

La
Biodiversidad
en
Chiapas

Estudio de Estado

VOLUMEN II

Versión gratuita. Propiedad de venta.

Primera edición, 2013

D.R. © 2013 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx>

D.R. © 2013 Gobierno del Estado de Chiapas. Palacio de Gobierno, Centro, 29000 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. <http://www.chiapas.gob.mx>

ISBN: 978-607-7607-98-4

ISBN Vol II: 978-607-8328-00-0

Forma de citar:

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Coordinación, edición y seguimiento general:

Andrea Cruz Angón

Erika Daniela Melgarejo

Fernando Camacho Rico

Karla Carolina Nájera Cordero

Compilación de textos:

Grelsvia Arguiluz Casas, Fernando Camacho Rico, Andrea Cruz Angón y Erika Daniela Melgarejo

Corrección de estilo:

Juan Miguel García Fernández

Erika Daniela Melgarejo

Fernando Camacho Rico

Karla Carolina Nájera Cordero

Diseño y Formación:

Vianney A. González Luna

Gustavo Aguilera

Jessica Valero Padilla

Cartografía:

Edición final de Cartografía por Fernando Camacho Rico y Jessica Valero Padilla

Cuidado de la edición:

Vianney A. González Luna

Andrea Cruz Angón

Revisión técnica de textos, y listados de especies:

Andrea Cruz Angón, Erika Daniela Melgarejo, Fernando Camacho Rico, Oscar Báez Montes, Jessica Valero Padilla, Karla Carolina Nájera Cordero, Rafael Pompa Vargas, Sofía Escoto Hernández, Viviana Cecilia Fernández Pumar, Diana Hernández Robles, Susana Ocegueda Cruz, Elizabeth Moreno Gutiérrez, Rocío Magdalena Villalón Calderón, Ariadna Ivonne Marín Sánchez, Juan Manuel Martínez Vargas, María Alejandra González Gutiérrez y Sofía de la Guerra Becerril.

Agradecimientos: El Gobierno del Estado de Chiapas, y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, en particular al Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (Idesmac) que estuvo involucrado en el proceso de formulación de este documento y a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) quien apoyó la publicación de este libro.

Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Mensaje del Gobernador

Chiapas se ha reconocido en el horizonte como un estado que ha decidido incorporarse a la federación, aportando con ello enormes cantidades de recursos naturales para abastecer la economía nacional y generar la energía y la transformación de ésta.

Desde el siglo XIX los científicos han realizado investigaciones de esta biodiversidad o diversidad biológica en las selvas, en las regiones de la Sierra y el Soconusco, descubriendo especies únicas en la botánica y la zoología que ahora se encuentran severamente amenazadas y en espera de que se tomen las mejores decisiones para su recuperación y manejo o, bien, la conservación de este patrimonio natural del cual somos ampliamente favorecidos por nuestra ubicación geográfica, los espacios de concurrencia de fenómenos naturales como el cruce de las condiciones de la región Neártica y la confluencia de la región Neotropical que prevalece en nuestra geografía.

Chiapas emerge geológicamente de un proceso de ensamblaje único de millones de años, quedando patente en los cañones los procesos de transformación impregnados en sus entrañas con tesoros geológicos y paleontológicos, que describen su esforzada evolución y su potente e inquebrantable lucha por emerger con una base productiva que reconozca la herencia millonaria que atesora nuestra geografía, la que convoca siempre a cientos de historiadores, botánicos, zoólogos y ecólogos, ahora con especialidades tecnológicas como los genetistas, expertos en evolución y los taxónomos quienes describen un sinnúmero de especies que nos colocan en el segundo estado en materia de biodiversidad y que, sin duda alguna, le damos a nuestro país referentes de especies y ecosistemas que lo ubican como el cuarto país en megadiversidad del planeta.

La conectividad y los corredores que han permanecido en los últimos millones de años, y fuertemente anclados en los recientes miles de años, hacen que Chiapas sea la más rica muestra hidrológica del país. Aquí corre más de 30% del agua de la nación y se precipita casi 10% de lo que llueve, con caudales conectados con Guatemala en donde nacen sus dos principales cauces, el Grijalva y el Usumacinta, que año tras año contribuyen a que estas cuencas vayan discurrendo en la geografía guatemalteca y chiapaneca con arrastre de suelos, contaminantes y precipitaciones atípicas que han promovido los cambios de las estructuras en los ecosistemas. Estas actividades naturales han provocado severos daños en los aludes de lodo, piedras, troncos y en regiones peri o urbanas, reconociendo que ambas partes juegan un rol fundamental en su conservación y manejo, los cuales deben ser más sustentables y ceñirse a los acuerdos internacionales, sobre todo ante el cambio climático como escenario emergente que pone en situaciones más vulnerables a las cuencas bajas y ciudades que se asientan en las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta.

Pero a pesar de las condiciones de riqueza, la dificultad geográfica y fisiográfica han puesto en condiciones realmente difíciles a las comunidades aisladas en sus orígenes, conectadas en la historia y marginadas en su presente, por la baja productividad en sus medios de vida y por la presión ejercida en la base de los recursos naturales. Ante la limitada creatividad contemporánea, miles de hectáreas simplemente desaparecieron por la roza-tumba. Asimismo, y debido a las asesorías mal planeadas de la ganaderización de regiones no aptas y la atomización de parcelas que difícilmente abastecen de productos básicos, hacen que artículos como el maíz, frijol, chile y especies menores como el pollo se conviertan

en comida de lujo, cuando en realidad estamos sentados en la opulencia de recursos diversos que ahora le llamamos agrobiodiversidad, con espacios inermes que han sucumbido a la transformación y que están en proceso de desertización.

Es un honor para mí presentar el esfuerzo de decenas de especialistas que se reunieron para describir esta enorme biodiversidad, sus características, sus endemismos, así como las regiones y lugares donde se ubican las amenazas y las oportunidades que cada especie tiene, en potenciar sus conocimientos de los bienes y servicios que, sumados a sus ecosistemas, le brindan a la sociedad en las múltiples expresiones que contamos en Chiapas. El nuestro es un estado muy diverso, pluriétnico y pluricultural, que lo une a Oaxaca y lo conecta con la Mesoamérica que rescata históricamente este puente de conectividad y paso de especies y culturas, los que dejan a esta región como el segundo puente de biodiversidad y cultura del mundo, ya descritos por sendos documentos producidos desde la academia, experiencias de las ciencias y símbolos contemporáneos de nuestra cultura a través del ATENEO de Ciencias y Artes de Chiapas, que ha sido enormemente reconocido por los investigadores.

Así es como la presente obra, titulada La Biodiversidad en Chiapas. Estudio de Estado, compila e integra con un lenguaje sencillo, la mayor parte de la información de las ciencias naturales y las ciencias sociales generada para el estado, a nivel nacional e incluso internacional. Incluye, además, el conocimiento secular que tiene la sociedad en relación con la biodiversidad.

La pobreza del mundo y la marginación pasan por momentos que evidencian que antes de los años sesenta sostuvimos un modelo que agotó muchas fuentes de aprovisionamiento, contaminó las áreas más prístinas de la región y encapsuló a la sociedad que, poco o nada, ha realizado con un solo canal que, cuando menos, sostiene una estrategia de educación ambiental.

Con la gran cantidad de información acumulada desde el profesor Eliseo Palacios Aguilera, Faustino Miranda, Miguel Álvarez del Toro y muchas generaciones más que han retomado los bríos, y con la Comisión Nacional Sobre el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (conabio), en Chiapas hemos avanzado en la determinación de algunas especies que están incorporándose a la base de datos de los estudios realizados en los últimos tres años con la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (unicach), la Universidad Autónoma de Chiapas (unach), el Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas (cocytech) y el otrora Instituto de Historia Natural, que han venido a tener espacios en donde se inserta la propuesta del Plan de Gobierno 2012-2018.

Lic. Manuel Velasco Coello
Gobernador del Estado de Chiapas



Presentación

El libro “La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado” representa un nuevo logro en los esfuerzos por difundir el valor y la importancia para el bienestar de los chiapanecos de el enorme patrimonio natural con el que cuenta el estado.

Esta publicación es indudablemente, una fuente de información actualizada acerca de la situación de los recursos biológicos en Chiapas, que se pone a disposición de autoridades, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y la sociedad en general, y será una herramienta básica para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de planeación del uso sustentable, conservación y restauración del capital natural del estado en beneficio del desarrollo integral de nuestra sociedad. Esta información es sin duda un excelente punto de partida; sin embargo, se requiere tener en cuenta que el conocimiento contenido en esta obra dista de estar completo y es necesario continuar incrementándolo de forma permanente.

Queremos reconocer a las instituciones académicas estatales, nacionales e internacionales que participaron en este notable esfuerzo. Asimismo, es de reconocer el apoyo y dedicación de los cerca de 200 autores pertenecientes a más de 40 instituciones y centros de investigación, para integrar los 9 capítulos que constituyen el documento, los felicitamos por la culminación de este gran esfuerzo. Asimismo, extendemos una invitación para continuar participando en la elaboración de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Chiapas y, desde luego, en su pronta, permanente y efectiva implementación.

Por otro lado, deseamos agradecer a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) por su apoyo para la impresión de esta obra. También al Programa de Pequeñas Donaciones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y a la Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos de CONABIO, por los apoyos económicos para la elaboración de esta obra.

Es necesario mencionar que el presente estudio ya ha sido utilizado como base para la elaboración de la Estrategia Estatal, cuyos objetivos fundamentales son detener el deterioro del capital natural en el estado de Chiapas, así como usar de manera sostenible y conservar los servicios ambientales en beneficio de la sociedad chiapaneca. Parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) son cumplidos y enriquecidos con la participación voluntaria de estados como Chiapas, que reconocen la importancia de realizar acciones locales para obtener beneficios globales.

Asumo, con toda seguridad, el hecho que las autoridades, academia y sociedad serán promotores permanentes de la continuidad de los esfuerzos en ampliar el conocimiento de la biodiversidad, identificar y registrar los cambios que experimenta, y apoyar las acciones de conservación que se ejecuten.

Confío en que, de manera sinérgica, los procesos locales que la elaboración de este estudio y su correspondiente estrategia han puesto en marcha, encausarán de manera tal que en un futuro cercano se pueda constituir una comisión estatal de biodiversidad, a semejanza de CONABIO, que trabaje en apoyo al desarrollo de políticas del Estado que promuevan el conocimiento, uso sustentable y conservación del capital natural de Chiapas.

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional de la CONABIO





Índice
II

Introducción	13
Capítulo 7 Diversidad de ecosistemas	
Resumen de ecosistemas terrestres	19
Comunidades vegetales terrestres	21
Resumen de ecosistemas acuáticos	43
Ecosistemas acuáticos	45
Estudio de caso. La cuenca del río Amarillo y los humedales de montaña	58
Estudio de caso. Ecología de los humedales del litoral del estado	62
Capítulo 8 Diversidad de especies	
Resumen	73
Estado actual del conocimiento de la diversidad fúngica	75
Estudio de caso. Los hongos ascomicetes	84
Biodiversidad de algas marinas bénticas	89
Diversidad de algas dulceacuícolas: una riqueza y un potencial por descubrir	97
Los helechos (Pteridophyta)	103
Las gimnospermas	111
Las plantas con flores	121
Estudio de caso. Las cactáceas	126
Estudio de caso. <i>Lacandonia schismatica</i> Una línea evolutiva nueva	130
Plantas sumergidas, flotantes y emergentes de los humedales	133
Plantas epífitas	143
Estudio de caso. Conservación y uso sustentable de bromelias epífitas en los Altos de Chiapas	152
Orquídeas	154
Estudio de caso. El cultivo sustentable de las orquídeas del Soconusco	158
Resumen invertebrados	161
Moluscos terrestres: caracoles y babosas	163
Estudio de caso. Gasterópodos terrestres y dulceacuícolas del área focal Ixcán, Chiapas	170
Helmintos parásitos de peces de agua dulce	173
Equinodermos (Echinodermata)	181
Crustáceos fósiles	187
Diversidad de las arañas (Arachnida: Araneae)	191
Opiliones: las arañas que no son arañas	197
Estudio de caso. <i>Acropsopilio chomulae</i> , un raro y esquivo opilión	204
Los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea)	207
Mariposas	213
Mariposas nocturnas ("Palomillas")	219
Mariposas tigre (Arctiidae)	227
Diversidad de abejas: el caso de la Reserva de la Biosfera El Triunfo	233
Las efímeras o moscas de mayo: estudio y conservación	241
Los megalópteros: testigos de un pasado glorioso	245
Moscas y mosquitos (dípteros)	253
Resumen vertebrados	259
Registro de vertebrados fósiles	261
Riqueza y diversidad de peces continentales	275
Ictiofauna	283
Estudio de caso. Acerca de un género endémico <i>Profundulus</i> Hubbs 1924 (Cyprinodontiformes: Profundulidae)	298
Estudio de caso. El impacto de especies invasoras: el caso de la familia Loricariidae (Siluriformes)	302

Los anfibios	305
Los reptiles	319
Diversidad de aves: un análisis espacial	329
Estudio de caso. Conservación a escala regional a través de una especie bandera	338
Estudio de caso. Estudio ecológico a largo plazo en la comunidad de aves en la Reserva Ecológica Huitepec, Chiapas	342
Estudio de caso. Aves del Parque Nacional Cañón del Sumidero y sus alrededores	346
Diversidad y conservación de los mamíferos	351
Estudio de caso. Extinción de la liebre de Tehuantepec	362
Estudio de caso. Mamíferos del Corredor Biológico Sierra Madre del Sur	366
Estudio de caso. Diversidad y situación de conservación de los murciélagos	370
Capítulo 9 Diversidad genética	
Resumen	375
Estudios sobre variación y diversidad genética	377
Estudio de caso. Diversidad genética del maíz en Chiapas	386
Estudio de caso. Diversidad genética en poblaciones de insectos de importancia agrícola	388
Estudio de caso. Variación y diversidad genética de la liebre de Tehuantepec, <i>Lepus flavigularis</i>	390
Nuestros autores	395





Introducción
II

INTRODUCCIÓN

Andrea Cruz Angón y Fernando Camacho Rico

El segundo volumen de *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado* contiene tres capítulos: VII) Diversidad de ecosistemas, VIII) Diversidad de especies y IX) Diversidad genética. El objetivo del primero de estos es poner a disposición de un público amplio el estado actual del conocimiento de la diversidad de los principales ecosistemas y grupos biológicos que se distribuyen en Chiapas. En el capítulo VIII cada grupo, comenzando por los hongos y terminando con los vertebrados, es descrito de manera muy breve, se analizan los patrones de diversidad y distribución en el estado, se describe su importancia, ya sea ecológica, económica o cultural, los vacíos existentes en su conocimiento y los principales retos y oportunidades de conservación, entre otros temas relevantes. El noveno capítulo, por su parte, reúne algunas contribuciones sobre el conocimiento de la diversidad genética de especies nativas de Chiapas.

El concepto de especie

En la introducción del volumen I, la diversidad biológica es definida como toda la variedad de las especies vivientes, no sólo las plantas (Plantae) y los animales (Animalia), sino también los hongos (Fungi), los protozoarios (Protista) y las bacterias (Monera). Además, la biodiversidad también incluye a los diversos ecosistemas en los que las especies habitan e interactúan y a la variabilidad genética que éstas poseen.

Debido a que este segundo volumen tiene como base a la especie, se hace una breve revisión del concepto, que a pesar de su importancia, el término sigue siendo ambiguo por razones que se mencionarán más adelante. La especie es la unidad básica de la clasificación taxonómica, es el nivel más conocido de la biodiversidad (Levin, 1979; Mayden, 1997) y por eso es que gran parte de la crisis actual de pérdida de la diversidad biológica está expresada básicamente en este nivel de la biodiversidad. Por ejemplo, los llamados *hotspots* (puntos calientes) de biodiversidad fueron seleccionados con base en las especies que ocurren en cada uno de los sitios; buena parte de los esquemas, leyes y políticas de conservación se han enfocado también en las especies, para las cuales se han compilado listas internacionales, como la de la UICN (Agapow *et al.*, 2005) o nacionales, como la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010).

Una definición común del término especie es la que tiene que ver con grupos de poblaciones que se entrecruzan y tienen descendencia fértil, que comparten una serie de rasgos distintivos y que evolucionan de forma separada de otros grupos (concepto biológico de especie, Mayr, 1942). Sin embargo, esta definición no integra, por ejemplo, a las especies que no tienen reproducción sexual, como muchos microorganismos (bacterias y otros).

La amplia constelación de formas en la que se ha expresado la vida en el planeta desde su origen dificulta establecer un concepto universal de especie, por lo que, actualmente, continúan las controversias y discusiones entre biólogos, filósofos y científicos de disciplinas afines (Rosselló-Mora y Amann, 2001). En la



actualidad, tan solo para definir a los organismos eucariontes, es decir, a aquellos que poseen células con un núcleo delimitado por membranas, se han identificado al menos 22 conceptos distintos de especie (Rosselló-Mora y Amann, 2001). Esto nos indica que existen conceptos de especie moldeados según el enfoque disciplinario que se considere (Perfectti, 2002), por ejemplo, el biológico (Mayr, 1942), el evolutivo (Simpson, 1961; Wiley, 1981; Templeton 1989), el filogenético (Cracraft, 1989) y el ecológico (Mayden, 1997; Brent, 1999), entre otros.

La historia del concepto de especie es compleja. La mayor parte de las sociedades, desde tiempos muy antiguos, ha clasificado a los seres vivos con base en sus similitudes morfológicas (Perfectti, 2002; Sharma, 2009). En la antigua Grecia, por ejemplo, Platón planteó que un dios fue quien creó, en primera instancia, a los *arquetipos* (algo similar al concepto de especie actual), colocándolos en el *eidos* o mundo de las ideas y, posteriormente, esta deidad creó a los seres vivos como sus copias imperfectas (Valencia, 1991). Este concepto se mantuvo sin mayores cambios durante varios siglos y no fue sino casi 1 000 años después que el concepto de especie comenzó a cambiar; John Ray, naturalista inglés, en su *Historia Plantarum* (1866), propuso la perpetuación de los caracteres esenciales de las plantas a través de la reproducción, como un criterio para la diferenciación entre las especies vegetales (Valencia, 1991). Posteriormente, George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1791), definió a la especie como “el conjunto de individuos capaces de engendrar descendencia” lo que posteriormente se conocería como especie biológica. En 1859, Charles Darwin publicó *El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida* con la cual el concepto de especie incorporó la noción de cambio a través del tiempo (evolución), lo que transformó todo el pensamiento de la sociedad de entonces, incluyendo los ámbitos científico, social y económico.

Los seres vivos y las maneras de clasificarlos

Carlos Linneo desarrolló el sistema de clasificación de los seres vivos (1758) que se utiliza en la actualidad y que está conformado por siete categorías jerárquicas principales y varias subcategorías incluyentes: 1) Reino, 2) Phylum o División, 3) Clase, 4) Orden, 5) Familia, 6) Género y 7) Especie. Esta base de clasificación se centra en un sistema de nomenclatura binomial, el cual nombra a las especies con un epíteto genérico (comúnmente se le llama género) y un epíteto específico (o especie) (figura 1). Este sistema evita las confusiones que podrían darse por el uso de nombres vernáculos o comunes, los cuales no sólo varían entre regiones, sino en función de la concepción y cosmovisión que se tenga de la naturaleza; por esta razón, es que en los textos técnicos o científicos se usa dicho sistema para nombrar a las especies. No obstante, en este volumen, los autores hicieron un esfuerzo por utilizar tanto la nomenclatura científica (sistema binomial) como el nombre común de las especies, con el fin de facilitar a los lectores no familiarizados con los textos técnicos la identificación de los organismos por su nombre común.

La información de este volumen

Cada una de las contribuciones del capítulo VIII cuenta con la información básica acerca de los principales grupos de hongos, plantas, invertebrados y vertebrados, como el número de especies, su distribución geográfica, su importancia ecológica, económica y cultural; se identificó a las especies endémicas,

es decir, aquellas que únicamente ocurren en Chiapas, y algunas de las principales amenazas que enfrentan. Como se indicó en la introducción del volumen I de esta obra, es importante reconocer los esfuerzos previos de compilación del conocimiento sobre la diversidad biológica que diversos grupos de académicos y expertos han documentado, por ejemplo: *Chiapas y su Biodiversidad* (Álvarez del Toro *et al.*, 1993) y *Diversidad Biológica en Chiapas* (González *et al.*, 2005). La información contenida en el presente volumen es fundamentalmente una actualización de lo reportado en las obras antes mencionadas, aunque con un enfoque ligeramente distinto, dado que, en este caso, se procuró orientar la información hacia la toma de decisiones.

Este capítulo evidencia el trabajo de 103 investigadores y expertos pertenecientes a 22 instituciones tanto nacionales como extranjeras, realizado durante varias décadas. A pesar de todo este esfuerzo, aún existen vacíos de información importante –por ejemplo, no se contó con trabajos sobre grupos de microorganismos como las bacterias y los protozoarios–, lo que hace evidente la necesidad de fortalecer la investigación científica en el estado, especialmente para grupos taxonómicos poco conocidos; por tal motivo, consideramos que esfuerzos posteriores de compilación del conocimiento biológico del estado deberán enfocarse en cubrir los vacíos que no fue posible resolver tanto en trabajos anteriores como en este último esfuerzo.

En el capítulo IX, “Diversidad Genética”, se han incluido tres breves casos de estudio sobre algunas especies que se distribuyen en el estado. A pesar de que Chiapas cuenta con un número suficiente de instituciones con la infraestructura necesaria para llevar a cabo trabajos de investigación en genética no fue posible contar con un mayor número de contribuciones que documentaran las experiencias de investigación en este tema.

