alta Cima, Gómez Farías, Ramón Ali.
XXVII. El cielo de El Cielo, Glenda Requena / Expedición científica, 1949, cortesía de Larry Lof / Frank Harrison en el Rancho del Cielo, cortesía de Larry Lof.
XXVIII. Aserradero de San José, Gómez Farías, 1966, cortesía de Larry Lof / Borregos en San José, Gómez Farías.
XXIX. *Amazilia cyanocephala* volando alrededor de *Erythrina americana*, Héctor Garza / *Tillandsia*, Jean Louis Lacaille / *Loelia anceps*, Jean Louis Lacaille.
XXX. Bosque mesófilo maduro en época seca, Ramón Ali.
XXXI. *Pseudobombax ellipticum*, Abdel García / Roca del eslanie en Joya de Manantiales, Gómez Farías, Ramón Ali.
XXXII. *Piranga flava*, Ramón Ali / Hojas de *Styraciflua*, Abdel García.
XXXIII. Memoria de la destrucción... una instalación moderna en San José, Gómez Farías, Abdel García / Cascada de San José, Gómez Farías, Carlos Gómez Porchiri.
XXXIV. Joya de Manantiales, Gómez Farías, Ramón Ali / *Cyanocorax yucas*, Héctor Garza.
XXXV. Vista de San José, Gómez Farías, Ramón Ali.
XXXVI-1. Fondo: Cueva de San José, Gómez Farías, Ramón Ali / Sotavento, Jorge Jiménez / *Hyla* sp., Abdel García / Cultivo de frutales, Ramón López / Muigo, Ramón Ali / Jardín en San José, Gómez Farías, Jean Louis Lacaille / *Ursus americanus*, Héctor Garza / Alta Cima, Claudia González Romo.
128-129. Fondo: plantas rupícolas, Ramón Ali / *Cyclocephala caelestis* en *Magnolia tamouliana*, Gregg Dieringer / Polinización de vespidae, Jean Louis Lacaille / Dehiscencia foliar en bosque mesófilo, Ramón Ali / *Tillandsia*, Ramón Ali.



192-193. Fondo: Briophyitas en bosque mesófilo, Jean Louis Lacaille / *Arpophyllum laxiflorum*, Jean Louis Lacaille / Alcatraz cultivado en Joya de Manantiales, Gómez Farías, Ramón Ali / Laguna de Joya de Salas, Jauimave, Jean Louis Lacaille / *Dioon edule* y *Hechiza glomerata* en ladera rocosa de Ocampo, Jean Louis Lacaille.
290-291. Fondo: Claro natural de bosque mesófilo, Jean Louis Lacaille / *Coriobius pensicola*, Gonzalo Guevara / *Laetiporus sulphureus*, Ramón Ali / *Lentibula boyana*, Gonzalo Guevara / *Dyctiophora indusiata*, Jesús García.
338-339. Bosque mesófilo, Ramón Ali / *Isotoma* sp., José Palacios / *Atractomerus albolateralis*, Robert Jones / *Passilido* adulto y larvas en madera de encino, Ramón Ali.
497. Fondo: Dorsal de bosque mesófilo, Ramón Ali / *Nasua narica*, Ramón Ali / *Playa cayana*, Ramón Ali / *Crotalus atrox*, Antonio Guerra.
554-555. Fondo: San José, Gómez Farías, Ramón Ali / Habitantes de San José, Gómez Farías, Ramón Ali.