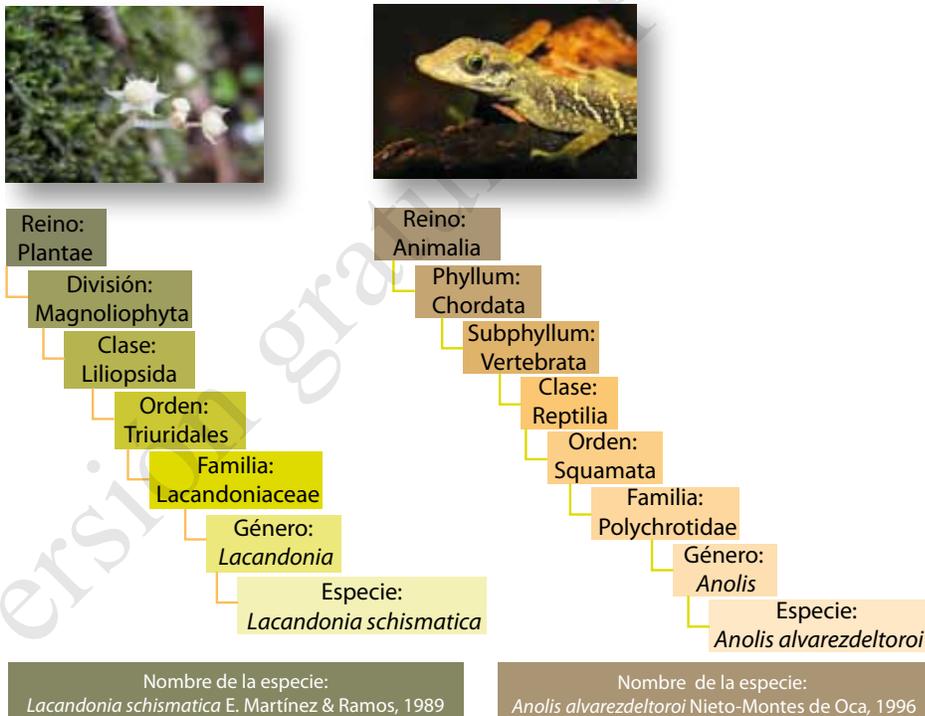


Figura 1. Clasificación taxonómica de dos especies que se distribuyen en Chiapas, *Anolis alvarezdeltoroi* (*Anolis* de Álvarez del Toro), especie que solo ha sido registrada en la localidad tipo en Ocozocoautla, Chiapas. Foto: Noé Jiménez Lang; *Lacandonia schismatica*, planta endémica a Chiapas que es considerada como representante de una nueva línea evolutiva entre las plantas. Foto: Esteban Martínez.

Finalmente, es importante reconocer que el conocimiento sobre la inmensa biodiversidad de Chiapas está lejos de estar acabado y en este sentido, la actualización de la información contenida en este libro y buscar complementar y llenar los vacíos que esta obra no tuvo la posibilidad de cubrir podrá ser una actividad que con la experiencia adquirida, los investigadores de Chiapas podrán realizar en un futuro próximo.

Literatura Citada

- Agapow, P.M., O.R. Bininda-Emonds, K.A. Crandall, J.L. Gittleman, G.M. Mace, J.C. Marshall, A. Purvis. 2004. "The impact of species concept on biodiversity studies", *The Quarterly Review of Biology*, 79: 161-179.
- Álvarez Del Toro, M., E. Palacios, T.G. Cabrera, C.A. Guichard, A. Ramírez, G.J. Cartas. 1993. *Chiapas y su biodiversidad*. Amigos de Sian Ka'an, A.C. México. 152 p.
- Brent, D. 1999. Getting Rid of Species?. En: R. Wilson (ed.). *Species: New Interdisciplinary Essays*. MIT Press.
- Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation. En: D. Otte y J.A. Endler (eds.): *Speciation and its Consequences*. Sinauer, Sunderland, MA. 28-59 pp.
- González, M., N. Ramírez y L. Ruíz (coord.). 2005. *Diversidad Biológica en Chiapas*. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, El Colegio de la Frontera Sur, México, 484 p.
- Levin, D.A. 1979. The nature of plant species. *Science* 204: 381-384.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species from the Viewpoint of a Zoologist*, New York, Columbia University Press.
- Mayden, R.L. 1997. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. En: M.F. Hawah y M.R. Wilson (eds.). *Species: the units of biodiversity*, Chapman and Hall, London.
- Perfectti, F. 2002. Especiación: modos y mecanismos. En: M. Soler, *Evolución: La base de la biología*, Proyecto Sur, España.
- Rosselló-Mora, R., Amann, R. 2001. The species concept for prokaryotes. *FEMS Microbiological Reviews* 25: 39-67.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Diario Oficial de la Federación (DOF).
- Sharma, O.P. 2009. *Plant Taxonomy*. McGraw-Hill Publishing New Delhi.
- Simpson, G.G. 1961. *Principles of Animal Taxonomy*. Columbia University Press, New York.
- Templeton, A.R. 1989. The meaning of species and speciation: a genetic perspective. En: D. Otte y J.A. Endler (eds.), *Speciation and its Consequences*, Sinauer, Sunderland, MA, 3-27 pp.
- Valencia, S. 1991. El problema de la especie. *Ciencias* 24, UNAM.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematics*, Wiley-Liss, New York.



A vibrant photograph of a tropical forest. In the foreground, several large, bright green ferns with intricate, feathery fronds are prominent. In the background, a waterfall cascades down a rocky ledge, surrounded by dense, dark green foliage. The overall scene is lush and verdant.

Capítulo

DIVERSIDAD DE
ECOSISTEMAS

7

Resumen de ecosistemas terrestres

Cyntia Reyes Hartmann

Las comunidades vegetales terrestres de Chiapas integran una de las mayores riquezas florísticas de México, de acuerdo con el sistema propuesto por Breedlove (1981); para Chiapas se reconocen 17 tipos de vegetación o principales formaciones vegetales. Este sistema divide a las formaciones boscosas en dos principales series: las "formaciones óptimas", que no tienen una estación seca apreciable, y las "formaciones estacionales", con una estación seca de 1-6 meses de duración. Breedlove (1981) definió otras dos series que reconoce como francamente artificiales: una serie de formaciones no arboladas y otra de formaciones arboladas de áreas inundables (cuadro 1).

Cuadro 1. Principales formaciones vegetales de Chiapas.

A. Formaciones óptimas	B. Formaciones estacionales	C. Formaciones arboladas de áreas inundables	D. Formaciones no arboladas
1. Bosque tropical lluvioso	5. Bosque estacional perennifolio	10. Sabana	14. Matorral perennifolio de neblina
2. Bosque lluvioso de montaña baja	6. Bosque de pino-encino-liquidámbar	11. Canacoital	15. Tular
3. Bosque lluvioso de montaña	7. Selva baja caducifolia	12. Palmar	16. Popal
4. Bosque perennifolio de neblina	8. Bosque de pino-encino	13. Manglar	17. Matorral de dunas costeras
	9. Selva baja espinosa caducifolia		

Los 17 tipos de vegetación o formaciones vegetales principales en Chiapas, incluyen 1 516 especies, subespecies y variedades de hábito arbóreo pertenecientes a cuando menos 105 familias botánicas. A pesar del severo grado de deforestación documentado para los últimos 50 años, no se ha documentado la extinción de ninguna especie arbórea, pero esto no quiere decir que las dinámicas poblacionales de muchas especies estén afectadas, en particular en los bosques húmedos de mayores altitudes.

De manera general, las mayores amenazas se asocian a patrones de uso del suelo que tienden a simplificar no sólo la composición y estructura de la vegetación original, sino también aquella de los más complejos paisajes humanizados que otrora se derivaban de los usos tradicionales. Las perspectivas de desarrollo y conservación en Chiapas pueden encontrar en su riqueza biológica y cultural una base amplia para el desarrollo de sistemas productivos alternativos,

aplicables en amplias extensiones que hagan alto uso de la biodiversidad, sin necesidad de optar por sistemas simplificados y la introducción de especies exóticas. A la par, una adecuada inversión y capitalización en las comunidades indígenas y campesinas podría concentrar y capacitar a la mano de obra en torno a sistemas de producción más intensiva, con técnicas ambientalmente blandas, que a la postre logren hacer más redituable el trabajo y el arraigo rural.



Versión gratuita. Prohibida su venta.

COMUNIDADES VEGETALES TERRESTRES

Mario González Espinosa y Neptalí Ramírez Marcial

Introducción

La posición geográfica, la amplitud latitudinal, la complejidad fisiográfica y la historia geológica y humana de Chiapas ocasionan una gran variedad de paisajes, condiciones ecológicas locales, gradientes ambientales regionales, además de una enorme diversidad regional de ecosistemas y especies (Müllerried, 1957; Breedlove, 1981; Ceballos *et al.*, 1998; González-Espinosa *et al.*, 2005a). Como en cualquier otro lugar, la descripción y clasificación de las comunidades vegetales terrestres de Chiapas surge de la necesidad de comprender su estructura y funcionamiento para su mejor manejo (Shimwell, 1971). Sin embargo, sin entrar en antiguos debates sobre la naturaleza de las comunidades vegetales (Gleason, 1926; Clements, 1936; ver una discusión en Ricklefs, 2004), debe enfatizarse que en la actualidad se considera que las comunidades vegetales no son entidades fácilmente delimitables en el espacio, sino meras entidades emergentes de la coincidencia puntual en el tiempo y el espacio de las distribuciones de las especies a nivel regional (Ricklefs, 2004). En este capítulo no podemos sustraernos de seguir la tradición académica de intentar describir una vegetación terrestre tan compleja como la de Chiapas con base en la identificación de unidades discretas, es decir, los tipos de vegetación o formaciones vegetales que se describen y clasifican en tratados como los de Miranda (1952), Miranda y Hernández X. (1963), Gómez-Pompa (1965), Pennington y Sarukhán (1968, 2005), Rzedowski (1978) y Breedlove (1981). Con todo, no podemos dejar de llamar la atención sobre la realidad de su compleja integración a lo largo de diversos gradientes ambientales (González-Espinosa *et al.*, 2004, 2005b), así como de lo artificial y limitado de tratarlos como unidades discretas.

La vegetación de Chiapas ha sido estudiada por numerosos naturalistas, viajeros y botánicos desde el siglo XVIII (Breedlove, 1981). Durante el último medio siglo han aparecido tratados de la vegetación, tanto de ámbito nacional como restringidos al trópico mexicano, que incluyen descripciones con diversos niveles de detalle de los tipos de vegetación que pueden encontrarse en Chiapas (Miranda, 1952; Miranda y Hernández X., 1963; Gómez-Pompa, 1965; Pennington y Sarukhán, 1968, 2005; González-Quintero, 1974; Rzedowski, 1978; Breedlove, 1981). Algunos de estos sistemas de descripción y clasificación de la vegetación fueron elaborados por investigadores destacados, conocedores de la flora y la geografía estatal, y han sido ampliamente aplicados, mostrando con el tiempo su validez y utilidad.

La definición y reconocimiento de las principales formaciones vegetales de Chiapas han sido precedidos o coincidentes con notables esfuerzos por conocer la flora chiapaneca o de regiones afines (Standley, 1920-1926; Standley y Steyermark, 1946-1966; Standley y Williams, 1961-1975; Gentry y Standley, 1974; Berlin *et al.*, 1974; Smith, 1981; Breedlove, 1986; Wendt, 1993; Fryxell, 1994; Daniel, 1997, 2005a,b; Farjon y Styles, 1997; Strother, 1999; Calderón de Rzedowski y Rzedowski, 2001; Berlin y Berlin, 2005; Fritsch, 2005; González-Espinosa *et al.*, 2005b; Keller, 2005; Kelly y Almeda, 2005). Valorando la enorme riqueza

za florística del estado (estimada entre nueve mil y 10 mil especies de plantas vasculares) y sin dejar de conceder que persisten considerables lagunas de conocimiento, puede decirse que la flora de Chiapas está moderadamente bien documentada (figuras 1 y 2). En el más reciente libro sobre los árboles de Guatemala (Parker, 2008) se presentan las descripciones botánicas completas de poco más de 2 300 especies y variedades de árboles encontrados en dicho país; probablemente, más de 90 % de esas especies se distribuyen en Chiapas.

En este capítulo se describen las comunidades vegetales terrestres de Chiapas reconocidas en el sistema propuesto por Breedlove (1981), a su vez basado en el de Beard (1944). Encontramos varias razones para seguir este sistema. Primero, se trata de un sistema sencillo y muy general. Segundo, se basa en criterios directamente ecológicos, relativos a las relaciones de la vegetación con las principales variables ambientales, como la temperatura (correlacionada con la altitud) y la precipitación (duración de la estación seca). Tercero, no usa nomenclatura elabo-

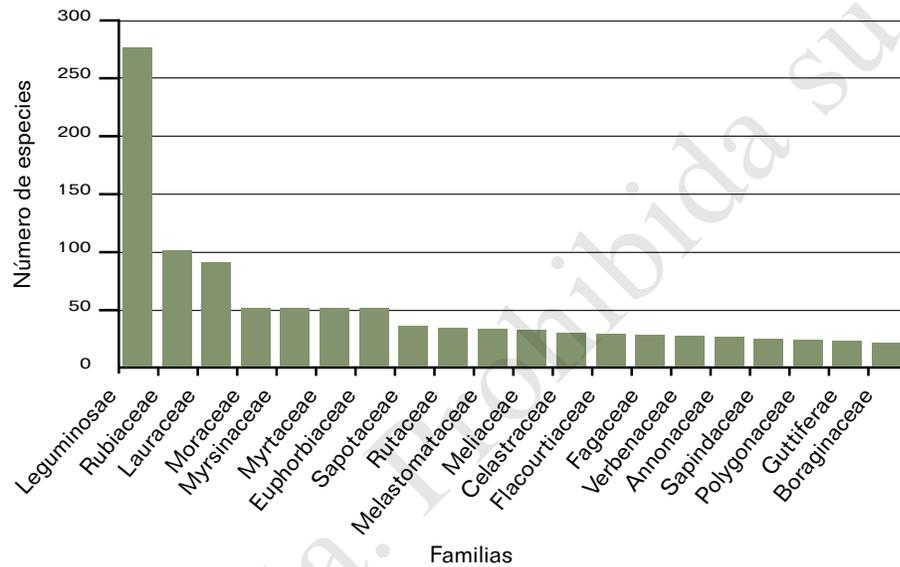


Figura 1. Relación de las 20 familias botánicas con la mayor riqueza de especies de árboles en Chiapas. La información de base proviene de registros obtenidos de ejemplares en diversos herbarios nacionales y el extranjero (González-Espinosa *et al.*, 2004, 2005b) y de inventarios florísticos de múltiples autores.

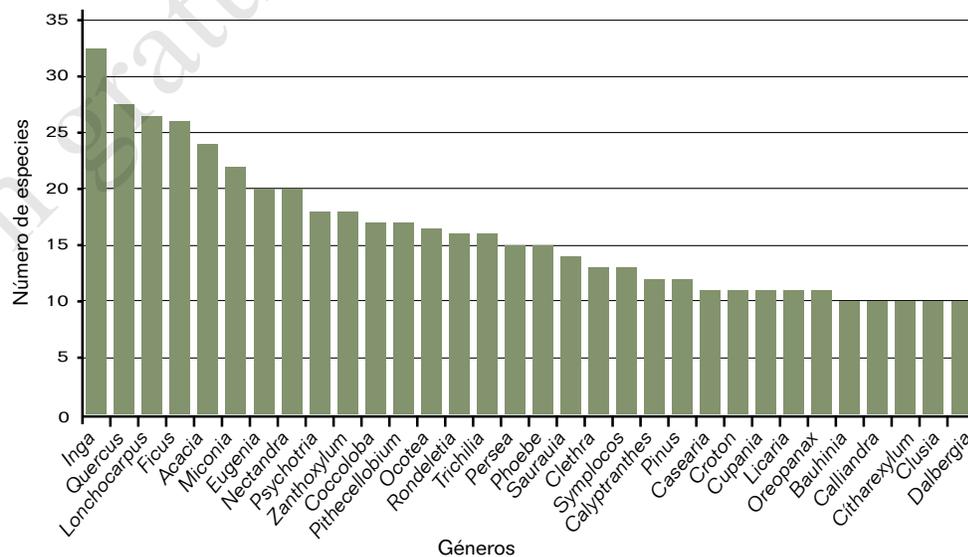


Figura 2. Relación preliminar del número de especies para los géneros más representados en la flora arbórea de Chiapas. La información de base proviene de registros obtenidos de ejemplares en diversos herbarios nacionales y el extranjero (González-Espinosa *et al.*, 2004, 2005b) y de inventarios florísticos de múltiples autores. Elaborado por los autores.

rada o poco usada fuera de México, por lo que es fácil relacionar los principales tipos de vegetación de Chiapas con sistemas muy ampliamente utilizados (Holdridge, 1967, 1987). Cuarto, se pueden presentar equivalencias explícitas con los principales sistemas desarrollados en México (cuadro 1). Finalmente, el amplio uso que hemos efectuado de este sistema durante dos décadas de trabajo en bosques y selvas muy alterados de Chiapas nos lleva a considerarlo como un sistema de clasificación efectivo.

Descripción de las formaciones vegetales

El sistema desarrollado por Breedlove (1981) para Chiapas, del cual existe una traducción al español en López Sánchez (1993), divide a las formaciones boscosas en dos principales series: las “formaciones óptimas”, que no tienen una estación seca apreciable, y las “formaciones estacionales”, con una estación seca de 1-6 meses de duración. Breedlove (1981) definió otras dos series que reconoce como francamente artificiales: una serie de formaciones no arboladas y otra de formaciones arboladas de áreas inundables. En la figura 3 se presenta, de manera preliminar, la riqueza de especies acumulada en cada uno de los diferentes tipos de vegetación con dominancia por

especies arbóreas. Cabe señalar que este dato no corresponde a la densidad de especies, para lo cual se requiere de información actualizada sobre la extensión espacial de la distribución de cada tipo de vegetación. También presentamos un apéndice electrónico (apéndice VII.1) con un listado preliminar actualizado con las 1516 especies arbóreas colectadas en Chiapas y los tipos de vegetación en que se han encontrado.

FORMACIONES ÓPTIMAS

Las cuatro formaciones óptimas se presentan desde el nivel del mar hasta por encima de los 3 000 m de altitud. Breedlove (1981) las define con base en la ocurrencia de una estación seca de menos de un mes de duración, aunque es común que ésta dure hasta dos meses sin que el piso forestal llegue a secarse. Se trata de comunidades muy diversas, con predominio de especies arbóreas perennifolias, cuya extensión original abarcaba entre 20 y 25 % del territorio chiapaneco (Flores-Mata *et al.*, 1971; Palacio-Prieto *et al.*, 2000). Debido al cambio de uso del suelo, para dedicarlo principalmente a actividades agropecuarias, su distribución ha sido severamente reducida y su integridad biológica y funcional a largo plazo está seriamente amenazada, como han documentado en detalle estudios realizados en varias

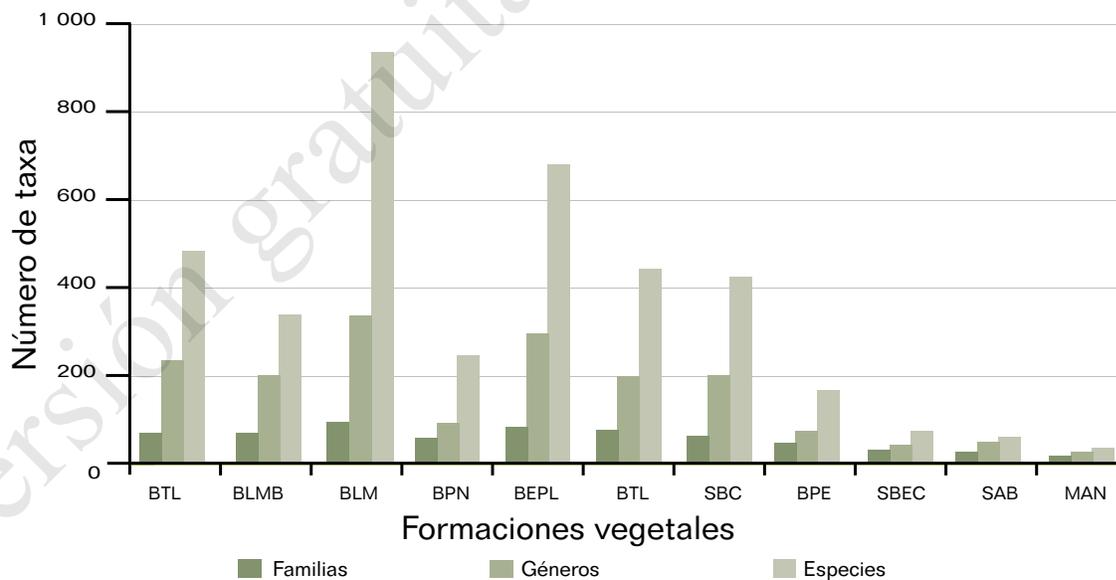


Figura 3. Relación preliminar del número de especies arbóreas distribuidas en las 11 principales formaciones vegetales en Chiapas que presentan dominancia por especies arbóreas: BTL = Bosque tropical lluvioso, BLMB = Bosque lluvioso de montaña baja, BLM = Bosque lluvioso de montaña, BPN = Bosque perennifolio de neblina, BEPL = Bosque de pino-encino-liquidámbar, SBC = Selva baja caducifolia, BPE = Bosque de pino-encino, SBEC = Selva baja espinosa caducifolia, SAB = Sabana, MAN = Manglar. Fuente: La información de base proviene de registros obtenidos de ejemplares en diversos herbarios nacionales y del extranjero (González-Espinosa *et al.*, 2004, 2005b) y de inventarios florísticos de múltiples autores. Las cifras solamente reflejan la riqueza de especies acumuladas en cada formación vegetal y no se refieren a la densidad de especies por unidad de área. Elaborado por los autores.

Cuadro 1. Equivalencia entre distintos sistemas de nomenclatura que se han utilizado para la descripción de los tipos de vegetación de Chiapas.

	Miranda (1952)	Miranda y Hernández X. (1963)	Gómez-Pompa (1965)	Pennington y Sarukhán (1968, 2005)
Bosque tropical lluvioso	Selva alta siempre verde, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente
Bosque lluvioso de montaña baja	Selva alta siempre verde, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente	Selva alta perennifolia, parcialmente
Bosque lluvioso de montaña	Selva mediana y baja siempre verde, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente
Bosque perennifolio de neblina	Selva mediana y baja siempre verde, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente	Selva mediana o baja perennifolia, parcialmente
Bosque estacional perennifolio	Selva alta subdecidua	Selva alta o mediana subperennifolia/ subcaducifolia	Selva alta o mediana subperennifolia/ subcaducifolia	Selva alta o mediana subperennifolia/ subcaducifolia
Bosque de pino-encino-liquidámbar (Pine-Oak-Liquidambar forest, Carlson, 1954)	Bosque deciduo (Deciduous forest, Miranda y Sharp, 1950)	Bosque caducifolio		Bosque Caducifolio
Selva baja caducifolia	Selva baja decidua	Selva baja caducifolia		Selva baja caducifolia
Bosque de pino-encino	Pinares y Encinares	Pinares y Encinares		
Selva baja espinosa caducifolia		Selva baja espinosa caducifolia		Selva baja espinosa caducifolia
Sabana	Sabana	Sabana; Selva baja subperennifolia	Sabana	Sabana
Canacoital		Manglar, parcialmente		Canacoital
Palmar	Palmar	Palmar		Palmar de Attalea y Palmar de Sabal
Manglar	Manglar	Manglar		Manglar
Matorral perennifolio de neblina	Páramos de altura	Páramos de altura		
Tular		Tular		
Popal		Popal		
Matorral de Dunas Costeras	Cordón litoral (Miranda, 1942)			

Elaborado por los autores, según Breedlove, 1981.

	Flores-Mata et al. (1971)	Rzedowski y McVaugh (1966), Rzedowski (1978)	Holdridge (1967) y otros según se indica
	Selva alta perennifolia, parcialmente	Bosque tropical perennifolio, parcialmente	Tropical rain forest
	Selva alta perennifolia, parcialmente	Bosque tropical perennifolio, parcialmente	Tropical premontane moist, wet or rain forest
		Bosque tropical perennifolio, parcialmente; Bosque mesófilo de montaña, parcialmente (ver también Ramírez-Marcial, 2001)	Tropical montane moist, wet or rain forest
		Bosque mesófilo de montaña, parcialmente (ver también Ramírez-Marcial, 2001)	Subtropical montane wet or rain forest; Cloud forest (Leopold, 1950)
	Selva alta o mediana subperennifolia	Bosque tropical perennifolio, parcialmente	Tropical or Subtropical premontane moist forest
	Bosque caducifolio	Bosque mesófilo de montaña, parcialmente (ver también Ramírez-Marcial, 2001)	Subtropical montane moist forest; Cloud forest, parcialmente (Leopold, 1950, Martin 1958)
	Selva baja caducifolia	Bosque tropical deciduo	Tropical or Subtropical dry and very dry forest; Deciduous seasonal forest (Beard, 1944)
		Bosque de pino y encino	Pine-Oak forest (Leopold, 1950)
		Bosque espinoso	Tropical and Subtropical thorn woodland
		Vegetación sabanoide	Savanna (Leopold, 1950)
		Palmar	
		Manglar	Mangrove swamp (Steyermark, 1950)
		Páramos de altura	Tropical or Subtropical montane or subalpine moist, wet or rain paramo; Páramo (Breedlove, 1973)

regiones del estado (Bubb, 1991; de Jong *et al.*, 1999; Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000; Ochoa-Gaona, 2001; Cayuela *et al.*, 2006 *a,b*; Flamenco-Sandoval *et al.*, 2007).

Bosque tropical lluvioso (BTL)

Hace casi medio siglo se mencionó que los escasos fragmentos de bosques que podrían merecer esta denominación sólo se encontraban en las partes bajas (menos de 400 msnm) y muy lluviosas (más de 2 000 mm de lluvia anual) de las Montañas del Oriente –Selva Lacandona, municipio de Ocosingo (Müllerried, 1957)–, en lomeríos suaves con suelos aluviales profundos y con buen drenaje (Miranda, 1961; Breedlove, 1981; Pérez *et al.*, 2005). Es posible que en la actualidad no persistan estos fragmentos por la acentuada deforestación ocurrida en la región. En condiciones de bosque maduro, esta formación vegetal sería posiblemente la más diversa en Chiapas, quizá con 110-120 especies de árboles por hectárea –individuos con un diámetro del tallo a la altura del pecho, d.a.p., mayor de 3 cm– (Meave del Castillo, com. pers.). Se le reconocen tres (Breedlove, 1981) o cuatro estratos (Meave del Castillo, 1990) y se distingue del bosque lluvioso de montaña baja que lo circunda (ver más adelante) por la presencia de un estrato discontinuo por encima de los 40 m de altura. El estrato superior consta de árboles rectos emergentes, poco ramificados hasta su parte más alta y con contrafuertes en su base que típicamente rebasan los 40 m de altura –hasta 60 y ocasionalmente 70 m (Miranda, 1961). En el estrato intermedio continuo hay árboles ramificados de 20-40 m de altura, un estrato de 10-20 m y un estrato de árboles pequeños de 4-10 m. La composición florística de estos estratos es muy similar a la del bosque lluvioso de montaña baja (cuadro 2). El piso forestal del BTL es poco iluminado y son escasas las especies herbáceas y arbustivas; su abundancia local indica disturbios recientes en los niveles altos del bosque debidos a la caída de ramas o árboles.

Bosque lluvioso de montaña baja (BLMB)

El bosque lluvioso de montaña baja es el tipo de vegetación más ampliamente distribuido en las partes bajas de las regiones montañosas (300-

800 msnm) de Chiapas que no tienen una estación seca o donde ésta es muy corta (< 2-3 meses). Se encuentra en una variedad de geofor-mas, desde lomeríos suaves con suelos profundos y bien drenados hasta pendientes muy acentuadas con suelos pedregosos muy delgados. Estos bosques han sido ampliamente talados y quemados para dedicar los terrenos a usos agropecuarios, principalmente cafetales en amplias regiones; solamente se mantienen fragmentos maduros en cañadas rocosas o en cimas muy inaccesibles. Originalmente ocupaban la mayor parte de las Montañas del Oriente (Selva Lacandona), las partes bajas de las Montañas del Norte y una estrecha franja en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas. Este tipo de vegetación comparte muchas de las especies del BTL, pero carece del estrato superior de árboles emergentes. Se pueden identificar tres estratos (cuadro 2). El dosel o estrato superior es casi continuo y alcanza desde 20 hasta 40-45 m de altura. El interior de estos bosques puede incluir densas poblaciones de palmas, arbustos, bejucos y lianas con frecuencia asociadas a aperturas del dosel por disturbios naturales o antrópicos de baja extensión o intensidad. La mayor proporción del BLMB ha sido convertido a potreros y terrenos agrícolas en las partes bajas y cafetales en las partes más altas, lo que ha ocasionado en los paisajes montañosos un mosaico muy complejo y abigarrado de comunidades de diferentes edades sucesionales (Calzada y Valdivia, 1979; López Mendoza, 1980; Castillo-Campos y Narave, 1992; Quintana-Ascencio *et al.*, 1996; Levy *et al.*, 2002; Levy-Tacher y Aguirre Rivera, 2005; González-Espinosa *et al.*, 2005b).

Bosque lluvioso de montaña (BLM)

Las asociaciones del bosque lluvioso de montaña se distribuyen en una amplia franja de altitud (900-2 200 msnm) en las partes altas de las regiones montañosas sin estación seca acentuada de las Montañas del Norte y del Oriente (Ramírez-Marcial *et al.*, 2001), a lo largo de la vertiente oriental de la Meseta Central y en las dos vertientes de la Sierra Madre de Chiapas (Long y Heath, 1991). Un atributo distintivo de este tipo de vegetación es la ocurrencia de una densa cobertura de los troncos y ramas por musgos y epífitas vasculares, mayor que en ningún otro ecosistema en Chiapas (Breedlove,

1981; Rzedowski, 1996; Wolf y Flamenco, 2003, 2005). El BLM incluye tres estratos (en las partes más altas de su distribución se distinguen sólo dos): un dosel o estrato superior que alcanza entre 20 y 35 m de altura, ocasionalmente con individuos emergentes de más de 40 m, un estrato intermedio de entre 10 y 20 m y un estrato bajo de entre 4 y 10 m (cuadro 2). El sotobosque es denso con arbustos, helechos y herbáceas. Las mayores plantaciones de café en Chiapas se encuentran en terrenos que antes ocupaba el BLM; junto con los desmontes para otros usos agropecuarios, constituyen un complejo paisaje de comunidades sucesionales.

Bosque perennifolio de neblina (BPN)

Las asociaciones de esta formación ocupan las partes más altas de las montañas más húmedas de Chiapas (más de 2 200 m de altitud), en la Meseta Central, las Montañas del Norte y la Sierra Madre de Chiapas. Posiblemente se trata del tipo de vegetación más amenazado en Chiapas debido a que su distribución siempre ha sido restringida, al alto grado de fragmentación de la distribución original de las especies –muchas de ellas endémicas al BPN al cambio de uso del suelo –en especial la deforestación, que conlleva la ocurrencia de heladas invernales y sequía en áreas abiertas que no alcanzan el interior de los bosques maduros– y al cambio climático global que ocasionará la desaparición de su característica neblina presente durante muchas horas de numerosos días del año (Golicher *et al.*, 2008). Junto con el BLM se trata de un bosque con una alta riqueza de especies, muy variable en su composición florística local. Aunque en el BPN y el BLM confluyen taxa de una gran variedad de afinidades fitogeográficas, más de la mitad de los géneros de árboles y arbustos de estos bosques en Chiapas son de afinidad neotropical amazónica, meridional andina u holártica (Ramírez-Marcial, 2001). Los fragmentos maduros de estos bosques incluyen dos estratos (cuadro 2): un dosel casi continuo a una altura de entre 25 y 35 m, aunque algunos individuos emergentes pueden alcanzar los 45 m, y un estrato interior de entre 5 y 20 m de altura (Carlson, 1954; Zuill y Lathrop, 1975; Williams, 1991; Ramírez-Marcial *et al.*, 1998; Gómez Velasco *et al.*, 2004). El sotobosque arbustivo es denso, con numerosas palmas (Gómez Velasco *et al.*, 2004; Pérez-

Farrera *et al.*, 2004) y los musgos y epífitas son abundantes, con un incremento en la representación de los helechos entre estas últimas (Smith, 1981; Wolf y Flamenco, 2003, 2005). Las amplias transformaciones agropecuarias han dado lugar a numerosos y muy variados fragmentos de vegetación secundaria asociados al BPN, cuya composición con frecuencia se relaciona estrechamente con otros tipos de vegetación colindantes (González-Espinosa *et al.*, 2006; Cayuela *et al.*, 2006c; Zavala *et al.*, 2007). Ocasionalmente, algunos elementos de los bosques maduros predominan en bosques secundarios, notablemente las especies del género *Pinus*, con modificaciones importantes en las condiciones ambientales del interior del bosque (González-Espinosa *et al.*, 1995, 2008; Ramírez-Marcial *et al.*, 1998; Ramírez-Marcial, 2001; Galindo-Jaimes *et al.*, 2002; Cayuela *et al.*, 2006c).

FORMACIONES ESTACIONALES

Más de la mitad de la extensión de la vegetación original de Chiapas la ocupaban comunidades forestales con una estación seca de entre tres y seis meses de duración y que se distribuían desde el nivel del mar hasta cerca de los 3 000 m de altitud. Breedlove (1981) menciona que sus remanentes son bosques abiertos, relacionados florísticamente y con franjas de sobreposición en su distribución. Las lianas son poco frecuentes pero las epífitas pueden ser muy abundantes.

Bosque estacional perennifolio (BEP)

El BEP se distribuye en áreas bajas hasta los 1 200 m de altitud. Su distribución original abarcaba porciones de suelos derivados de materiales calizos o metamórficos, delgados y pedregosos de la Sierra Madre de Chiapas, el sur y oeste de las Montañas del Norte y de la Planicie Costera del Golfo. Es un tipo de bosque que guarda similitud fisonómica con el BTL y el BLMB durante la estación lluviosa; sin embargo, presenta una estación seca bien definida en la que el piso forestal se seca considerablemente y algunas de las especies dominantes pierden sus hojas. Consta de dos o tres estratos (cuadro 2), con un dosel discontinuo de entre 25 y 35 m de altura (ocasionalmente hasta 40 m) y uno o dos estratos de árboles bajos de altura muy variable (de entre 5 y 25 m). Algunos de sus

elementos se presentan en las cañadas protegidas y vegas de ríos bien drenadas, en áreas donde el tipo de vegetación predominante es la selva baja caducifolia (ver más adelante). En áreas de suelos fértiles y topografía no muy accidentada, esta comunidad vegetal ha sido ampliamente convertida en potreros y campos de cultivo. Los fragmentos mejor conservados posiblemente se encuentran en las regiones más inaccesibles y con suelos más pobres (litosoles y regosoles) de la reserva de El Ocote (Wendt, 1993; Ochoa-Gaona, 1996; Escobar-Ocampo y Ochoa-Gaona, 2007).

Bosque de pino-encino-liquidámbar (BPEL)

Esta formación vegetal se presenta en Chiapas en una amplia franja de altitud que va de entre los 1 000 y 1 200 msnm hasta poco más de 2 000 msnm. Sus asociaciones incluyen algunas especies del BLM, del BPN y del bosque de pino-encino, en pendientes y valles con una estación seca de no más de tres meses, localizados en el norte de la Meseta Central, en lugares aislados de las Montañas del Norte y en el declive oriental de la Sierra Madre (Zuill y Lathrop, 1975; Breedlove, 1981; Long y Heath, 1991; González-Espinosa *et al.*, 1997; Ramírez Marcial *et al.*, 1998, 2001; Ramírez-Marcial, 2001; Gómez-Velasco *et al.*, 2004; Pérez-Farrera, 2004). Ramírez-Marcial (2002) considera que el BPEL puede ser una formación secundaria ocasionada por el disturbio de asociaciones más maduras del BLM o del BPN (por ejemplo, la de *Quercus-Podocarpus* en las Montañas del Norte). Rzedowski (1978) señala que las masas puras de *Liquidambar styraciflua* representan una comunidad sucesional orientada hacia un bosque mixto más maduro. Este mismo patrón también ha sido recientemente reconocido para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, en Jalisco y Colima, donde el BPEL es reemplazado por otras especies de latifoliadas posterior a la suspensión de los incendios forestales (Jardel-Peláez, 2008). La inclusión de especies de *Pinus* como características del dosel del BPEL es consistente con esta percepción de su naturaleza sucesionalmente secundaria en ambientes frescos y húmedos (González-Espinosa *et al.*, 2006; Cayuela *et al.*, 2006c; Zavala *et al.*, 2007). Se trata de bosques con una alta riqueza de especies, muchas de ellas caducifolias o subca-

ducifolias que forman dos estratos (cuadro 2): un dosel de entre 20 y 35 m (ocasionalmente más alto) y un estrato de árboles del interior muy diverso de menos de 20 m de altura. Las epífitas son abundantes sobre las ramas más fuertes de los árboles más altos. Algunas de las mayores extensiones de asociaciones maduras remanentes de BPEL se encuentran dentro de áreas naturales protegidas, como la Reserva de la Biosfera El Triunfo y el Parque Nacional Lagunas de Montebello (Ramírez-Marcial, 2001). Sin embargo, por razones similares a las mencionadas para el BPN, éste es uno de los ecosistemas más amenazados por el cambio de uso de suelo, destacándose la extensión dedicada al cultivo de café de sombra. El dosel lo forman principalmente tres grupos de especies que son favorecidas por el disturbio y con variación considerable en tolerancia a gradientes de luminosidad y sequía (Camacho-Cruz y Galindo-Jaimes, com. pers.): *Quercus* spp., *Pinus* spp. y otras latifoliadas (principalmente *Liquidambar styraciflua* y en menor proporción *Clethra* spp. y *Persea* spp.).

Selva baja caducifolia (SBC)

La SBC es un tipo de vegetación que se encuentra en Chiapas en la mayor parte de la Planicie Costera del Pacífico, desde el nivel del mar hasta las partes más bajas de la Sierra Madre de Chiapas y en la mayor parte de las planicies, laderas y cimas bajas de la Depresión Central, desde Guatemala hasta el istmo de Tehuantepec (Reyes-García y Sousa, 1997). Es una formación que presenta una estación seca de entre cuatro y seis meses de duración (entre noviembre y mayo) y alcanza hasta los 1 200 m de altitud. Se puede reconocer un estrato arbóreo de entre 15 y 20 m de altura, con algunos individuos emergentes de hasta 25 m; en cañadas y áreas más húmedas con suelos profundos, algunos individuos podrían alcanzar hasta 30 m (cuadro 2). En la estación seca la mayor parte de los árboles están desprovistos de su follaje y florecen sincrónica y asincrónicamente entre las especies. El sotobosque es denso y de fenología muy estacional. Las lianas no son muy abundantes, pero las epífitas pueden serlo en sitios donde es frecuente la neblina invernal, en particular en el norte de la Depresión Central. La marcada estacionalidad de la lluvia, la ausencia de hela-

das, la topografía y la calidad de los suelos han sido favorables para convertir este ecosistema en comarcas agrícolas muy productivas desde el inicio de la época de la Colonia, en ocasiones con el auxilio de obras de riego. También ha prevalecido el interés por desarrollar la ganadería, generalmente extensiva, después del desmonte de selvas en áreas de pendientes pronunciadas. Se ha mencionado la posibilidad de que en grandes extensiones de la Depresión Central de Chiapas, la SBC sea una formación secundaria orientada a comunidades más mesicas (como el BEP), derivada de incendios fuera de control al limpiar potreros (Miranda, 1952; Pennington y Sarukhán, 2005). En áreas montañosas, por arriba de los 800 m de altitud, la SBC presenta asociaciones mixtas con elementos dominantes del bosque de pino-encino, frecuentemente asociadas a disturbios antrópicos crónicos como la extracción de leña, el pastoreo e incendios para limpiar potreros (Álvarez-Moctezuma *et al.*, 1999; Rocha-Loredo *et al.*, 2010). En una estrecha franja de la Planicie Costera del Pacífico, Miranda (1952) identificó una asociación particular de SBC con *Alvaradoa amorphoides*, *Coccoloba caracassana*, *C. floribunda*, *Randia armata*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Trichilia hirta*, *Swietenia humilis* y *Zygia conzattii*.

Bosque de pino-encino (BPE)

El BPE es una formación boscosa muy compleja por la gran amplitud altitudinal en la que se encuentran especies de *Pinus* y *Quercus* como dominantes del dosel. Se puede presentar entre los 800 y 2500 m de altitud, principalmente en la Depresión Central, en la Meseta Central y en el declive del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas. Es frecuente que el predominio de especies de estos géneros sea favorecido por diversos regímenes de disturbio antrópico, incluidos los incendios. Presenta, de manera distintiva, un dosel con predominio de varias especies de *Pinus* y *Quercus* (González-Espinosa *et al.*, 1991, 1995, 2006; Álvarez-Moctezuma *et al.*, 1999; Galindo-Jaimes *et al.*, 2002; Alba-López *et al.*, 2003; Zavala *et al.*, 2007). Es común que coexistan entre tres y cuatro especies de *Quercus* con dos o tres especies de *Pinus*; elementos ocasionales del dosel pueden ser *Arbutus xalapensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra chiapensis* y *Persea americana* (cuadro 2). La continuidad,

altura y riqueza de especies del dosel, así como la complejidad y riqueza de la estructura vertical, son muy variables en función de la exposición, la profundidad y pedregosidad del suelo, así como del disturbio antrópico crónico. En las condiciones de mayor altitud (>2300 m), húmedas y frías, es común un dosel formado por asociaciones con *Quercus acatenangensis*, *Q. benthamii*, *Q. crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Pinus ayacahuite*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *P. p.* var. *apulcensis* y *P. tecunumanii*. Los bosques de pino-encino en los sitios más húmedos y fértiles muestran sólo una pequeña dominancia (valor de importancia relativa <15 %) de los pinos respecto a los encinos o robles (González-Espinosa *et al.*, 1991). En condiciones también altas (>1600 m), pero más secas, en sitios de suelos delgados con exposición oeste o suroeste, pueden ser comunes las asociaciones con *Q. crispipilis*, *Q. segoviensis*, *P. devoniana* y *P. maximoi*, colindantes con asociaciones de la SBC. Breedlove (1981) menciona a las comunidades con predominio de especies de *Pinus* como una variante del BPE. Estos pinares son comunidades marcadamente empobrecidas en su composición y estructura y varias fuentes de evidencia apuntan a su frecuente origen antrópico, al menos en áreas con suelos profundos que han sido dedicados a la agricultura y (o) a una cosecha crónica de leña de las especies de *Quercus* y otras latifoliadas (González-Espinosa *et al.*, 1995, 2006, 2009; Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000; Galindo-Jaimes *et al.*, 2002; García-Barrios y González-Espinosa, 2004; Ochoa-Gaona *et al.*, 2004; Quintana-Ascencio *et al.*, 2004). En los sitios con predominio de encinos se puede encontrar una gran riqueza y abundancia de especies de epífitas, notablemente bromeliáceas, pero también helechos y orquídeas (Wolf y Flamenco, 2003, 2005). En las mayores elevaciones de la Meseta Central (volcán Tzontehuitz y cerro Huitepec) y del volcán Tacaná, en el Soconusco, se pueden encontrar comunidades dominadas por pastos altos amacollados, descritas como zacatonales por Miranda (1952), Miranda y Hernández X. (1963) y Breedlove (1981). En su aspecto general son similares al zacatonal alpino descrito por Almeida *et al.* (1994) encima de la línea de vegetación arbórea en el Eje Neovolcánico, aunque en Chiapas se presentan en menores altitudes. Se describen aquí como comunidades asociadas al BPE, propiciadas por disturbios antró-

Cuadro 2. Resumen de la distribución, principales amenazas y elementos arbóreos típicos de la flora primaria y secundaria de las principales formaciones boscosas no inundables de Chiapas.

Tipo de vegetación	Distribución y principales amenazas
BTL	Áreas bajas de la región de las Montañas del Oriente. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; plantaciones forestales con especies exóticas.
BLMB	Montañas del Oriente (Selva Lacandona), áreas bajas de las Montañas del Norte y de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; plantaciones forestales con especies exóticas.
BLM	Áreas poco estacionales de las Montañas del Norte y del Oriente, vertiente oriental de la Meseta Central y en las dos vertientes de la Sierra Madre. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario, en especial establecimiento de cafetales; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas.