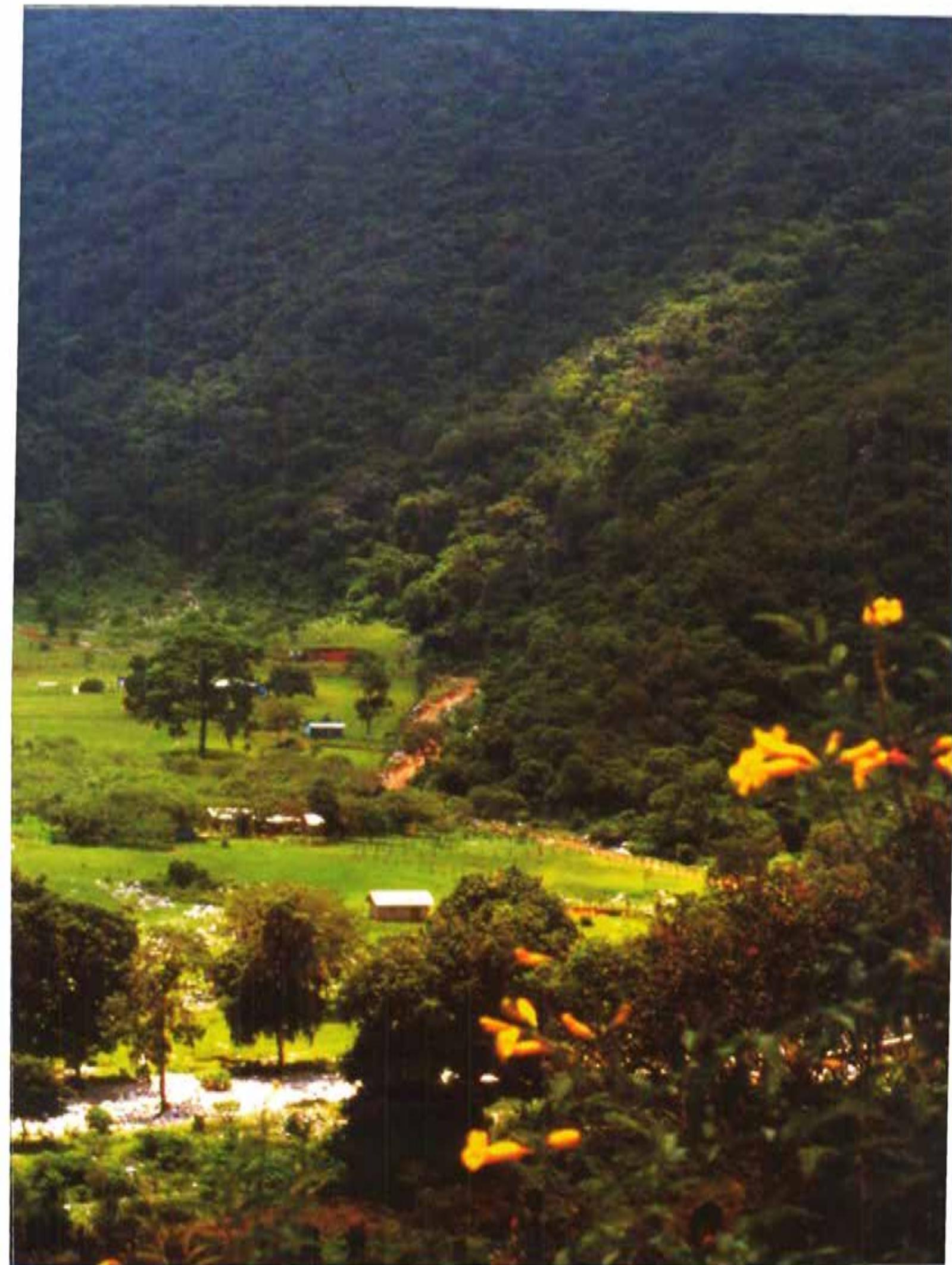
687. Fondo: *Agave americana*, Antonio Guerra / *Pitangus sulphuratus*, Ramón Ali / *Gopherus berlandieri*, Antonio Guerra / *Agave celsii*, Abdel García.
688. Vegetación riparia del Río Sobinas, La Libertad, Llera, Ramón Ali / Guías de observadores de aves y productos elaborados por el Grupo de Trabajo "La Fe" de Mujeres Campesinas, con la asesoría de Terra Nostra, A.C., en Altas Cimas, Gómez Farías, Sergio Medellín.
689. *Trichocentrum cebolleta*, Jean Louis Lacaille / *Amazona oratrix*, Héctor Garza.
690. *Conoptritis alpina*, Ramón Ali / *Contopus* sp., Ramón Ali.
691. *Erythrina americana*, Abdel García.
692. Huerto de alcatrazes en Joya de Manantiales, Gómez Farías, Ramón Ali / Piñas de *Pinus*, sp., Ramón Ali.
693. *Yucca treculeana* floreciendo, Antonio Guerra.
694-695. Alta Cima, Gómez Farías, Jean Louis Lacaille.
Guarda 4. Río Guayalejo, Ramón Ali.