Especies primarias	Especies secundarias
<p>El estrato emergente incluye <i>Dialium guianense</i>, <i>Guatteria anomala</i>, <i>Poulsenia armata</i>, <i>Swietenia macrophylla</i>, <i>Terminalia amazonia</i>, <i>Vatairea lundellii</i> y <i>Vochysia guatemalensis</i>. Ver la composición de los estratos arbóreos del interior en la descripción del BLMB.</p>	<p>Ver BLMB.</p>
<p>Además de las especies del estrato emergente del BTL, los fragmentos maduros incluyen un estrato relativamente continuo con <i>Aspidosperma megalocarpon</i>, <i>Calophyllum brasiliense</i>, <i>Cojoba arborea</i>, <i>Cymbopetalum penduliflorum</i>, <i>Licania platypus</i>, <i>Magnolia mexicana</i>, <i>Pouteria campechiana</i>, <i>P. sapota</i> y <i>Sebastiania longicuspis</i>. Un estrato arbóreo intermedio de 10-20 m de altura incluye <i>Alseis yucatanensis</i>, <i>Guarea glabra</i>, <i>Nectandra ambigens</i>, <i>Pouteria durlandii</i>, <i>Protium copal</i>, <i>Quararibea funebris</i>, <i>Rheedia edulis</i> y <i>Trichilia montana</i>. El estrato arbóreo inferior incluye árboles pequeños como <i>Miconia tomentosa</i>, <i>Piper psilorachis</i>, <i>Psychotria chiapensis</i>, <i>P. simiarum</i> y <i>Rinorea guatemalensis</i>, además de palmas de los géneros <i>Acrocomia</i>, <i>Astrocaryum</i>, <i>Chamaedorea</i>, <i>Geonoma</i>, <i>Sabal</i> y <i>Scheelea</i>.</p>	<p>En las etapas sucesionales intermedias las especies arbóreas más frecuentes son <i>Blepharidium mexicanum</i>, <i>Brosimum alicastrum</i>, <i>Bursera simaruba</i>, <i>Casearia nitida</i>, <i>Cupania dentata</i>, <i>Dendropanax arboreus</i>, <i>Rinorea guatemalensis</i>, <i>Spondias mombin</i>, <i>Schizolobium parahyba</i> y <i>Trophis racemosa</i>. En los bosques sucesionalmente incipientes (acahuales) son frecuentes <i>Alibertia edulis</i>, <i>Cecropia obtusifolia</i>, <i>Cordia stellifera</i>, <i>Croton draco</i>, <i>Heliocarpus donnell-smithii</i>, <i>H. appendiculatus</i>, <i>Inga pavoniana</i>, <i>Ochroma pyramidale</i>, <i>Pseudobombax ellipticum</i>, <i>Trema micrantha</i> y <i>Trichospermum mexicanum</i>. En ambientes riparios o áreas inundables se encuentran <i>Aegiphila elata</i>, <i>Bravaisia grandiflora</i>, <i>B. integerrima</i>, <i>Bucida buceras</i>, <i>Calophyllum brasiliense</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Croton glabellus</i>, <i>Cupania macrophylla</i>, <i>Diospyros digyna</i>, <i>Dracaena americana</i>, <i>Ficus</i> spp., <i>Inga spuria</i>, <i>Pachira aquatica</i>, <i>Poulsenia armata</i> y <i>Zanthoxylum kellermanii</i>.</p>
<p>El dosel de bosques maduros incluye <i>Alfaroa mexicana</i>, <i>Aspidosperma megalocarpon</i>, <i>Brosimum alicastrum</i>, <i>Calophyllum brasiliense</i>, <i>Clethra</i> spp., <i>Cojoba arborea</i>, <i>Cymbopetalum penduliflorum</i>, <i>Licania platypus</i>, <i>Magnolia mexicana</i>, <i>M. schiedeana</i>, <i>Persea</i> spp., <i>Podocarpus matudai</i>, <i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>, <i>Quercus cortesii</i>, <i>Q. lancifolia</i>, <i>Q. skinneri</i> y <i>Ulmus mexicana</i>. Los estratos inferiores incluyen a <i>Ardisia alba</i>, <i>A. compressa</i>, <i>A. siltepecana</i>, <i>Brunellia mexicana</i>, <i>Calatola laevigata</i>, <i>Carpinus caroliniana</i>, <i>Clusia guatemalensis</i>, <i>Inga</i> spp., <i>Miconia</i> spp., <i>Oreopanax xalapensis</i>, <i>Psychotria skutchii</i>, <i>Rhamnus sharpii</i>, <i>Styrax</i> spp., <i>Ternstroemia tepezapote</i>, <i>Weinmannia pinnata</i> y <i>Zinowiewia</i> spp.</p>	<p><i>Acalypha macrostachya</i>, <i>Blepharidium mexicanum</i>, <i>Bocconia frutescens</i>, <i>Buddleja</i> spp., <i>Casearia nitida</i>, <i>Croton draco</i>, <i>Dendropanax arboreus</i>, <i>Ficus pertusa</i>, <i>Hampea stipitata</i>, <i>Hedyosmum mexicanum</i>, <i>Heliocarpus mexicanus</i>, <i>Liquidambar styraciflua</i>, <i>Oreopanax peltatus</i>, <i>O. sanderianus</i>, <i>Pinus chiapensis</i>, <i>Quercus candicans</i>, <i>Synardisia venosa</i>, <i>Trichilia havanensis</i> y <i>Trichospermum mexicanum</i>.</p>

Cuadro 2. Continuación.

Tipo de vegetación	Distribución y principales amenazas
BPN	<p>Áreas más altas y más húmedas de la Meseta Central, las Montañas del Norte y la Sierra Madre. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario, en especial establecimiento de cafetales; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas.</p>
BEP	<p>Áreas bajas con estación seca de la Sierra Madre, el sur y oeste de las Montañas del Norte y de la Planicie Costera del Golfo. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario, en especial establecimiento de cafetales; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas; incendios provocados o por descuido.</p>
BPEL	<p>Áreas de elevación media y alta con estación seca moderada en la Meseta Central, las Montañas del Norte y en el declive oriental de la Sierra Madre. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario, en especial establecimiento de cafetales; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas; incendios provocados o por descuido.</p>
SBC	<p>Planicie Costera del Pacífico y en la mayor parte de las planicies, laderas y cimas bajas de la Depresión Central, desde Guatemala hasta el istmo de Tehuantepec. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario, en especial establecimiento de potreros; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas; incendios provocados o por descuido.</p>

Especies primarias

El dosel puede incluir a *Abies guatemalensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra chiapensis*, *C. mexicana*, *C. oleoides*, *Dalbergia tucurensis*, *Persea americana*, *P. donnell-smithii*, *Pinus ayacahuite*, *P. chiapensis*, *Oecopetalum mexicanum*, *Podocarpus matudae*, *Quercus acatenangensis*, *Q. benthamii*, *Q. laurina*, *Ulmus mexicana* y *Weinmannia pinnata*. El estrato de árboles del interior incluye *Acer skutchii*, *Ardisia* spp., *Calyptanthes pallens*, *Carpinus caroliniana*, *Citharexylum donnell-smithii*, *C. mocinoi*, *Clusia guatemalensis*, *C. rosea*, *Critoniadelphus nubigenum*, *Daphnopsis selerorum*, *Drimys granadensis* var. *mexicana*, *Glossostipula concinna*, *Matudaea trinervia*, *Magnolia sharpii*, *Meliosma matudae*, *Microtropis guatemalensis*, *Mollinedia guatemalensis*, *Myrsine* spp., *Ocotea* spp., *Olmediella betschleriana*, *Oreopanax peltatus*, *O. xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Parathesis* spp., *Prunus brachybotrya*, *Psychotria skutchii*, *Rhamnus breedlovei*, *R. capraeifolia*, *R. sharpii*, *Saurauia cuchumatanaensis*, *S. zahlbruckneri*, *Styrax magnus*, *Symplocos breedlovei*, *Ternstroemia lineata* subsp. *chalicophila*, *Wimmeria montana*, *Zanthoxylum melanostictum*, *Zinowiewia matudae*, y *Z. rubra*, además de helechos arborescentes de los géneros *Alsophila* y *Cyathea*.

El dosel puede incluir *Amyris attenuata*, *Andira galeottiana*, *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammula*, *Brosimum alicastrum*, *Calycophyllum candidissimum*, *Cymbopetalum penduliflorum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hymenaea courbaril*, *Manilkara zapota*, *Pseudolmedia oxyphylaria*, *Pouteria sapota*, *Sterculia apetala*, *Swartzia guatemalensis*, *Swietenia macrophylla*, *Vatairea lundellii*, *Vitex gaumeri* y *Zuelania guidonia*. El estrato de árboles del interior incluye *Alseis yucatanensis*, *Ampelocera hottlei*, *Ardisia escallonioides*, *Cedrela odorata*, *Ficus* spp., *Licania arborea*, *Lafoensia puniceifolia*, *Lonchocarpus castilloi*, *Lysiloma* spp., *Sickingia salvadorensis*, *Sideroxylon persimile* y *Styrax argenteus*.

Carpinus caroliniana, *Clethra* spp., *Cornus disciflora*, *Liquidambar styraciflua*, *Meliosma dives*, *M. matudae*, *Myrsine* spp., *Persea* spp. *Pinus chiapensis*, *P. oocarpa*, *Quercus acutifolia*, *Q. benthamii*, *Q. conspersa*, *Q. cortesii*, *Q. elliptica*, *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, *Q. peduncularis*, *Q. polymorpha*, *Q. salicifolia*, *Q. sapatifolia*, *Q. skinneri*, *Saurauia* spp., *Styrax glabrescens*, *Turpinia insignis*, *T. occidentalis*, *T. tricornuta*, *Viburnum hartwegii* y *V. jucundum*.

Alvaradoa amorphoides, *Astronium graveolens*, *Bucida macrostachya*, *Bursera simaruba*, *Calycophyllum candidissimum*, *Cedrela oaxacensis*, *C. odorata*, *Ceiba acuminata*, *C. aesculifolia*, *C. pentandra*, *Godmania aesculifolia*, *Gyrocarpus americanus*, *G. mocinoi*, *Hauya elegans*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Luehea speciosa*, *Trichilia hirta* y *Zuelania guidonia*. En áreas más húmedas y con suelos profundos bien drenados pueden ser dominantes *Cymbopetalum penduliflorum*, *Hymenaea courbaril*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus* spp., *Lonchocarpus* spp., *Piscidia carthagenensis* y otras especies del BEP.

Especies secundarias

Bocconia arborea, *Buddleja* spp., *Conostegia volcanalis*, *Cupressus benthamii*, *Hedyosmum mexicanum*, *Holodiscus argenteus*, *Ilex vomitoria*, *Miconia glaberrima*, *Morella cerifera*, *Myrsine juergensenii*, *Pinus ayacahuite*, *P. chiapensis*, *P. pseudostrobus*, var. *pseudostrobus*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, *P. tecunumanii*, *Rondeletia buddleioides*, *R. stenosisiphon*, *Saurauia oreophila* y *Viburnum* spp. En ambientes riparios o áreas inundables se encuentran *Acer negundo* subsp. *mexicanum*, *Alnus acuminata*, *Cornus disciflora*, *C. excelsa*, *Nyssa sylvatica*, *Platanus mexicana* y *Salix bonplandiana*.

En bosques de edad intermedia son comunes *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Coccoloba barbadensis*, *Cordia alliodora*, *Cupania dentata*, *Guettarda combsii*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Sapium macrocarpum*, *Spondias mombin* y *Tabebuia chrysantha*. Muchas especies comunes en los acahuales son las mismas del BLMB.

Acacia glomerosa, *A. pennatula*, *Citharexylum donnell-smithii*, *Cornus excelsa*, *Cupania dentata*, *Erythrina chiapasana*, *Ostrya virginiana*, *Saurauia scabrida*, *Verbesina perymenioides*, *Viburnum acutifolium* y *V. elatum*. En ambientes riparios se encuentran *Acer negundo* subsp. *mexicanum*, *Fraxinus uhdei*, *Nyssa sylvatica*, *Q. candicans* y *Alnus acuminata*.

Acacia spp., *Bursera bipinnata*, *B. excelsa*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cordia alliodora*, *Eysenhardtia adenostylis*, *Ficus cotinifolia*, *Gliricidia sepium*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Hura polyandra*, *Leucaena collinsii*, *L. diversifolia*, *L. leucocephala*, *Luehea candida*, *Lysiloma auritum*, *Pinus maximoi*, *P. oocarpa*, *Pistacia mexicana*, *Pithecellobium dulce*, *Plumeria rubra*, *Pseudobombax ellipticum*, *Quercus acutifolia*, *Q. castanea*, *Q. conspersa*, *Q. elliptica*, *Q. peduncularis*, *Q. polymorpha*, *Q. purulhana*, *Q. scytophyla*, *Q. sapatifolia*, *Q. segoviensis*, *Spondias mombin*, *Stemmadenia obovata*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia chrysantha*, *T. rosea* y *Triplaris melae-nodendron*.

Cuadro 2. Continuación.

Tipo de vegetación	Distribución y principales amenazas
BPE	Áreas montañosas entre 800 y 2 500 m de altitud en la Depresión Central, la Meseta Central y en los dos declives de la Sierra Madre de Chiapas. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; expansión inducida excesiva de especies locales de pinos; plantaciones forestales con especies exóticas; incendios provocados o por descuido.
SBEC	En las áreas más secas del estado, al N de la Depresión Central y NO de la Planicie Costera del Pacífico. Amenazas principales: desmontes para uso agropecuario; aprovechamientos forestales maderables y no maderables excesivos y no diversificados; incendios provocados o por descuido.

BTL = Bosque tropical lluvioso; BLMB = Bosque lluvioso de montaña baja; BLM = Bosque lluvioso de montaña;
 BPN = Bosque perennifolio de neblina; BEP = Bosque estacional perennifolio; BPEL = Bosque de pino-encino-liquidámbar;
 SBC = Selva baja caducifolia; BPE = Bosque de pino-encino; SBEC = Selva baja espinosa caducifolia. Elaborado por los autores.

Cuadro 3. Resumen de la distribución, principales amenazas y elementos arbóreos típicos de la flora arbórea de las principales formaciones arboladas de áreas inundables.

Tipo de vegetación	Distribución y principales amenazas
SAB	En la Planicie Costera del Golfo y en la Planicie Costera del Pacífico. Las amenazas principales son el cambio del uso del suelo para dedicarlo a la ganadería y los incendios por descuido al limpiar potreros.
CAN	En los ambientes más húmedos de la Planicie Costera del Golfo, menos extendido en la Planicie Costera del Pacífico, las amenazas principales son el drenaje para dedicar los terrenos a la ganadería.
PAL	En planicies y terrazas aluviales, a veces con drenaje deficiente, en la Depresión Central, sobre el curso del río Usumacinta y sus afluentes y en la porción sur de la Planicie Costera del Pacífico. Las amenazas principales son el cambio del uso del suelo para dedicarlo a la ganadería y los incendios por descuido al limpiar potreros.
MAN	Se extiende en las áreas pantanosas salobres a lo largo de toda la costa del Pacífico, con mayor extensión en el extremo noroeste. Las amenazas principales son: aprovechamientos forestales y desmontes para promover desarrollos urbanos y turísticos; erosión, deposición y consolidación de sedimentos; contaminación por descargas urbanas y pesca excesiva.

SAB = Sabana; CAN = Canacoital; PAL = Palmar; MAN = Manglar. Elaborado por los autores.

Especies primarias	Especies secundarias
<p>En los sitios más húmedos y con mayor predominio de <i>Quercus</i> spp. el estrato de árboles del interior (10-20 m) puede incluir a <i>Carpinus caroliniana</i>, <i>Chiranthodendron pentadactylon</i>, <i>Clethra chiapensis</i>, <i>Critoniadelphus nubigenum</i>, <i>Daphnopsis</i> spp., <i>Ilex brandegeana</i>, <i>Magnolia sharpii</i>, <i>Myrsine juergensenii</i>, <i>Olmediella betschleriana</i>, <i>Oreopanax xalapensis</i>, <i>Persea americana</i>, <i>Pinus ayacahuite</i>, <i>P. montezumae</i>, <i>P. pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i>, <i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>, <i>P. tecunumanii</i>, <i>Prunus brachybotrya</i>, <i>Quercus acatenangensis</i>, <i>Q. benthamii</i>, <i>Q. crassifolia</i>, <i>Q. laurina</i>, <i>Q. rugosa</i>, <i>Rhamnus sharpii</i>, <i>Styrax magnus</i>, <i>Symplocos breedlovei</i>, <i>Ternstroemia lineata</i> subsp. <i>chalicophila</i>, <i>Viburnum jucundum</i> y <i>Zanthoxylum melanostictum</i>.</p>	<p>En condiciones más secas (o perturbadas) donde hay un mayor predominio de los pinos, el estrato arbóreo del interior es más pobre, ralo y bajo y puede incluir a <i>Buddleja skutchii</i>, <i>Cleyera theaeoides</i>, <i>Cornus disciflora</i>, <i>C. excelsa</i>, <i>Crataegus pubescens</i>, <i>Garrya laurifolia</i>, <i>Juniperus gamboana</i>, <i>Litsea glaucescens</i>, <i>Morella cerifera</i>, <i>Ostrya virginiana</i>, <i>Prunus serotina</i>, <i>Rhamnus capraeifolia</i>, <i>Rhus schiedeana</i>, <i>Saurauia scabrida</i>, <i>Styrax argenteus</i>, <i>Verbesina perymenioides</i> y <i>Viburnum elatum</i>.</p>
<p><i>Acacia cochliacantha</i>, <i>A. cornigera</i>, <i>A. farnesiana</i>, <i>A. pringlei</i>, <i>Bursera bipinnata</i>, <i>B. diversifolia</i>, <i>B. excelsa</i>, <i>Byttneria aculeata</i>, <i>Casearia nitida</i>, <i>Cordia curassavica</i>, <i>C. spinescens</i>, <i>Diphysa floribunda</i>, <i>Licania arborea</i>, <i>Lysiloma acapulcensis</i>, <i>Piptadenia flava</i>, <i>Stenocereus</i> sp. y <i>Trichilia hirta</i>.</p>	

Especies principales
<p><i>Acacia</i> spp., <i>Alvaradoa amorphoides</i>, <i>Bucida buceras</i>, <i>Byrsonima crassifolia</i>, <i>Cordia dodecandra</i>, <i>Crescentia cujete</i>, <i>C. alata</i>, <i>Curatella americana</i>, <i>Piscidia piscipula</i>, <i>Quercus oleoides</i> y algunas palmas como <i>Attalea butyracea</i> y <i>Sabal mexicana</i>.</p>
<p>Además de <i>Bravaisia integerrima</i> las especies típicas incluyen <i>Andira galeottiana</i>, <i>Bucida buceras</i>, <i>Calophyllum brasiliense</i>, <i>Ceiba pentandra</i>, <i>Diospyros dygina</i>, <i>Ficus</i> spp., <i>Haematoxylum campechianum</i>, <i>Pachira aquatica</i>, <i>Salix chilensis</i>, <i>S. humboldtiana</i>, <i>Tabebuia rosea</i>, <i>Taxodium mucronatum</i> y <i>Vatairea lundellii</i>.</p>
<p>Las especies típicas incluyen <i>Acrocomia aculeata</i>, <i>Attalea butyracea</i> (ambas con hojas pinnadas) y <i>Sabal mexicana</i> (con hojas en forma de abanico).</p>
<p><i>Avicennia bicolor</i> (ver texto principal), <i>A. germinans</i>, <i>Conocarpus erectus</i>, <i>Laguncularia racemosa</i>, <i>Rhizophora harrisonii</i> y <i>R. mangle</i>.</p>

picos como la tala, el pastoreo y los incendios. Las especies típicas incluyen *Bromus carinatus*, *Festuca amplissima*, *Muhlenbergia* spp., *Stipa* spp. y *Trisetum irazuense*.

Selva baja espinosa caducifolia (SBEC)

La SBEC es un tipo de vegetación bajo (<12 m) y denso en el que la mayoría de las especies de árboles y arbustos poseen algún tipo de espinas (cuadro 2). Su distribución es escasa en Chiapas y se asocia con sitios de áreas planas o laderas con suelos delgados donde ocurren las menores precipitaciones que se registran en el estado (<900 mm), al norte de la depresión central y en la Planicie Costera del Pacífico hacia el istmo de Tehuantepec (Breedlove, 1981). A menudo no es fácil identificar los límites de las asociaciones de la SBEC y de la SBC (Pennington y Sarukhán, 2005).

FORMACIONES ARBOLADAS DE ÁREAS INUNDABLES

Sabana (SAB)

Esta formación vegetal colinda con asociaciones del BTL y el BLMB en la Planicie Costera del Golfo (López Mendoza, 1980; Pérez et al., 2005) y con asociaciones de SBC y SBEC en la Planicie Costera del Pacífico (cuadro 3). Es un tipo de vegetación con árboles espaciados de porte bajo (<12 m) sobre el cual se ha debatido mucho si su origen es natural o propiciado por actividades humanas (Breedlove, 1981). Posiblemente se trate de una resultante de la interacción de factores de disturbio (pastoreo e incendios) en sitios planos o de escasa pendiente en áreas ubicadas a menos de 100 m de altitud, con suelos arcillosos derivados de calizas y con drenaje deficiente casi permanente.

Canacoital

El mayor desarrollo del canacoital se observa en los ambientes más húmedos de la Planicie Costera del Golfo donde las especies típicas son perennifolias (Novelo y Ramos, 2005). En la Planicie Costera del Pacífico, el canacoital está menos extendido, es más bajo en altura y más pobre en especies, generalmente de hábito subcaducifolio. Este tipo de bosque se presenta en terrenos inundables con suelos arcillosos sobre el curso inferior de los ríos que atraviesan

el BTL, el BLMB, la SBC y la SBEC, y puede colindar con pantanos, palmares y manglares. Algunos árboles pueden alcanzar más de 25 m (pero es frecuente que sus copas crezcan hasta 15 o 20 m de altura), tienen contrafuertes o raíces zancudas y con frecuencia forman rodales con una baja riqueza de especies (cuadro 3). En las partes más inundadas es común que se presente como un bosque casi monoespecífico de canacoite, *Bravaisia integerrima* (Novelo y Ramos, 2005).

Palmar

Los palmares se presentan en planicies y terrazas aluviales, a menudo sobre suelos con drenaje deficiente, ubicadas en la Depresión Central, sobre el curso del río Usumacinta y sus afluentes en las Montañas del Oriente y en la porción sur de la Planicie Costera del Pacífico. En conjunto no son un tipo de vegetación tan ampliamente distribuido en Chiapas como en otras regiones de México (Pennington y Sarukhán, 2005). Su presencia se asocia a condiciones edáficas de escaso drenaje junto con influencia humana que las favorece y elimina otras especies arbóreas mediante tala e incendios. Algunas especies dominantes de palmas pueden alcanzar hasta 20 o 30 m y el sotobosque es ralo. Los palmares comparten muchas especies con las sabanas y los canacoitales (cuadro 3).

Manglar (MAN)

El manglar se extiende en las áreas pantanosas salobres a lo largo de toda la costa del Pacífico, con mayor extensión en el extremo noroeste. Se trata de un bosque bajo (4-7 m de altura) pero puede ocasionalmente rebasar los 20 m. Su riqueza de especies arbóreas es muy baja y todas presentan raíces zancudas. La distribución de las especies obedece a una zonación en bandas casi monoespecíficas establecidas por el grado de salinidad y elevación del suelo. Para los manglares de Tabasco, con los cuales los de Chiapas comparten composición, estructura y funcionamiento, Novelo y Ramos (2005) mencionan la presencia de *Rhizophora mangle* en la franja colindante con el agua, la presencia de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* en la parte interna del manglar, donde prevalecen condiciones de mayor salinidad, y la ocu-

rrencia de *Conocarpus erectus* en las áreas menos inundadas. Rico-Gray (1982) identificó *Rhizophora harrisonii* Leech en la costa de Chiapas, en el Pacífico mexicano (15° 10' N). Se han encontrado dos especies de mangle negro en la costa de Chiapas: *A. germinans* y *A. bicolor* (Jiménez, 1994); las diferencias morfológicas son claras en cuanto al largo y el ancho de las hojas, pero la distinción taxonómica debe ser estudiada a profundidad, pues en la práctica *A. bicolor* ha sido considerada como sinonimia de *A. germinans* (López-Portillo y Ezcurra, 2002).

FORMACIONES NO ARBOLADAS

Matorral perennifolio de neblina

Es una formación vegetal de distribución muy restringida en Chiapas, solamente presente en las cimas y partes más altas de la Sierra Madre y la Meseta Central que reciben vientos muy fuertes que impiden el desarrollo de especies arbóreas. Aunque similar en su aspecto, en un sentido estricto no se trata de vegetación de Páramo, término que se limita para designar a comunidades de altas elevaciones (>2800 m), generalmente no arboladas, con predominio de herbáceas vellosas, presentes entre el norte de Perú y Costa Rica (Kappelle y Horn, 2006). La cobertura es densa y la forman herbáceas y arbustos bajos de hojas pequeñas y gruesas, además de líquenes, musgos y helechos. Entre las especies comunes están *Alchemilla pinnata*, *Arenaria bryoides*, *Calamagrostis tolucensis*, *Comarostaphylis pyrifolia*, *Gaultheria* spp., *Holodiscus argenteus*, *Lupinus* spp., *Pernettya* spp., *Potentilla* spp. y *Vaccinium* spp.

Tular

Es una formación que se desarrolla sobre agua estancada en regiones de clima templado estacional, como en las cuencas cerradas de la Meseta Central. Está muy amenazado por el desarrollo urbano de ciudades como San Cristóbal de Las Casas y Teopisca. Un inventario florístico reciente, realizado en uno de los mayores remanentes de este sistema, reporta una alta diversidad de especies herbáceas –más de 100 especies (Galindo-Jaimes *et al.*, 2008)–. Entre las especies comunes están *Carex* spp., *Cladium jamaicense*, *Cyperus* spp., *Juncus*

spp., *Ludwigia peruviana*, *Rhynchospora* spp. y *Typha latifolia*.

Popal

El popal es una formación de áreas inundables en ambientes cálidos húmedos, principalmente presente en la Planicie Costera del Golfo. Incluye muchas especies de los tulares de ambientes templados, además de *Calathea* spp., *Heliconia* spp., *Leersia* spp., *Nymphaea blanda*, *Paspalum* spp., *Phragmites australis*, *Sesbania emerus* y *Thalia geniculata*.

Matorral de dunas costeras

El matorral de dunas costeras se refiere a asociaciones de arbustos bajos y hierbas que estabilizan las dunas arenosas en la costa del Pacífico, en uno de los ambientes con régimen de disturbio natural más severo. Las especies más comunes incluyen a *Acanthocereus horridus*, *Alibertia edulis*, *Canavalia maritima*, *Capparis cynophallophora*, *Coccoloba venosa*, *Distichlis spicata*, *Ipomoea pes-caprae*, *Monanthocloë littoralis*, *Pectis multiflosculosa* y *Uniola pittieri*.

Conclusiones

En este trabajo se reconocen 17 tipos de vegetación o formaciones vegetales principales en Chiapas. En conjunto, incluyen 1517 especies, subespecies y variedades de hábito arbóreo pertenecientes a 105 familias botánicas. Esta cifra, sin duda, se modificará rápidamente en cuanto se definan ambigüedades de nomenclatura que todavía prevalecen y se avance en la descripción de nuevos taxa. Es de notarse que a la fecha, no obstante el severo grado de deforestación documentado para los últimos 50 años, no se aprecia la extinción de ninguna especie arbórea. Esto no es decir que las poblaciones de muchas especies, en especial las de bosques húmedos de mayores altitudes, no se encuentren en condiciones de alta vulnerabilidad y amenaza si persisten los patrones de uso del suelo y colonización vigentes. Bajo éstos, todos los tipos de vegetación terrestre de Chiapas están severamente amenazados en el corto, mediano o largo plazo. De manera general, las mayores amenazas se asocian a patrones de uso del suelo que tienden a simplificar no sólo la

composición y estructura de la vegetación original, sino también aquella de los más complejos paisajes humanizados que otrora se derivaban de los usos tradicionales. Las perspectivas de desarrollo y conservación en Chiapas pueden encontrar en su riqueza biológica y cultural una base amplia para el desarrollo de sistemas productivos alternativos, aplicables en amplias extensiones que hagan alto uso de la biodiversi-

dad, sin necesidad de optar por sistemas simplificados y la introducción de especies exóticas. A la par, una adecuada inversión y capitalización en las comunidades indígenas y campesinas podría concentrar y capacitar a la mano de obra en torno a sistemas de producción más intensiva, con técnicas ambientalmente blandas, que a la postre logren hacer más redituable el trabajo y el arraigo rural.

Literatura citada

- Alba-López, M. P., M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y M. A. Castillo-Santiago. 2003. Determinantes de la distribución de *Pinus* spp. en la Altiplanicie Central de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73: 7-15.
- Almeida, L., A. M. Cleef, A. Herrera, A. Velázquez e I. Luna. 1994. El zacatonal alpino del volcán Popocatepetl, México, y su posición en las montañas tropicales de América. *Phytocoenología* 22: 391-436.
- Álvarez-Moctezuma, J. G., S. Ochoa-Gaona, B. H. J. de Jong y M. L. Soto-Pinto. 1999. Hábitat y distribución de cinco especies de *Quercus* (Fagaceae) en la Meseta Central de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 47: 351-358.
- Beard, J. S. 1944. Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158.
- Berlin, B., D. E. Breedlove y P. H. Raven. 1974. Principles of Tzeltal plant classification: an introduction to the botanical ethnography of a Mayan-speaking people of the highlands of Chiapas. Academic Press, Nueva York. 660 pp.
- Berlin, B. y E. A. Berlin. 2005. Conocimiento indígena popular: la flora común, herbolaria y salud en Los Altos de Chiapas. pp. 371-418. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). *Diversidad Biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés, México.
- Breedlove, D. E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). Pp. 149-165. En: A. Graham (Ed.). *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier, Amsterdam.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas. Part I: Introduction to the Flora of Chiapas. California Academy of Sciences, San Francisco. 33 pp.
- Breedlove, D. E. 1986. Listados florísticos de México. IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. 246 pp.
- Bubb, P. 1991. The current situation of the Cloud Forest in northern Chiapas, Mexico. Final Report, Ecosfera/Pronatura, A. C./The Linnean Society of London/Fauna & Flora Preservation Society, San Cristóbal de Las Casas, México. 90 pp.
- Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del valle de México. Instituto de Ecología, A. C./Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro. 1406 pp.
- Calzada, I. y P. Valdivia. 1979. Introducción al estudio de la vegetación de dos zonas de la Selva Lacandona, Chiapas. *Biótica* 4: 149-162.
- Carlson, M. C. 1954. Floral elements of the Pine-Oak-Liquidambar forests of Montebello, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81: 387-399.
- Castillo-Campos, G. y H. Narave. 1992. Contribución al conocimiento de la vegetación de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas, México. Pp. 51-85. En: M. A. Vásquez-Sánchez y M. Ramos (Eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: investigación para su conservación*. Publicaciones Especiales Ecosfera, A. C., San Cristóbal de Las Casas, México.
- Cayuela, L., D. J. Golicher y J. M. Rey-Benayas. 2006a. The extent, distribution, and fragmentation of vanishing Montane Cloud Forest in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 38: 544-554.
- Cayuela, L., J. M. Rey-Benayas y C. Echeverría. 2006b. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). *Forest Ecology and Management* 226: 208-218.
- Cayuela, L., D. J. Golicher, J. M. Rey-Benayas, M. González-Espinosa y N. Ramírez-Marcial. 2006c. Fragmentation, disturbance and tree diversity conservation in tropical montane forests. *Journal of Applied Ecology* 43: 1172-1181.

- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* 8: 8-17.
- Clements, F. E. 1936. Nature and structure of the climax. *Journal of Ecology* 24: 252-284.
- Daniel, T. F. 1997. Acanthaceae. Flora of Chiapas, Part 4. The California Academy of Sciences, San Francisco. 158 pp.
- Daniel, T. F. 2005a. Garryaceae. Flora of Chiapas, Part 6, pp. 15-19 The California Academy of Sciences, San Francisco.
- Daniel, T. F. 2005b. Krameriaceae. Flora of Chiapas, Part 6, pp. 20-23 The California Academy of Sciences, San Francisco. 158 pp.
- De Jong, B. H. J., M. A. Cairns, P. K. Haggerty, N. Ramírez-Marcial, S. Ochoa-Gaona, J. Mendoza-Vega, M. González-Espinosa e I. March-Mifsut. 1999. Land-use change and carbon flux between 1970s and 1990s in central Highlands of Chiapas, Mexico. *Environmental Management* 23: 373-385.
- Escobar-Ocampo, M. C. y S. Ochoa-Gaona. 2007. Estructura y composición florística de la vegetación del Parque Educativo Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 391-419.
- Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica*, Monograph 75. The New York Botanical Garden, New York, 291 pp.
- Flamenco-Sandoval, A., M. Martínez-Ramos y O. R. Masera. 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation* 35: 131-145.
- Flores Mata, G., J. Jiménez López, X. Madrigal Sánchez, F. Moncayo Ruiz y F. Takaki Takaki. 1971. Mapa y descripción de los tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México. 59 pp.
- Fritsch, P. W. 2005. Styraceae. Flora of Chiapas, Part 6, pp. 24-32. The California Academy of Sciences, San Francisco.
- Fryxell, P. A. 1994. Malvaceae. Flora of Chiapas, Part 3. The California Academy of Sciences, San Francisco. 90 pp.
- Galindo-Jaimes, L., M. González-Espinosa, P. F. Quintana-Ascencio y L.E. García-Barrios. 2002. Tree composition and structure in disturbed stands with varying dominance by *Pinus* spp. in the highlands of Chiapas, Mexico. *Plant Ecology* 162: 259-272.
- Galindo-Jaimes, L., et al. 2008. Humedales de montaña en Chiapas. Reconocimiento de la flora y avifauna asociada. BIOCORES-Ecosur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 64 pp.
- García-Barrios, L. E. y M. González-Espinosa. 2004. Change in oak to pine dominance in secondary forests may reduce shifting agriculture yields: experimental evidence from Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102: 389-401.
- Gentry, J. L., Jr. y P. C. Standley. 1974. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany 24, Part X. Field Museum of Natural History, Chicago. 185 pp.
- Gleason, H. A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53: 7-26.
- Golicher, D. J., L. Cayuela, J.R.M. Alkemade, M. González-Espinosa y N. Ramírez-Marcial. 2008. Applying climatically associated species pools to the modeling of compositional change in tropical montane forests. *Global Ecology and Biogeography* 17: 262-273.
- Gómez-Pompa, A. 1965. La vegetación de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 29: 76-120.
- Gómez-Velasco, G., R. G. Pérez Díaz, M. A. García Villafuerte, J. E. Gómez Rodríguez, J. F. Rodríguez García y J. S. López Bueno. 2004. Estructura y composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña del Polígono I, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Pp. 55-76. En: M. A. Pérez-Farrera, N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y A. A. Arreola-Muñoz (Eds.). La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez.
- González-Espinosa, M., P. F. Quintana-Ascencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gaytán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed *Pinus-Quercus* forests of the highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 351-360.
- González-Espinosa, M., S. Ochoa-Gaona, N. Ramírez-Marcial y P. F. Quintana-Ascencio. 1995. Current land-use trends and conservation of old-growth forest habitats in the highlands of Chiapas, Mexico. pp. 190-198. En: M. H. Wilson y S. A. Sader (Eds.). Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico. Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Miscellaneous Publication 727, Orono.
- González-Espinosa, M., S. Ochoa-Gaona, N. Ramírez-Marcial y P. F. Quintana-Ascencio. 1997. Contexto vegetacional y florístico de la agricultura. pp. 85-117. En: M. R. Parra Vázquez y B. M. Díaz Hernández (Eds.). Los Altos de Chiapas: agricultura y crisis rural. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), San Cristóbal de Las Casas.
- González-Espinosa, M., J. M. Rey Benayas, N. Ramírez-Marcial, M. A. Huston y D. Golicher. 2004. Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography* 27: 741-756.

- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). 2005a. Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdés, México. 484 pp.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, G. Méndez-Dewar, L. Galindo-Jaimes y D. Golicher. 2005b. Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. pp. 81-125. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdés, México.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Galindo-Jaimes. 2006. Secondary succession in montane pine-oak forests of Chiapas, Mexico. pp. 209-221. En: M. Kappelle (Ed.). Ecology and conservation of Neotropical montane oak forests. Springer-Verlag, Berlín.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, A. Camacho-Cruz y J. M. Rey-Benayas. 2008. Restauración de bosques en montañas tropicales de territorios indígenas de Chiapas, México. pp. 137-162. En: M. González-Espinosa, J. M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (Eds.). Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, L. Galindo-Jaimes, A. Camacho-Cruz, D. Golicher, L. Cayuela, J. M. Rey-Benayas. 2009. Tendencias y proyecciones del uso del suelo y la diversidad florística en Los Altos de Chiapas, México. *Investigación Ambiental* 1: 40-53.
- González-Quintero, L. 1974. Tipos de vegetación de México. pp. 109-218. En: J. L. Lorenzo (Ed.). El escenario geográfico. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José. 206 pp.
- Holdridge, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José. 216 pp.
- Jardel-Peláez, E. J. 2008. Sucesión ecológica y restauración de bosques subtropicales de montaña en la Estación Científica Las Joyas, México. pp. 77-97. En: M. González-Espinosa, J. M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (Eds.). Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México.
- Jiménez, J. A. 1994. Los manglares del Pacífico centroamericano. Editorial Fundación UNA. Heredia, Costa Rica.
- Kappelle, M. y S. P. Horn. (Eds.). 2006. Páramos de Costa Rica, INBio, San José. 768 pp.
- Keller, B. T. 2005. Actinidiaceae. Flora of Chiapas, Part 6, pp. 1-14. The California Academy of Sciences, San Francisco.
- Kelly, L. M. y F. Almeda. 2005. Symplocaceae. Flora of Chiapas, Part 6, pp. 33-40. The California Academy of Sciences, San Francisco.
- Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31: 507-518.
- Levy, S. I., J. R. Aguirre-R. M. M. Martínez-R. y A. Durán-F. 2002. Caracterización de la flora espontánea en la comunidad lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. *Interciencia* 27: 512-520.
- Levy-Tacher, S. I. y J. R. Aguirre Rivera. 2005. Successional pathways derived from different vegetation use patterns by Lacandon Mayan indians. *Journal of Sustainable Agriculture* 26: 49-82.
- Long, A. y M. Heath. 1991. Flora of the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico: a preliminary floristic inventory and the plant communities of Polygon I. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Serie Botánica* 52: 133-172.
- López Mendoza, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. 121 pp.
- López Portillo, J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques* (número especial 1): 27-51.
- López Sánchez, C. (Ed.). 1993. Lecturas chiapanecas VI, pp. 291-356. Gobierno del Estado de Chiapas/Miguel Ángel Porrúa, México.
- Martin, P. S. 1958. A biogeography of reptiles and amphibians in the Gómez Farías region, Tamaulipas, Mexico. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan* 101: 1-102.
- Meave del Castillo, J. 1990. Estructura y composición de la selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México. 147 pp.
- Miranda, F. 1942. Estudios sobre la vegetación de México. II. Observaciones preliminares sobre la vegetación de la región de Tapachula, Chiapas. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México* 13: 53-70.
- Miranda, F. 1952. Vegetación de Chiapas, Volumen 1. Ediciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez. 334 pp.
- Miranda, F. 1961. Tres estudios botánicos en la Selva Lacandona. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 26: 133-176.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.
- Miranda, F. y A. J. Sharp. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31: 313-333.

- Müllerried, F. K. G. 1957. Geología de Chiapas. Publicaciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez. 180 pp.
- Novelo, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. Pp. 111-144. En: J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (Eds.). Biodiversidad del estado de Tabasco. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- Ochoa-Gaona, S. 1996. La vegetación de la Reserva El Ocote a lo largo del cañón del río La Venta. Pp. 45-86. En: M. A. Vásquez-Sánchez y M. Ramos (Eds.). Conservación y desarrollo sustentable en la Selva El Ocote. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- Ochoa-Gaona, S. 2001. Traditional land-use systems and patterns of forest fragmentation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Environmental Management* 27: 571-586.
- Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. Land-use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography* 20: 17-42.
- Ochoa-Gaona, S., M. González-Espinosa, J. A. Meave y V. Sorani-Dal Bon. 2004. Effect of forest fragmentation on the woody flora of the highlands of Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 867-884.
- Palacio-Prieto, et al. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas* 43: 183-203.
- Parker, T. 2008. Trees of Guatemala. The Tree Press, Austin. 1033 pp.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, México. 413 pp.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies, Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México. 523 pp.
- Pérez, L. A., M. Sousa S., A. M. Hanan, F. Chiang y P. Tenorio. 2005. Vegetación terrestre. pp. 65-110. En: J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (Eds.). *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- Pérez-Farrera, M. A. 2004. Flora y vegetación de la Reserva de la Biosfera El Triunfo: diversidad, riqueza y endemismo. pp. 77-100. En: M. A. Pérez-Farrera, N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y A. A. Arreola-Muñoz (Eds.). La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez.
- Pérez-Farrera, M. A., J. de la Cruz Rodríguez y R. Hernández Jonapá. 2004. Las palmas de la Sierra Madre de Chiapas. pp. 117-138. En: M. A. Pérez-Farrera, N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y A. A. Arreola-Muñoz (Eds.). La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez.
- Quintana-Ascencio, P. F., M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial, G. Domínguez-Vázquez y M. Martínez-Icó. 1996. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from milpa fields at the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Biotropica* 28: 192-209.
- Quintana-Ascencio, P.F., N. Ramírez-Marcial, M. González-Espinosa y M. Martínez-Icó. 2004. Sapling survival and growth of conifer and broad-leaved trees in successional habitats in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Vegetation Science* 7: 81-88.
- Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad de árboles y arbustos del bosque mesófilo en las montañas del norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 51-63.
- Ramírez-Marcial, N. 2002. Disturbio humano y la diversidad de árboles y arbustos del Bosque Mesófilo en las Montañas del Norte de Chiapas. Tesis de Doctorado, Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y G. Williams-Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154: 311-326.
- Ramírez-Marcial, N., S. Ochoa-Gaona, M. González-Espinosa y P. F. Quintana-Ascencio. 1998. Análisis florístico y sucesional en la Estación Biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botanica Mexicana* 44: 59-85.
- Reyes-García, A. y M. Sousa S. 1997. *Listados florísticos de México*. xvii. Depresión Central de Chiapas. La Selva Baja Caducifolia. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. 41 pp.
- Ricklefs, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters* 7: 1-15.
- Rico-Gray, V. 1982. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro de las costas de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 41: 163-165.

- Rocha-Loredo, A. G., N. Ramírez-Marcial, M. González-Espinosa. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la Depresión Central de Chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 99-113.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 pp.
- 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. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9: 1-123.
- Shimwell, D. W. 1971. Description and classification of vegetation. Sidgwick & Jackson, Londres. 322 pp.
- Smith, A. R. 1981. Pteridophytes. Flora of Chiapas, Part 2. The California Academy of Sciences, San Francisco. 370 pp.
- Standley, P. C. 1920-1926. Trees and shrubs of Mexico. *Contributions from The United States National Herbarium* 23: 1-1721. Field Museum of Natural History, Chicago.
- Standley, P. C. y J. A. Steyermark. 1946-1966. Flora of Guatemala. *Fieldiana: Botany* 24, Parts I-VI. Field Museum of Natural History, Chicago.
- Standley, P. C. y L. O. Williams. 1961-1975. Flora of Guatemala. *Fieldiana: Botany* 24, Parts VII-XI.
- Steyermark, J. A. 1950. Flora of Guatemala. *Ecology* 31: 368-372.
- Strother, J. L. 1999. Compositae-Heliantheae S. L. Flora of Chiapas, Part 5. The California Academy of Sciences, San Francisco. 232 pp.
- Wendt, T. L. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forests. pp. 595-680. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York.
- Williams-Linera, G. 1991. Notas sobre la estructura del estrato arbóreo del Bosque Mesófilo de Montaña en los alrededores del campamento "El Triunfo", Chiapas. *Acta Botánica Mexicana* 13: 1-7.
- Wolf, J. H. D. y A. Flamenco. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography* 30: 1689-1707.
- Wolf, J. H. D. y A. Flamenco. 2005. Distribución y riqueza de epifitas de Chiapas. pp. 127-162. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés, México.
- Zavala, M. A., L. Galindo-Jaimes y M. González-Espinosa. 2007. Models of regional and local stand composition and dynamics of pine-oak forests in the Central Highlands of Chiapas (Mexico): theoretical and management implications. pp. 223-243. En: A. C. Newton (Ed.). *Biodiversity loss and conservation in fragmented forest landscapes: the forests of montane Mexico and temperate South America*. CAB International, Oxford.
- Zuill, H. A. y E. W. Lathrop. 1975. The structure and climate of a tropical montane rain forest and an associated temperate pine-oak-Liquidambar forest in the northern highlands of Chiapas, Mexico, *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Serie Botánica* 46: 73-118.