Las imágenes de los capítulos están identificadas si son cortesía del (de los) autor(es).

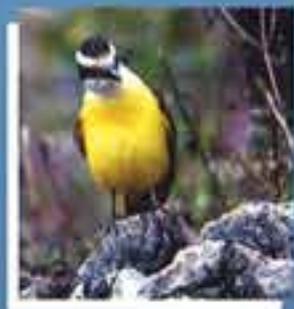
En caso contrario, la relación es la siguiente:
Cap. 6 Fig. 1: Ramón Ali
Cap. 7 Fig. 1: Arturo Mora / Fig. 3: Jean Louis Lacaille / Fig. 4: Gerardo Sánchez
Cap. 10 Figs. 3 y 4: Gerardo Sánchez
Cap. 11 Figs. 5 y 6: Kurt Bergman
Cap. 13 Figs. 1 y 2: Abdel García
Cap. 17 Figs. 1 y 2: Abdel García
Cap. 20 Figs. 1: Abdel García
Cap. 22 Figs. 6 y 7: Arturo Mora
Cap. 23 Fig. 4: Abdel García
Cap. 25 Figs. 1 y 2: Abdel García
Cap. 26 Fig. 5: Abdel García
Cap. 49 Figs. 1, 2 y 3: Héctor Garza
Cap. 50 Figs. 2 y 3: Vinicio Sosa / Fig. 4: Abdel García / Figs. 5, 6, 9, 10 y 11: Héctor Garza / Figs. 7 y 8: Ramón Ali
Cap. 52 Fig. 2: Abdel García
Cap. 54 Figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8: Abdel García
Cap. 64 Fig. 23: Gerardo Sánchez





México, país biológicamente megadiverso.

resguarda gran parte de su biodiversidad en sus áreas naturales protegidas. Sobresalen las reservas de la biosfera, algunas de ellas declaradas por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad.



El Cielo quedó reconocido como reserva de la biosfera en 1985 por el Gobierno de Tamaulipas, en 1986 por el Programa MAB *«El Hombre y la Biosfera»* de la UNESCO y, en 2003, por el Gobierno Federal de México.

Una de las principales razones fue la presencia de un ecosistema considerado crítico para México y el planeta: el bosque mesófilo de montaña, también conocido como bosque de niebla o de nubes, que en esta región alcanza su distribución más septentrional en el hemisferio. Adicional a ello ocurre la presencia de selvas bajas y meridanas caducifolias y subcaducifolias, encontrando en esta zona su distribución más noroeste, así como la más sureña de la provincia biótica del Desierto Chihuahuense, con el matorral xerófilo.

El estudio científico de la mayoría de los ecosistemas queda plasmado en *Historia de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*, con 64 capítulos divididos en siete secciones, que describen la riqueza natural, los procesos ecológicos, las plantas, los hongos, los invertebrados, los vertebrados y la dimensión humana.

Este cúmulo de conocimientos integra un total de 1,128 especies de plantas, 924 de insectos, 451 de hongos y 1,578 de vertebrados, divididos en anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Contar con un conocimiento científico de este ecosistema es un paso fundamental para apreciar su valor y para consolidar su conservación para las generaciones presentes y futuras.

Esta contribución al mundo del conocimiento biológico se realizó con la participación de más de 100 autores de diversas instituciones nacionales y extranjeras, quienes llevarán, al lector especializado y al aficionado, a considerar la gran riqueza biótica que tiene Tamaulipas, representada por un área de excepcional diversidad y belleza: la Reserva de la Biosfera El Cielo.



*Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo,
Tamaulipas, México*
ISBN 968 - 7662 - 67 - 0

HISTORIA NATURAL de la RESERVA de la BIOSFERA

El Cielo

TAMAULIPAS, MÉXICO

✦ Gerardo Sánchez-Ramos

✦ Pedro Reyes-Castillo

✦ Rodolfo Dirzo

Editores