Resumen de ecosistemas acuáticos

Cyntia Reyes Hartmann

El estado de Chiapas es privilegiado en cuanto a la gran diversidad de ecosistemas acuáticos y recursos hídricos formados por lagos, ríos caudalosos, lagunas costeras y estuarios; comprenden alrededor de 30 % de la red hidrológica del país y representan el sistema hidrológico de mayor extensión en Mesoamérica.

De acuerdo con la regionalización de los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas más actualizada, Chiapas forma parte de dos grandes cuencas: la Costa de Chiapas (14 % de la superficie estatal) situada en la vertiente del Pacífico y la cuenca del Grijalva-Usumacinta en la vertiente del Atlántico (86 %), ambas separadas por la Sierra Madre de Chiapas.

En materia de embalses o lagos artificiales, Chiapas cuenta con cuatro grandes presas hidroeléctricas que en su conjunto generan 51 % (4 800 Mw) del total de la generación de energía hidroeléctrica del país.

Todos estos grandes cuerpos de agua albergan importantes comunidades de humedales como los que se desarrollan en la zona de los Altos, comunidades templadas, que no solo son considerados como ecosistemas únicos, sino que también proveen de importantes servicios ecosistémicos como almacenamiento, filtración y limpieza de agua, control de inundaciones, regulación microclimática y refugio de una considerable diversidad de fauna y flora acuática. En las zonas bajas tropicales en el estado se desarrollan comunidades de humedales (alrededor de 69 000 ha). Si bien los bosques de manglar son las áreas boscosas más importantes, las áreas más notables por la riqueza de especies vegetales son los pantanos, las áreas de manglar-selva baja y la vegetación de dunas costeras. Las áreas de estos tipos de vegetación mejor conservadas se encuentran dentro de la Reserva de La Biosfera "La Encrucijada" y áreas reducidas de las Reservas "El Gancho Murillo" y "El Cabildo-Amatal", en los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Huixtla, Mazatán y Suchiate, de allí la importancia de mantener estas áreas bajo la categoría de reservas y como banco de germoplasma a largo plazo. Estos sistemas de humedales representan un recurso valioso por la gran cantidad de recursos florísticos y faunísticos que albergan, así como por la cuantía de recursos, bienes y servicios que prestan a las comunidades humanas que viven en ellos.



ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Rocío Rodiles-Hernández, Alfonso A. González-Díaz
y Adrián F. González-Acosta

Introducción

Los ecosistemas acuáticos tropicales comprenden una amplia gama de hábitat (por ejemplo, lagunas costeras, estuarios, lagos grandes y caudalosos ríos, llanuras aluviales, pequeños arroyos, manantiales, acuíferos y humedales) que se caracterizan por tener una elevada productividad biológica. Estos hábitat albergan una gran variedad de organismos, entre los cuales se encuentran los peces óseos, tiburones y rayas; diversas especies de crustáceos como camarones, langostinos y jaibas; algunos reptiles como tortugas, caimanes y cocodrilos; así como aves y mamíferos terrestres que utilizan estos ambientes para aprovechar los recursos de alimentación y las áreas de crianza o reproducción que éstos les proporcionan.

El estado de Chiapas es privilegiado en cuanto a la gran diversidad de ecosistemas acuáticos y recursos hídricos presentes a lo largo de su territorio gracias a la variedad de climas y a la peculiar geomorfología que lo caracterizan. Entre los diferentes tipos de ambientes que forman la red hidrológica del estado se encuentran lagos, ríos caudalosos, lagunas costeras y estuarios, mismos que en su conjunto comprenden alrededor de 30 % de la red hidrológica del país y representan el sistema hidrológico de mayor extensión en Mesoamérica (Rodiles-Hernández, 2005).

En este capítulo se hace énfasis en los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas del estado de Chiapas, para lo cual se utiliza una regionalización por cuencas y regiones hidrográficas (CONABIO, 1999; INEGI-INE-Conagua, 2007) donde se considera de modo particular a los ríos, lagos naturales y grandes embalses. Para los ambientes marinos se abordan exclusivamente a los estuarios y las lagunas costeras que forman parte de tres regiones marinas prioritarias en la costa de Chiapas (Arriaga *et al.*, 1998; CONABIO, 1999).

En cada una de las cuencas y regiones se destaca la importancia de los peces que habitan en estos ecosistemas, por ser un grupo relativamente documentado y tener importancia alimenticia, ecológica y económica en el estado de Chiapas (Díaz *et al.*, 2006; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005). Detalles al respecto se mencionan en dos apartados dentro de este estudio: "Ictiofauna de Chiapas" y "Riqueza y diversidad de peces continentales"

Diversidad ambiental

Debido a su posición geográfica y particular geomorfología, el estado de Chiapas se caracteriza por poseer una gran cantidad de ambientes acuáticos cuyos componentes bióticos se encuentran bajo la influencia marina de los dos litorales mexicanos: Atlántico y Pacífico (Müllerried, 1957; Rodiles-Hernández, 2005).

El complejo y diverso paisaje chiapaneco muestra relieves abruptos y una caprichosa geografía que marca los límites de las cuencas hidrográficas que lo caracterizan (cuadro 1); dichas delimitaciones se evidencian a través de la presencia de barreras físicas y biológicas que a su vez determinan la presencia o ausencia de sus especies acuáticas.

Destaca el caudaloso sistema hidrográfico de la cuenca del Grijalva-Usumacinta que desemboca en el Golfo de México por medio de un amplio delta que conforma la mayor zona de humedales dulceacuícolas de Mesoamérica (Lot y Novelo, 1988).

Los ríos y arroyos de esta región son largos y caudalosos con presencia de caídas de agua, remansos y pozas, de flujo superficial de agua, con una profundidad variable que depende del nivel de la corriente y de los afluentes que reciben a lo largo de su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al mar. El ancho del cauce, la profundidad y la velocidad de corriente dependen de la topografía del paisaje, de la morfología del cauce y de la distancia de recorrido. En general, durante el periodo de secas el cauce disminuye y durante el periodo de lluvias inunda amplias zonas de bosques ribereños que representan áreas de refugio y alimentación para las crías de peces.

Por el contrario, en la vertiente del Pacífico se presenta una estrecha franja costera que recorre todo el litoral del estado, a lo largo de la cual se forman complejos y frágiles sistemas lagunares y estuarinos influenciados por una numerosa red de ríos angostos que desembocan de forma permanente o intermitente en tres

Cuadro 1. Regiones hidrográficas.

Cuenca hidrográfica*	Región hidrográfica (RH)	Superficie total de la región (km ²)**	Porcentaje de la superficie total (%)
Grijalva-Usumacinta	Lacantún	16 203	22
	Chixoy	6 767	9
	Grijalva-La Concordia	12 492	17
	Grijalva-Tuxtla Gutiérrez.	16 421	22
	Grijalva-Villa Hermosa	11 614	16
Costa de Chiapas	Mar Muerto	1 432	2
	Pijijiapan	2 646	4
	Huixtla	4 056	5
	Suchiate	2 203	3
Superficie total del estado de Chiapas		73 834	100

* Delimitación de cuencas hidrográficas en México. Fuente: INEGI-INE-Conagua, 2007.

** La superficie fue establecida con base en la información digitalizada en el Laboratorio de Información Geográfica: LAIGE-Ecosur (escala 1:250 000).

importantes regiones marinas prioritarias del Pacífico tropical mexicano.

Las regiones marinas prioritarias y sus sistemas estuarino lagunares (cuadro 2) presentan una situación particular al conformar una zona de mezcla entre los ecosistemas dulceacuícolas y marinos debido a los grandes aportes derivados de las descargas fluviales durante la época de lluvias y la influencia marina que prevalece durante el estiaje.

La constante y prolongada acumulación de sedimentos, arrastrados por los ríos que drenan hacia la vertiente del Pacífico chiapaneco, dio lugar a la formación de barreras terrígenas que los rompientes marinos cubrieron de arena, sobre las cuales se fueron estableciendo poblaciones de manglares y vegetación acuática de acuerdo a las condiciones locales. Este proceso permitió entonces la formación de amplias zonas de inundación con canales profundos que en la actualidad son alimentados por el encauzamiento de los ríos, que después de descender las abruptas pendientes de la Sierra Madre de Chiapas corren en dirección paralela a la costa hasta encontrar su salida en una boca barra; es decir, no se trata de la desembocadura ancha de un río, en forma de embudo, donde actúan sin obstáculos las mareas ensanchando aún más el delta fluvial, como sucede en el delta del Grijalva-Usumacinta (Helbig, 1976).

En los estuarios, el proceso de aportación de materiales disueltos y suspendidos ocurre regularmente, pero en las lagunas costeras este aporte puede ser cíclico o eventual. El patrón de circu-

lación del agua es generalmente complejo y está fuertemente afectado por la geomorfología, los vientos, la descarga de los ríos y el efecto de las mareas; debido a que son cuerpos de agua someros, se ha sugerido que los sedimentos controlan los procesos biológicos (Yáñez-Arancibia, 1986).

Las comunidades biológicas que habitan en estos ecosistemas tropicales de Chiapas están representadas por una amplia gama de microorganismos acuáticos (de los cuales se alimentan otras especies) y diversas especies objeto de pesca artesanal, tales como jaibas, camarones, langostinos y peces, así como reptiles y aves acuáticas de interés para los programas de ecoturismo que se impulsan en la región. Estos recursos naturales forman parte de la economía regional y campesina y representan importantes fuentes de alimentación humana.

La complejidad ambiental (física y química) de los sistemas ribereños de Chiapas y la intrincada historia geológica de la región han favorecido el desarrollo de una ictiofauna muy importante para México debido a que en ella predominan los endemismos (especies exclusivas) e interesantes procesos de diversificación de varios grupos de peces, principalmente de aquellos representativos de las familias Cichlidae, Poeciliidae y Profundulidae (Rodiles-Hernández, 2005).

En cuanto a los humedales de Chiapas, la información correspondiente es abordada con mayor amplitud en el capítulo sobre Ecosistemas de humedal en este estudio, dado que son zonas

Cuadro 2. Regiones marinas prioritarias y sistemas estuarino-lagunares ubicados en el pacífico tropical de la costa de Chiapas.

Región Marina Prioritaria (RMP)	Superficie (ha)	Cuerpos de agua	ha	km ²
RMP-38 Mar Muerto	21 310			
RMP-39 Puerto Arista	10 757			
RMP-40 Puerto Madero	47 746			
		Esteros y lagunas	8 931	89
		Lagunas intermitentes	323	395
		Pantanos	9 499	95
		Zonas sujetas a inundación	61 060	611
Totales			79 813	1 190

Fuente: Laboratorio de Información Geográfica (LAIGE-Ecosur), cartografía digital del estado de Chiapas (escala 1:250 000).

de transición entre los ámbitos terrestres y acuáticos de gran importancia biológica en la región. En sentido estricto, se considera a los humedales como zonas de inundación poco profundas, en donde se encuentran ambientes tales como ciénegas, pantanos, llanuras aluviales, praderas de hierbas marinas y estuarios, donde los terrenos menos profundos se pueden inundar de forma temporal (UNESCO-WWAP, 2006).

Regionalización e importancia de los ecosistemas acuáticos

La regionalización de los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas (cuadro 1) se basa en la división hidrográfica más actualizada (INEGI-INE-Conagua, 2007; Cotler *et al.*, 2007).

Chiapas forma parte de dos grandes cuencas: la Costa de Chiapas (14 % de la superficie estatal)

situada en la vertiente del Pacífico y la cuenca del Grijalva-Usumacinta en la vertiente del Atlántico (86 %). Ambas regiones se encuentran separadas por la Sierra Madre de Chiapas y están divididas en nueve regiones hidrográficas reconocidas como prioritarias (cuadro 1 y figura 1) y en tres regiones marinas prioritarias (cuadro 2).

Costa de Chiapas

Esta cuenca se localiza en la vertiente pacífica del estado y presenta una forma alargada con una extensión territorial de 10 337 km²; recibe la mayor cantidad de precipitación del país con un promedio anual de 1 969 mm –basado en datos de 1941-2000 (Conagua, 2007)–. A lo largo de la costa y en una extensión de más de 260 km, se pueden identificar más de 25 ríos principales (figura 2) y una gran cantidad de

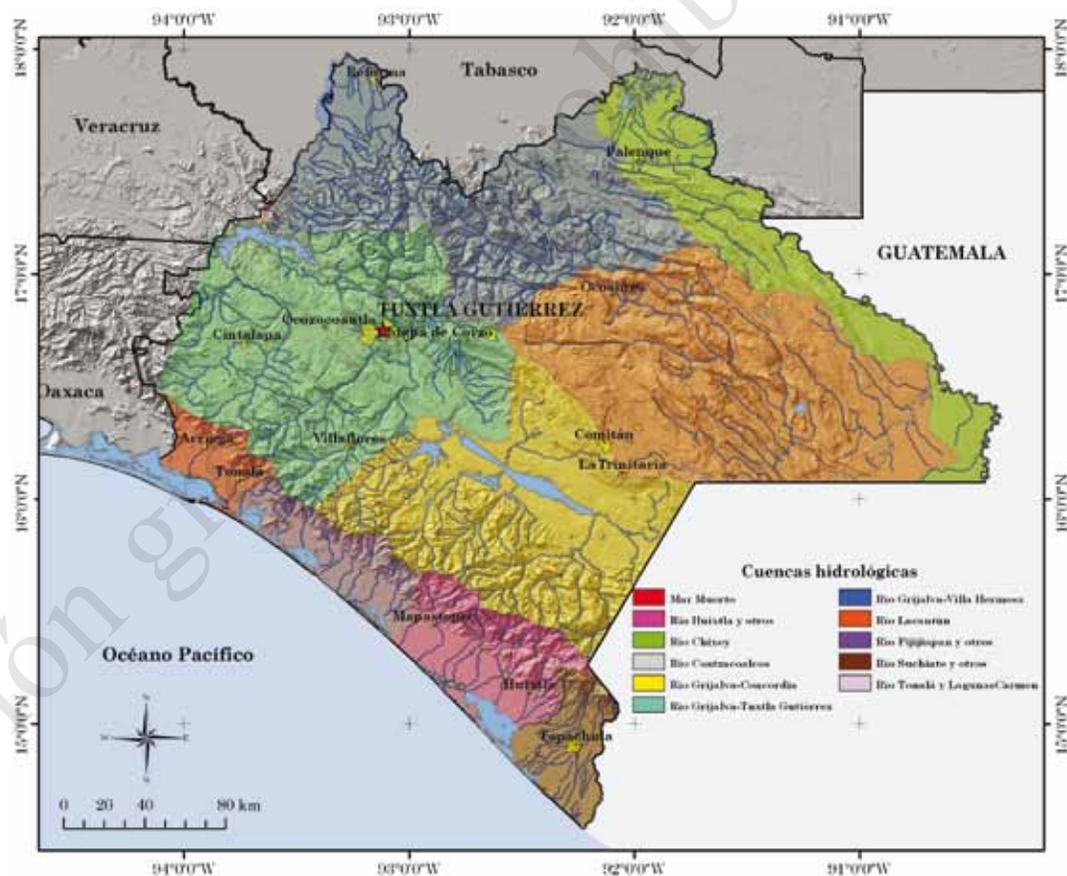


Figura 1. Regiones hidrográficas prioritarias en Chiapas. Elaboró: Diego Bonifaz (LAIGE-Ecosur).

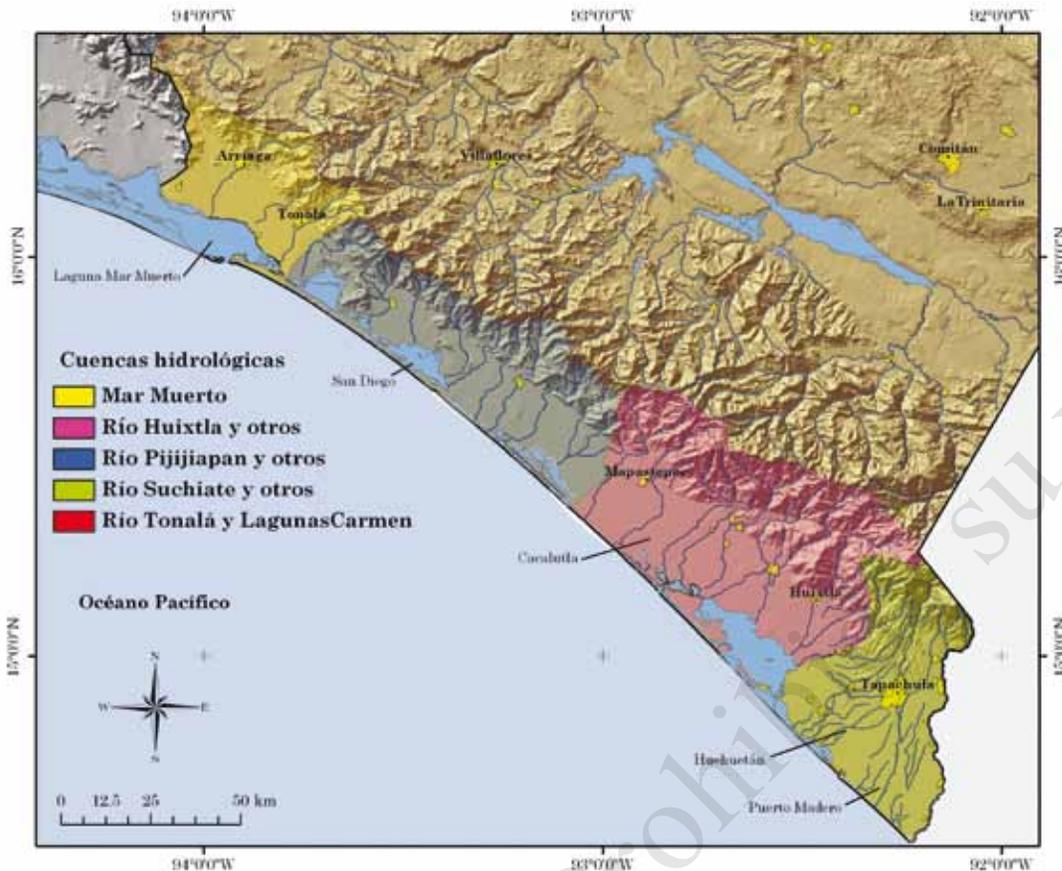


Figura 2. Ríos de la Costa de Chiapas. Elaboró: Gloria Espiritu Tlatempa (UNACH).

arroyos permanentes e intermitentes que forman parte de cuatro regiones hidrográficas (cuadro 1). Estos desembocan en los estuarios y lagunas costeras de la región localizados en una planicie costera muy angosta que va desde los 15 km en el noroeste hasta los 35 km en el sureste (Mülleried, 1982; Rodiles-Hernández, 2005). Estos sistemas estuarino-lagunares forman parte de tres regiones marinas prioritarias (CONABIO, 1999) y cubren una superficie total de 79 813 ha (cuadro 2).

REGIONES HIDROGRÁFICAS

En esta cuenca se localizan cuatro regiones hidrográficas (RH): 1) RH Mar Muerto: en esta región la mayoría de los ríos se encuentran en Oaxaca. En Chiapas ocupa una superficie de 1 432 km² y cuatro ríos de importancia: Tapanatepec, Arenas, La Punta y Mar Muerto que desembocan directamente en la laguna del Mar Muerto (de ahí su nombre); 2) RH Pijijiapan, la cual cuenta con una superficie de 2 646 km² y seis principales ríos:

Sanatenco, laguna de la Joya, Jesús, El Porvenir, San Diego y Pijijiapan; 3) RH Huixtla con una superficie total de 4 056 km², es la región hidrográfica de mayor tamaño y destacan siete ríos: Margaritas y Coapa, Novillero alto, Sesecapa, Cacaluta, laguna del Viejo y Tembladeras, Despoblado y Huixtla; 4) RH Suchiate posee una superficie total de 2 203 km² y seis ríos: Huehuetán, Coatán, Cahuacán, Puerto Madero, Suchiate, Cozoloapan (cuadro 1 y figuras 1 y 2). El río Suchiate representa el límite internacional entre México y Guatemala.

En la costa de Chiapas los ríos son angostos y de poca extensión, aunque presentan cambios muy drásticos en el flujo de agua. Se registra una descarga superficial cuyo valor medio anual es de 398 m³/s (Conagua, 2007). En la época de lluvias, los ríos se vuelven muy caudalosos y durante el estiaje disminuye el flujo de agua superficial de forma considerable.

El recorrido de estas corrientes superficiales va desde una altura de 1 500 msnm en el límite con Oaxaca, en una longitud mínima de 30 km y

hasta los 3000 msnm, con una longitud máxima de 55 km en el extremo sureste que limita con Guatemala; presenta un máximo en el volcán Tacaná, situado al oeste de Tapachula, con una altitud de 4030 msnm (Müllerried, 1957). Debido a las fuertes pendientes y el corto recorrido, se forman importantes corrientes superficiales que alimentan a los esteros y lagunas costeras de esta región.

Destaca en la parte alta de estos ríos la presencia de especies de talla pequeñas de topotes (*Poeciliopsis fasciata*, *Brachyrhaphis hartwegi*, *Poeciliopsis pleurospilus* y *P. turrubarensis*); sardinas (*Astyanax aeneus*) y el pez escamudo (*Profundulus punctatus*), así como especies de talla mayor como la lisa (*Agonostomus monticola*). En la parte baja de los ríos destacan el pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), el pez sapo (*Batrachoides waltersi*), las mojarras dulceacuícolas (*Cichlasoma trimaculatum*, *Vieja guttulata* y *Amphilophus macracanthum*), las guavinas (*Eleotris picta* y *Gobiomorus maculatus*) y los góbidos (*Awaous transandeanus* y *Sicydium multipunctatum*).

REGIONES MARINAS PRIORITARIAS Y SISTEMAS ESTUARINO-LAGUNARES

Región Marina Prioritaria Número 38, Mar Muerto: esta región tiene una superficie de 68 310 ha. Es la laguna costera más grande con una bocabarra permanente de 2 km² de ancho. Cerca de 69 % de la superficie total se encuentran en el estado de Oaxaca (47 000 ha); mientras que en Chiapas, 31 % (21 310 ha) se localiza en los municipios de Arriaga y parte de Tonalá.

Región Marina Prioritaria Número 39, Puerto Arista: está localizada en la zona noroeste de la franja costera del estado de Chiapas, con una superficie total de 10 757 ha, y comprende el municipio de Tonalá. Destacan dos lagunas: La Joya y Buenavista, así como esteros y lagunas más pequeñas. Estos sistemas estuarinos se encuentran separados del mar por una barra costera conocida como Cabeza de Toro-El Manguito y se comunican con el Pacífico a través del Canal San Marcos y por medio de la bocabarra de Boca del Cielo (Sepesca, 1989; Arriaga et al., 1998).

Región Marina Prioritaria Número 40, Corredor Puerto Madero: se localiza en la zona centro-sur de la franja costera del estado de

Chiapas, tiene una superficie aproximada de 47 746 ha y comprende los municipios de Pijijapan, Mapastepec, Acapetahua, Huixtla, Mazatán y Tapachula. En esta región se encuentran ecosistemas de manglares en buen estado de conservación como los de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, pero también existen zonas fuertemente impactadas por el uso de agroquímicos en plantaciones del Soconusco (datos no pub.). Los sistemas lagunares más importantes de esta región son Carretas Pereyra y Chantuto Panzacola. El primero tiene un amplio sistema estuarino conocido como el Palmarcito (estero de La Bolsa) y, en el segundo, destacan lagunas someras (llamadas localmente pampas) tales como Chantuto, Campón, Teculapa, Tlacuachero, Cerritos y Panzacola, con dos bocas de comunicación con el mar (San Juan y El Catrín). Otra importante área estuarina es conocida como El Hueyate. Los esteros más distantes se localizan cercanos a Tapachula y son el Suchiate el Gancho y Cabildos Pozuelos (Sepesca, 1989; Arriaga et al., 1998).

Los sistemas estuarino-lagunares de la costa de Chiapas forman cuerpos de agua costeros semicerrados, caracterizados por la mezcla de masas de agua con salinidad diferencial (agua dulce proveniente de la descarga de ríos y agua marina proveniente de las mareas y corrientes marinas del océano Pacífico), una situación que provoca importantes variaciones en la salinidad (0.5 % a 45 %). Los diferentes componentes bióticos (por ejemplo, vegetación de manglar circundante, marismas, etcétera) y abióticos (como temperatura, mareas, etcétera) que interactúan en estos ecosistemas, les confieren una elevada productividad biológica, la cual les permite sustentar la existencia de una amplia diversidad de organismos acuáticos representados por estadios de larvas y juveniles de diversas especies que buscan refugio y alimentación en estos sitios (Cameron y Pritchard, 1963; Pritchard, 1967).

Las características ambientales y biológicas propias de estos sistemas han favorecido el desarrollo de la actividad pesquera en la región ya que existen muchas comunidades rurales que viven asociadas a ellos y que han convertido esta actividad en su forma de subsistencia. Dentro de los recursos que con mayor frecuencia se extraen de estos ambientes costeros, se puede mencionar a las pesquerías de camarón que comercialmente reditúan las mayores ganancias para los

pescadores (Sagarpa, 2001). También se practica la pesca de escama, la cual se compone de diversas especies, entre las que se encuentran los robalos (*Centropomus* spp.), pargos (*Lutjanus* spp.), bagres (como *Bagre panamensis*, *Cathorops* spp., *Sciades* spp.), lisas (*Mugil* spp.), jureles (*Caranx* spp., *Hemicaranx zelotes*, *Oligoplites* spp.), así como grupos de mojarra de agua dulce (como *Amphilopus macracanthus* y "*Cichlasoma trimaculatum*) y marinas (como *Diapterus brevirostris*, *Eucinostomus currani* y *Gerres cinereus*). De lo anterior se deduce la importancia de los sistemas estuarino-lagunares como hábitat crítico para muchas especies de interés comercial y ecológico que acuden a ellos para completar alguna fase de su ciclo biológico (González-Acosta *et al.*, 2005), por lo que es prioritaria su conservación para el sustento de los recursos pesqueros en el estado. En términos generales, los sistemas de esta red hidrográfica se caracterizan por presentar una considerable variación ambiental ocasionada por cambios diarios en la salinidad (mareas) y variaciones estacionales determinadas por la presencia de una intrincada red de corrientes hidrológicas que marcan cambios radicales en la calidad del agua.

Grijalva-Usumacinta

Se considera como una sola cuenca de captación debido a que los principales ríos que la conforman (Grijalva y Usumacinta) se comunican 15 km antes de desembocar al Golfo de México, en Frontera, Tabasco, conformando el delta más importante de Mesoamérica (Lot y Novelo, 1988). Los ríos y arroyos de esta región son largos y caudalosos con presencia de caídas de agua, remansos y pozas, de flujo superficial de agua, con una profundidad variable que depende del nivel de la corriente y de los afluentes que reciben a lo largo de su recorrido, desde su nacimiento hasta su desembocadura al mar.

Tiene una extensión territorial total en México de 112550 km² (Hudson *et al.*, 2005). Por su tamaño, ocupa el sexto lugar en el país y el primer lugar por su descarga superficial, con un promedio anual de 3727 m³/s. Presenta una precipitación media anual de 1 872 mm (1941-2000) (Conagua, 2007) y constituye la segunda más importante del país después de la costa de Chiapas. La captación anual de agua en esta región equivale a 30 % del escurrimiento superficial total

del país, según datos de la Conagua (2007). Esta región abarca 86 % de la superficie estatal y nace en Guatemala (Rodiles-Hernández, 2005); el río Usumacinta en su parte media representa el límite internacional entre México y Guatemala.

El río Grijalva transporta alrededor de cuatro veces más toneladas anuales de sedimento que el Usumacinta (West *et al.*, 1969); sin embargo, desde la década de 1970, los aportes más significativos para el desarrollo del sistema deltaico quedan atrapados en los grandes embalses construidos sobre el cauce del río Grijalva. La ausencia de estos sedimentos ha provocado fuertes alteraciones al equilibrio ecológico del sistema acuático y un progresivo aumento de los procesos erosivos y un acelerado retroceso de la línea de costa en el área deltaica localizada en Tabasco (Ortiz-Pérez, 1988).

REGIONES HIDROGRÁFICAS

Cinco regiones hidrográficas ocupan 86 % del territorio chiapaneco: dos en el sistema del río Usumacinta: 1) Lacantún y 2) Chixoy; y tres en el sistema del río Grijalva: 3) Grijalva-La Concordia, 4) Grijalva-Tuxtla Gutiérrez y 5) Grijalva-Villahermosa (figura 1).

SISTEMA DEL USUMACINTA

En este sistema existen especies con distribución exclusiva o restringida a ciertos cuerpos de agua. En este sentido, se puede destacar a las mojarra de agua dulce de los géneros *Thorichthys*, *Rocio*, *Theraps*, *Vieja*, además de los topotes o espadas pertenecientes a los géneros *Gambusia*, *Heterophallus*, *Poecilia*, *Poeciliopsis* y *Priapella*; y el pez escamudo de Comitán *Profundulus candalaria* (Profundulidae) actualmente en grave riesgo de desaparecer. También se debe mencionar que muchos otros grupos de peces cuentan con representantes que pueden corroborar estos procesos biológicos; éste es el caso del bagre de Chiapas de la especie *Lacantunia enigmatica*, un pez de reciente descubrimiento en el cauce del río Lacantún de la Selva Lacandona (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005); dicha especie se considera un hallazgo extraordinario ya que constituye un grupo hermano de bagres dulceacuícolas endémicos de África (Lundberg *et al.*, 2007).

La región hidrográfica del río Lacantún tiene una superficie de 16 203 km² y destacan las

subcuencas de los ríos Euseba, Jataté, Ixcán, Chajulillo, Tzendales y Lacanjá que desembocan directamente al Lacantún, principal afluente del río Usumacinta. Aquí se localizan importantes áreas naturales protegidas, tales como Montes Azules (331 200 ha), Lacantún (61 873 ha) Bonampak (4 357 ha) y Lagunas de Montebello (6 022 ha), estas últimas incorporadas a la lista de humedales de importancia internacional (Convención Ramsar, 1977).

En la región hidrográfica del Chixoy destacan las subcuencas del río la Pasión y Chancalá, con una superficie de 6 767 km², así como una amplia zona de inundación formada por el delta del Usumacinta con una superficie de 9 176 ha en los municipios de la Libertad y Catazajá, justo en el límite con el estado de Tabasco; en esta zona se localizan dos sitios de humedales de importancia internacional: Catazajá y La Libertad (con una superficie de 1 764 ha y 1 774 ha, respectivamente). Destacan también las áreas naturales protegidas de Chan-kin (12 184 ha), Yaxchilán (2 621 ha) y Palenque (1 771 ha).

En estas dos regiones se encuentran los sistemas lacustres más importantes (se entiende por sistemas lacustres a cuerpos de agua que ocupan una depresión en la tierra firme tales como lagos naturales y artificiales –presas o embalses–). Los lagos naturales en Chiapas son comúnmente denominados como lagunas (por ejemplo, Lagunas de Montebello, laguna de Nahá y Metzabok, etcétera); sin embargo, desde el punto de vista geomorfológico, una laguna es un acuífero natural, somero y separado del mar por franjas o barras costeras (Lugo, 1989); esta definición se aplica más bien a los sistemas lagunares y estuarios y no a los lagos dulceacuícolas que aquí tratamos.

SISTEMAS LACUSTRES (LAGOS)

La región hidrográfica del Lacantún es quizá la más importante de la zona al registrar un total de 36 cuerpos de agua con una superficie de 5 228 ha. Estos cuerpos de agua representan complejos sistemas lacustres de origen cárstico (formado por rocas calcáreas) que son alimentados por infiltración de agua superficial y subterránea. A través de su evolución, algunos de estos lagos fueron quedando aislados de las corrientes superficiales y, en consecuencia, su ictiofauna ha pasado por eventos que han generado procesos de endemismo local.

Al oeste de la región, en una altitud de 1 500 msnm, se localizan el sistema de lagos que conforman el Parque Nacional Lagunas de Montebello, actualmente considerado Reserva de la Biosfera (mayo de 2009), que de manera conjunta ocupan 20 % de la superficie total de lagos en el estado. Entre ellos destacan los lagos de Tepancoapan, Tzisco, Montebello, Pojol, Agua Tinta, Ensueño y Cinco Lagos.

Por otro lado, a una altitud de 780 msnm, se encuentra el lago Miramar, el más grande de todos, con una superficie de 2 225 ha, que se comunica con el río Azul, que a su vez es afluente del Lacantún.

Al norte de esta región y sobre la subcuenca del río Lacanjá se localizan los lagos endorreicos: el lago Ocotál, lago Ojos Azules y lago Suspiro, a una altitud de 900-1 100 msnm; mientras que la laguna Lacanjá se sitúa a una altitud de 400 msnm (Rodiles-Hernández *et al.*, 1999) y mantiene un contacto permanente con el río Lacanjá; esta laguna representa un sitio de reproducción y crianza de especies de la familia Cichlidae. Lo mismo sucede con el sistema de pequeños lagos de Nahá y Metzabok que conforman áreas naturales protegidas de flora y fauna con una superficie de 3 847 ha y 3 368 ha, respectivamente.

Por otro lado, en la región hidrográfica del Chixoy se pueden encontrar lagos de menor tamaño con una superficie total de 885 ha. Son lagos relativamente pequeños y profundos que van de 135 a 268 ha.

Por su característica de aislamiento, estos sistemas han favorecido el desarrollo y establecimiento de biotas particularmente interesantes, originadas a partir de un aparente aislamiento de sus áreas de distribución (por ejemplo, lagos y ríos), cuya distribución actual se restringe a estas zonas. Tal es el caso de los cíclidos, de la especie *Rocio ocotal*, que solo se encuentra en la laguna Ocotál (Schmitter-Soto, 2007), *Thorichthys* sp. de la laguna Lacanjá y *Bramocharax* sp. de la laguna Metzabok (Rodiles-Hernández, datos no publ.); sitios ubicados en la Reserva de la Biosfera Montes Azules en territorio de la Selva Lacandona.

SISTEMA DEL GRIJALVA

Las tres regiones hidrográficas que lo comprenden son las siguientes: 1) Grijalva-La Concordia, con 12 492 km²; 2) Grijalva-Tuxtla Gutiérrez, con 16 421 km² y, 3) Grijalva-Villahermosa con 11 614 km²

(figura 1). Dichas regiones están separadas por los límites de dos grandes embalses: la primera del Grijalva-La Concordia que termina en la cortina de la presa la Angostura y la segunda del Grijalva-Tuxtla Gutiérrez que termina en la cortina de la presa Malpaso (figura 1) y a partir de la cual se considera la región del Grijalva-Villahermosa. Desde el punto de vista biológico, se ha documentado que la construcción de las presas puede favorecer la diversificación de grupos de peces como los cíclidos. En este sentido, se cree que el proceso de especiación de *Vieja breidhori* tuvo lugar a partir de la construcción de la presa La Angostura (Conkel, 1997). De confirmarse este supuesto, podría considerarse como un ejemplo claro de la trascendencia que tienen las actividades humanas en el mundo biológico y de la capacidad de adaptación de estas especies.

En la región del Grijalva-La Angostura destacan tres especies endémicas de mojarra nativas *Cichlasoma grammodes*, *Vieja breidhori* y *V. hartwegi*. Dicha zona está ubicada en la parte alta del sistema hidrológico del Grijalva, en el límite con Guatemala, donde nacen los principales afluentes que conforman al río Grijalva; sin embargo, esta zona se encuentra muy erosionada y deforestada debido a cambios drásticos en el uso del suelo, a las pendientes abruptas de la Sierra Madre y serranías de Pacayal; es la única región donde no existe ninguna área protegida, a pesar de la presencia de importantes remanentes de bosques de niebla.

En la región del Grijalva-Tuxtla Gutiérrez (parte media del Grijalva) destacan tres especies de mojarra nativas: *Theraps nebuliferus*, *Vieja cf. zonata*, *Vieja cf. guttulata*, así como una especie de bagre ciego *Rhamdia laluchensis*, que recientemente fue descubierta en cuevas de esta región (Weber y Sbordoni, 2003); en esta región se localizan dos importantes áreas naturales protegidas: la Reserva de la Biosfera el Ocote (101 288 ha) y el Parque Nacional de El Cañón del Sumidero (21 789 ha). A esta región pertenece la Cuenca del río Amarillo (244 km²) donde se encuentra un sistema de ríos y humedales de montaña (ver estudio de caso: Cuenca del río Amarillo) que son el hábitat del pez escamudo (*Profundulus hildebrandi*) de San Cristóbal de las Casas, especie endémica de esta cuenca.

En la región hidrográfica de Grijalva-Villahermosa (parte baja del río) se encuentra la presa Peñitas (cuadro 3 y figura 1) y destaca el área

natural protegida Cascadas de Agua Azul (2 580 ha) donde se encuentran endemismos de mojarra dulceacuícolas tales como *Amphilophus robertsoni*, *Rocio octofasciatum* y *Thorichthys socolofi*. Sin embargo, recientemente en el valle del río Tulijá se registró la presencia masiva de las especies invasoras de plecos (Loricariidae), lo que está causando probablemente graves impactos en la biodiversidad que deberán ser evaluados. En esta cuenca se localiza una importante área de inundación (10 377 ha) perteneciente a la planicie costera del Golfo en el límite con el estado de Tabasco.

GRANDES EMBALSES (LAGOS ARTIFICIALES)

En esta categoría se incluye a los enormes y profundos embalses de Chiapas (cuadro 3), también considerados como lagos artificiales. Durante la década de 1940 fue concebido el Plan del río Grijalva por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1989), el cual consistió en la construcción de cuatro grandes presas hidroeléctricas que en su conjunto generan 51 % (4800 Mw) del total de la generación de energía hidroeléctrica en el país. Representan una superficie total de 84 991 ha y un volumen total de agua embalsada de 22 799 hm³ (Conagua, 2007). Destaca la considerable profundidad de estos embalses, determinada por la altura de la cortina de cada presa, en donde la menor tiene 58 m y la mayor 261 m de altura (cuadro 3) lo que les confiere una dinámica hidrológica propia para el establecimiento de diversas pesquerías artesanales.

En la presa de Malpaso se ha desarrollado una pesquería de especies nativas entre las que destaca la tenguayaca (*Petenia splendida*), que es la base del sustento económico de cooperativas pesqueras establecidas en este embalse. Por el contrario, en las otras presas las pesquerías están basadas en la captura de especies introducidas (como las tilapias).

Recientemente se han documentado los cambios en la distribución e introducción de otros cíclidos procedentes de otras regiones del estado y Centroamérica, tal es el caso de *Vieja synspila* y *Parachromis managuensis* en la presa Malpaso (González-Díaz *et al.*, 2008).

A pesar de la constante introducción de peces exóticos en estos embalses, con frecuencia se realiza la pesca de especies nativas como

el bagre de agua dulce (*Ictalurus meridionalis*) y mojarra dulceacuícolas (Cichlidae).

Las características físicas y químicas de las presas las vuelven sistemas particularmente interesantes ya que funcionan como barreras entre poblaciones y comunidades de peces. Sus efectos son de gran trascendencia en los procesos ecológicos y evolutivos de las especies icticas que caracterizan estos ambientes.

La gran diversidad de especies de peces que se puede encontrar en los ríos de Chiapas conforma un recurso potencial para las comunidades que viven en sus márgenes y que a través del tiempo han hecho costumbre el consumo y comercialización de diversas especies, principalmente bagres de la familia Ictaluridae y Ariidae, la chopra (*Ictiobus meridionalis*), macabil (*Brycon guatemalensis*), mojarra (*Cichlasoma* spp., *Eugerres mexicanus*, *Vieja* spp., y *Petenia splendida*), robalo (*Centropomus* spp.) y pejelagarto (*Atractosteus tropicus*).

Amenazas y recomendaciones para la conservación

Chiapas no escapa a las predicciones mundiales. De proseguir las tendencias actuales de crecimiento y desarrollo, los efectos del cambio climático (Karl y Trenberth, 2003) estarán presentes y los ecosistemas acuáticos y recursos pesqueros serán los más vulnerables (Jackson *et al.*, 2001).

Por lo mismo, en los próximos 50 años se esperan importantes extinciones de especies acuáticas, cambios drásticos en las poblaciones de peces, escasez de agua y contingencias ambientales periódicas y extremas (Jenkins, 2003).

En Chiapas, la fragmentación y modificación de los cauces de los ríos, la desaparición de manglares, selvas y bosques, la erosión de las cuencas y la contaminación del agua por desechos de agroindustrias y aguas residuales podrán modificar dramáticamente la biodiversidad, así como la disponibilidad de los recursos pesqueros y de agua para uso doméstico.

En la región costera de Chiapas se ha experimentado con diferentes sistemas agroindustriales intensivos lo que ha provocado notables modificaciones al paisaje y ha acarreado graves consecuencias para los ecosistemas acuáticos. La importante red hidrográfica ha sido y sigue siendo modificada a consecuencia de la aplicación de una política de manejo hidráulico adversa, es decir, sus antes sinuosos cauces construidos a través de la historia natural de estas serranías cubiertas de bosques tropicales, han sufrido paulatinamente una rectificación del cauce original, así como una progresiva deforestación en zonas de pendientes abruptas, provocando, por consiguiente, un crecimiento incontrolable de las corrientes superficiales de los ríos, avenidas constantes e inundaciones permanentes sobre

Cuadro 3. Grandes embalses (lagos artificiales) de Chiapas.

Nombre/año de terminación	Capacidad total (hm ³)	Altura de la cortina (m)	Capacidad efectiva (Mv)	Región hidrográfica
Malpaso: Netzahualcóyotl / 1964	9 605	138	1 080	Grijalva-Tuxtla Gutiérrez
La Angostura: Belisario Domínguez / 1974	10 727	143	900	Grijalva-Concordia
Chicoasén: Manuel Moreno Torres / 1980	1 376	261	2 400	Grijalva-Tuxtla Gutiérrez
Peñitas: Ángel Albino Corzo / 1986	1 091	58	420	Grijalva-Villa Hermosa
Total	22 799		4 800	

hm³ = hectómetros cúbicos. 1 hectómetro cúbico = 1 000 millones de litros. Es una medida de volumen para definir la capacidad de los grandes embalses. Mv = Megavatios = un millón de vatios o watts (unidad para medir la corriente eléctrica). Fuente: Conagua, 2007.

poblados asentados en las cercanías de los ríos. En consecuencia, ha existido una excesiva acumulación de suelo y rocas originadas por la erosión cuenca arriba, el relleno de los cauces y de las bocanarras de estos sistemas lagunares.

Esta lamentable situación ha fomentado la promoción de actividades de dragado en los sistemas lagunares para remover toda la acumulación de suelo proveniente de los ríos. Estas actividades son realizadas por medio de la contratación de maquinaria obsoleta y muy costosa, en cuya operación se destruyen importantes áreas de manglar u otro tipo de vegetación acuática que representan el hábitat de muchas especies y que además contaminan el agua (mediante el constante derramamiento de combustibles) dentro de estos sistemas altamente productivos. Por lo anterior, es necesario llevar a cabo planes de restauración ecológica en todas las cuencas de la costa de Chiapas y un programa sustentable para el manejo de pesquerías con la participación directa de las cooperativas de pescadores establecidos en los sistemas estuarino-lagunares de la costa de Chiapas.

El sistema del Grijalva se modificó drásticamente debido a la construcción de los grandes embalses (parte alta y media del cauce principal del río Grijalva) provocando cambios sustanciales en el humedal más grande de Mesoamérica. A pesar de esto, su biota se ha adaptado a estas condiciones adversas.

El cauce principal del río Usumacinta no está embalsado aún, sin embargo, existe un ambicioso programa del gobierno mexicano para la construcción de presas hidroeléctricas dentro de su cauce. En su parte alta, este importante río se encuentra rodeado por áreas protegidas, lo cual ha permitido parcialmente su relativa conservación. A pesar de esto, la deforestación y el cam-

bio en el uso del suelo constituyen una amenaza latente y progresiva. El represamiento de este río provocaría un mayor impacto en la zona de humedales y en los pantanos de Centla, por lo que es necesario tomar medidas preventivas para evitar daños irreversibles al ecosistema.

Los impactos ecológicos en los cuerpos de agua están poniendo en riesgo la supervivencia de muchas especies; la deforestación de las cuencas y el uso de los ríos y arroyos como drenajes y basureros, fundamentalmente en las ciudades de Tapachula, Huixtla, Arriaga, Tonalá, Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo, Cintalapa, San Cristóbal de las Casas, Palenque, Ocosingo, etc., están provocando cambios probablemente irreversibles en los componentes bióticos y abióticos del ecosistema y ocasionarán una pobreza de la biodiversidad y del recurso pesquero a corto plazo.

La introducción de especies exóticas ahora ya establecidas, como la carpa herbívora (*Ctenopharingodon idella*) y las mojarra tilapias (*Oreochromis* spp., *Tilapia* spp.), ha provocado cambios en las poblaciones nativas de peces (Morales-Román y Rodiles-Hernández, 2000). La reciente invasión de especies de plecos o peces diablo (*Pterygoplichthys* sp.) está provocando cambios dramáticos en el sistema acuático del Grijalva-Usumacinta (Capps *et al.*, 2008, 2009; Ramírez-Guevara y Rodiles-Hernández, 2008, 2009).

Por lo anterior, es necesario impulsar en la Cuenca del Grijalva-Usumacinta programas de reforestación y restauración ecológica, así como programas de educación ambiental y manejo de pesquerías artesanales, las cuales deberán estar apoyadas por investigaciones para el conocimiento biológico de las especies de importancia pesquera y para el control de especies invasoras (figura 3 ver estudio de caso página 303).



Figura 3. Humedales de montaña, San Cristóbal de las Casas, Chiapas (parte alta). Foto: Manuel Lemus, (Corredor Biológico Mesoamericano).

Literatura citada

- Arriaga C., L., E. Vázquez D., J. González C., R. Jiménez R., E. Muñoz L. y V. Aguilar S. 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Capps, K. A., R. Rodiles-Hernández y A. S. Flecker. 2008. The Impacts of Armored Catfish (Siluriformes: Loricariidae) on Invaded Freshwater Ecosystems. American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH). Montreal, Quebec, Canada.
- Capps, K. A., R. Rodiles-Hernández y A. S. Flecker. 2009. The impact of exotic species on biogeochemical processes: introduced armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in Chiapas. The Southwestern Association of Naturalist (SWAN), 2009, Monterrey, México.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). 1989. Cuencas y proyectos hidroeléctricos en el estado de Chiapas. CFE. Distrito Federal, México.
- Cotler, H., A. Garrido, R. Mondragón, y A. Díaz. 2007. Las cuencas hidrográficas de México: Un avance consensuado. *Boletín del Archivo Histórico del Agua* 37: 5-7.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. Áreas Prioritarias Marinas. Mapa y Texto. CONABIO. México.
- Comisión Nacional del Agua y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Conagua). 2007. Estadísticas del agua en México. Conagua (1ra ed.). México D.F. 258 pp.
- Conkel, D. 1997. A complete authoritative guide. Cichlids of North and Central America. T.F.H. Neptune City, NJ. 64 pp.
- Díaz R. S., A. Aguirre L. y E. Cano Q. 2006. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en dos sistemas lagunares estuarinos del sur de Chiapas, México. *Hydrobiológica* 16 (2): 197-210.
- Gleick P. H. 2003. Global Freshwater Resources: Soft-Path Solution for the 21st Century. *Science* 302 (5650): 1524-1528.
- González-Díaz A., A., R. M. Quiñones, J. Velázquez-Martínez, y R. Rodiles-Hernández. 2008. Fishes of La Venta River in Chiapas, Mexico. *Zootaxa* 1685: 47-54.
- González-Acosta A. F. 2005. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). En: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur. p. 206.

- Hudson P. F., D. A. Hendrickson, A. C. Benke, A. Varela-Romero, R. Rodiles-Hernández, y W. L. Minckley. 2005. Rivers of Mexico. pp. 1031-1085. En: A. C. Benke y C. E. Cushing (Eds.). Rivers of North America. Elsevier Academic Press, USA.
- Helbig, C. M. A. 1976. Chiapas. Geografía de un Estado Mexicano. Gobierno del estado de Chiapas. Tomo I. 365 p.
- INE, Conagua. 2007. Delimitación de las Cuencas Hidrográficas de México a escala 1:250 000. p. 35.
- Jackson, J. B. C., et al. 2001. Historical Overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293 (5530): 629-638.
- Jenkins M. 2003. Prospect for biodiversity. *Science* 302 (5648): 1175-1177.
- Karl, T. R. y K. E. Trenberth. 2003. Modern Global Climate Change. *Science* 302 (5651): 1719-1723.
- Lot, A. y A. Novelo. 1988. El Pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. pp. 537-547. En: Memorias del Simposio Internacional sobre Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva. INIREB y Gobierno del estado de Tabasco, México.
- Lundberg, J. G., J. P. Sullivan, R. Rodiles-Hernández y D. A. Hendrickson, 2007. Discovery of African roots for the Mesoamerican Chiapas catfish, *Lacantunia enigmatica*, requires an ancient intercontinental passage. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 39-53.
- Lugo Hubp, J. 1989. Diccionario Geomorfológico. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, Distrito Federal.
- Morales-Román, M. y R. Rodiles-Hernández. 2000. Implicaciones de Ctenopharyngodon idella en la comunidad de peces del río Lacanjá. *Hidrobiológica* 10: 13-24.
- Müllerried, F.K.G. 1957. Geología de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas, Chiapas, México.
- Ortíz Pérez, M. A. 1988. Evidencias de cambios geomorfológicos del sistema litoral mediante el análisis de imágenes aéreas. pp. 43-54. En: Memorias del Simposio Internacional sobre Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva. INIREB y Gobierno del estado de Tabasco, México.
- Ramírez-Guevara, N. y R. Rodiles-Hernández. 2009. Invasión de bagres armados (Siluriformes: Loricariidae) en la Cuenca del Grijalva-Usumacinta, Chiapas, México. The Southwestern Association of Naturalist (SWAN), 25 de abril, 2009, Monterrey, México.
- Rodiles-Hernández, R., E. Díaz-Pardo y J. Lyons. 1999. Patterns in the species diversity and composition of the fish community of the Lacanja River, Chiapas, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology* 14 (4): 455-468.
- Rodiles-Hernández, R. 2005. Diversidad de peces continentales en Chiapas. En: Diversidad Biológica de Chiapas. M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruíz-Montoya (Eds.). Plaza y Valdés, Ecosur, COCYTECH, Distrito Federal, México. pp. 195-220.
- Rodiles-Hernández, R., A. González-Díaz, y C. Chan-Sala. 2005. Lista de Peces Continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 15 (2 especial): 245-253.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2001. Diagnóstico de la pesca en Chiapas. Informe de la Delegación Federal en Chiapas. Subdelegación de Pesca. Sagarpa. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Secretaría de Pesca (Sepesca). 1990. Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas. Sepesca, Distrito Federal, México. 219 pp.
- Schmitter-Soto, J. J. 2007. A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description of two new genera and six new species. *Zootaxa* 1603: 1-78.
- UNESCO y WWAP. 2006. Water a shared responsibility. Berghahn Books, Organización de las Naciones Unidas para el trabajo conjunto en las áreas educativas, científicas y culturales y Programa Mundial para la Evaluación del Agua. Barcelona, España.
- Velasco, P. A. 2003. Geografía de Chiapas. Publicado por el autor-Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 111 pp.
- Weber, A. A., y Sbordoni. 2003. *Rhamdia laluchensis*, a new species of troglobitic catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from Chiapas, Mexico. *Ichthyological Exploration Freshwater* 14 (3): 237-280.
- West, R. C., N. P. Psuty, y B. G. Thom. 1969. The Tabasco Lowlands of Southeastern Mexico. Technical Report no. 70. Coastal Studies Institute, Louisiana, State University, Baton Rouge.
- Yañez-Arancibia, A. (Ed). 1985. Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras. UNAM, México D.F. 654 pp.

LA CUENCA DEL RÍO AMARILLO Y LOS HUMEDALES DE MONTAÑA

Gloria Espiritu-Tlatempa y Rocío Rodiles-Hernández

En la región de los Altos de Chiapas se localizan importantes humedales de montaña en peligro de desaparición. Estos humedales se encuentran en la parte alta del Grijalva (2 280-2 110 msnm), en una cuenca hidrográfica de 244 km² y en una zona de Bosques de pino-encino y mesófilos de montaña. Los humedales están conformados por una red de arroyos, zonas pantanosas y de inundación permanente y temporal que permiten la infiltración de agua a importantes mantos freáticos y su almacenamiento en reservorios de agua subterráneo.

Los humedales de montaña son considerados a nivel mundial como ecosistemas raros que cumplen funciones de almacenamiento, filtración y limpieza de agua, control de inundaciones, regulador de microclimas y refugio de una considerable diversidad de fauna y flora acuática (Galindo-Jaimes *et al.*, 2008).

Los humedales de montaña dependen de las características geomorfológicas e hidrológicas de sus cuencas de captación, y en general se consideran a las cuencas hidrográficas como unidades básicas del territorio para la planeación y el manejo de los recursos naturales (Cotler *et al.*, 2007), aún más cuando su tamaño es relativamente pequeño, como es el caso de la Cuenca del río Amarillo.

Con la finalidad de conocer el potencial de humedales de montaña, se procedió a establecer los límites geográficos y las características hidrológicas de la Cuenca (Espiritu, 1998) para lo cual se realizaron recorridos de campo, análisis de fotografías aéreas a escala 1:75 000 (1979) y 1:50 000 (1996), y una imagen de satélite LANDSAT-TM (1996), así como la cobertura vegetal de acuerdo a la información generada en el inventario forestal elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM (2000); todo esto dio como resultado el cálculo de los principales parámetros hidrológicos: volúmenes de entradas de agua (lluvias), escurrimiento y capacidad de almacenamiento, además de condiciones físicas e hidrográficas de las cuencas como superficie, pendiente, cobertura vegetal y densidad de drenaje (Espiritu, 1998).

También se obtuvo la cartografía a escala 1:20 000 (figura 1) con la delimitación de 15 cuencas menores (o subcuencas) caracterizadas por escurrimientos superficiales (arroyos) permanentes o intermitentes y zonas de inundación. En estas subcuencas se manifiestan potenciales hídricos que reflejan una considerable captación de agua subterránea, superficial (fluvial) y de lluvia (pluvial) que las caracteriza. Las cuencas con mayor presencia de agua subterránea, aún en época de estiaje, tienen amplia capacidad para la captación de agua de lluvia y, por lo tanto, para el mantenimiento de zonas de humedales de montaña durante todo el año.

El río Amarillo es el principal recolector de todos los escurrimientos de la cuenca; y es que el relieve orográfico de esta cuenca permite que todos los arroyos confluyan en el río Amarillo, el cual posee una longitud de 33 km y un desnivel de 770 m. La parte más alta de la cuenca corresponde al volcán Tzon-

tehuitz (2880 msnm) y la parte más baja se encuentra a una altitud de 2 110 msnm, en la ciudad de San Cristóbal de las Casas.

La cuenca del río Amarillo tiene una superficie de 244 km² y está formada por 15 subcuencas; el topónimo (denominación o nombre) de éstas fue asignado de acuerdo al nombre del escurrimiento o arroyo principal, y en aquellos casos donde no existía uno, se decidió utilizar el nombre de la comunidad. Aproximadamente, 99 % de la superficie total de la cuenca se distribuye principalmente en cuatro municipios: San Cristóbal de las Casas (57 %), San Juan Chamula (31 %), Huixtán (9 %) y Tenejapa (2 %); mientras que el 1 % restante se encuentra en los municipios de Zinacantán y Teopisca (figura 1).

La Cuenca del río Amarillo tiene una forma semialargada y es considerada como endorreica (o cerrada) debido a que los escurrimientos y almacenamiento de agua drenan hacia un cuerpo de agua interior (como lagos) o humedales (figura 1).

Toda las subcuencas tienen potencial para la captación de agua, sin embargo, destacan nueve de ellas, en orden de importancia, para la formación de humedales de montaña: San Cristóbal (68 km²), Las Piedrecitas (13 km²), arroyo San Felipe (6 km²), río Agua de Pajaritos (10 km²), río San Antonio (15 km²), arroyo Nitijom (3 km²), Petej (25 km²), arroyo San José Las Flores (11 km²) y Crucero (25 km²). Otras subcuencas como El Pinar y río San Antonio las Rosas tienen altas posibilidades de formación de humedales en las depresiones y bifurcaciones de los ríos.

Se calcula que la zona de humedales de montaña, en San Cristóbal de las Casas (figura 3 ver ecosistemas acuáticos), tenía una superficie de 2500 ha (Montoya *et al.*, 2008) que corresponde a 74 % de la superficie total del valle en esta subcuenca (García, 2005). Esta zona localizada en la parte más baja de la Cuenca del río Amarillo (figura 1) recibe todos los escurrimientos y debido a su estructura geomorfológica de cuerpos cavernosos de calizas y sedimentos (denominada *poljé*) tienen excelentes condiciones para la infiltración de agua con una clara evidencia de acumulación de agua subterránea y presencia de manantiales permanentes, condición que favorece el control de inundaciones.

Sin embargo, la ciudad de San Cristóbal de las Casas tiene el mayor desarrollo turístico del estado de Chiapas, lo que ha provocado un proceso acelerado de urbanización en el valle, incluso en áreas inundables y en las riberas de los arroyos, a tal grado que 90 % de la superficie está urbanizada (Montoya *et al.*, 2008).

En esta zona, y debido a precipitaciones mayores de la media anual, se han registrado inundaciones periódicas (1595, 1652, 1785, 1973 y 2010) que han provocado graves daños a la población urbana, por lo que en 1976 se inició un proceso artificial de desagüe de los humedales para facilitar la salida de agua (hacia al río Grijalva), por medio de la construcción de un túnel de 4.4 m de ancho por 3.1 m de alto y una longitud de 4 280 m (Montoya *et al.*, 2008) con la finalidad de evitar futuras inundaciones.

Contradictoriamente a esta decisión, se favoreció la desecación de la mayor zona de inundación y se incrementó el crecimiento de la mancha urbana mediante el relleno y construcción en los humedales, por lo que se redujo la infiltración natural del agua superficial (pluvial y fluvial) y la captación de agua subterránea, y se aumentaron las áreas con mayores riesgos de inundaciones (García, 2005; Montoya *et al.*, 2008). A pesar de esto, los remanentes de humedales representan un hábitat propicio para aves migratorias y para la reproducción de flora y fauna endémica.

En los ríos y humedales de la Cuenca del río Amarillo se encuentra el único pez nativo de la región, el pez escamudo de San Cristóbal *Profundulus hildebrandi*

(Miller, 1950; Velázquez-Velázquez y Schmitter-Soto, 2004); es una especie endémica catalogada en peligro de extinción en la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2010), debido a la disminución de sus poblaciones como consecuencia de la eliminación de su hábitat natural por el cambio en el uso del suelo y por el acelerado y desordenado crecimiento poblacional que impacta negativamente en los sitios donde se distribuye (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008).

La conservación de los humedales de montaña y de la especie emblemática (*Profundulus hildebrandi*) ha sido motivo de diversas expresiones ciudadanas para lograr una mejor calidad de vida de los habitantes de San Cristóbal de las Casas (*Cuarto Poder*, 2006; *La Jornada*, 2008).

En 2006, se realizó el Primer Foro para la Defensa de los Humedales con la participación de 500 personas provenientes de instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil. En 2007, se promueve una campaña para el rescate del pez escamudo de San Cristóbal de las Casas y se hace una resiembra de crías en el lago artificial del Parque de los Humedales. Éstas y otras acciones han desatado una intensa campaña en medios de información (radio, televisión y prensa) y una importante conciencia ciudadana (*Cuarto Poder*, 2009).

En febrero de 2008, el gobierno estatal decreta 225 ha en la ciudad de San Cristóbal de las Casas como áreas naturales protegidas sujetas a conservación ecológica (Secretaría de Gobierno, 2008) y envía, a través de la Dirección de Áreas Naturales del Instituto de Historia Natural y Ecología, la propuesta para su incorporación a la lista de humedales de importancia internacional (Convención RAMSAR, 1977).

A pesar de estos avances, es fundamental desarrollar un programa integral de saneamiento y restauración ecológica de la Cuenca de San Cristóbal, dado que

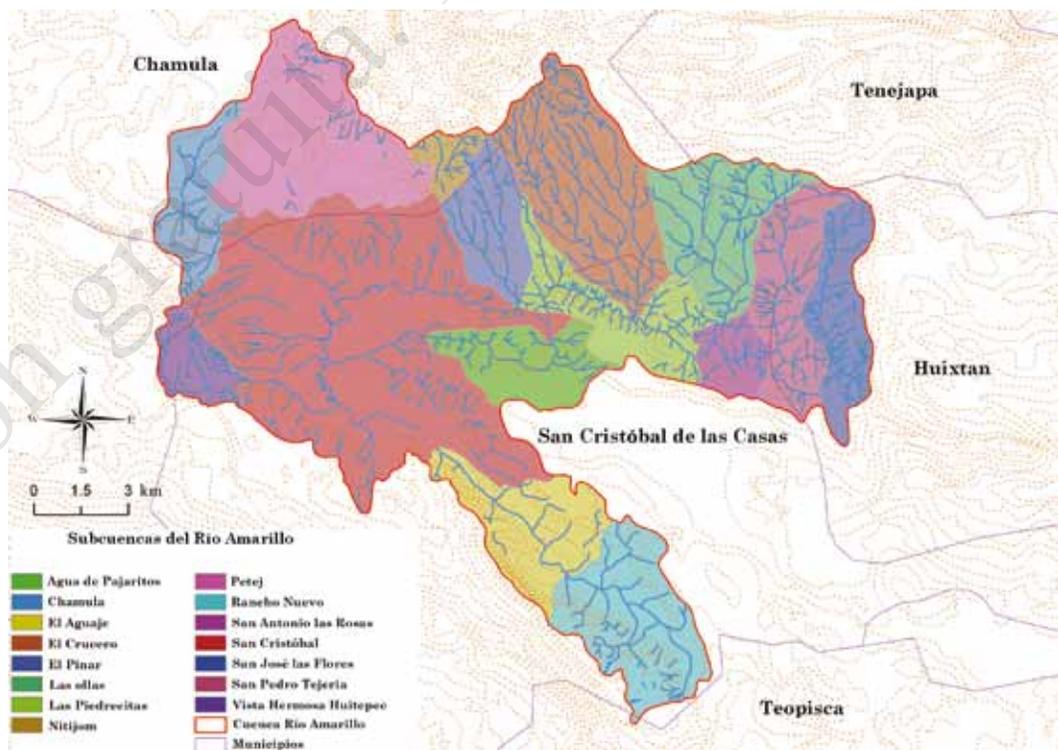


Figura 1. Cuencas menores (o subcuencas) de la región Altos de Chiapas.

las aguas residuales están contaminando los mantos acuíferos y el relleno de los escasos remanentes de humedales están agotando los manantiales de agua para uso doméstico. La información generada con este estudio de caso proporciona las bases para delimitar el territorio de planeación e impulsar acciones de coordinación para el manejo de cuenca en toda la región. Sin embargo, y de forma paralela, es necesario profundizar en el estudio de las condiciones ambientales de cada una de las subcuencas mediante un monitoreo de la capacidad de captación y calidad de agua, así como la diversidad de especies endémicas que podrían revelar en general el estado de salud de la cuenca del río Amarillo.

Literatura citada

- Athié, L. M. 1987. Calidad y cantidad del agua en México. Universo XXI.
- Cotler, H., A. Garrido, R. Mondragón y A. Díaz. 2007. Las cuencas hidrográficas de México: Un avance consensuado. *Boletín del Archivo Histórico del Agua* 37: 5-7.
- Cuarto Poder. 2006. Habrá una catástrofe si se descuidan humedales. Entrevista realizada por Carlos Herrera a Rocío Rodiles. Periódico de distribución regional. 17 de septiembre de 2006. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Cuarto Poder, 2009. Exterminan hábitat del popoyote. Entrevista realizada por Elio Henríquez a Rocío Rodiles y A. González (Ecosur). 31 de enero de 2009. Periódico de distribución regional. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Espíritu Tlatempa, G. 1998. Evaluación de la disponibilidad de agua mediante análisis geográfico en la Cuenca de San Cristóbal, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Chiapas, México. 34 p.
- Galindo-Jaimes L., M. Martínez-Icó, M. López-Carmona, A. Camacho-Cruz, N. Ramírez-Marcial y J. A. Santiago-Lastra. 2008. Humedales de Montaña en Chiapas. Reconocimiento de la Flora y Avifauna Asociada. Ed. Biodiversidad, Conservación y Restauración, A. C. (Biocores) y El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). México D.F.
- García García, A. 2005. La gestión del agua en la Cuenca endorreica de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma de Chapingo. 264 p.
- La Jornada. 2008. Pez prehistórico en peligro de extinción. Entrevista realizada por Henríquez Elio a Rocío Rodiles (Ecosur), periódico de distribución nacional. 24 de julio de 2008. México D.F.
- Miller, R. R. 1950. *Profundulus hildebrandi*, a new cyprinodontid fish from Chiapas, Mexico. *Copeia* 1950: 22-30.
- Montoya G., J. F. Hernández, M. A. Castillo, D. M. Díaz y A. Velasco. 2008. Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. *Estudios demográficos y urbanos* 23 (1): 83-122.
- Secretaría de Gobierno, 2008. Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Chiapas. Tomo III, No. 078. Decretos 137 y 138. 32 p.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (dof), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Velázquez-Velázquez, E. and Schmitter-Soto. 2004. Conservation status of *Profundulus hildebrandi* Miller (Teleostei: Profundulidae) in the face of urban growth in Chiapas, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 201-209.
- Velázquez-Velázquez, E., Schmitter-Soto, J. J., and S. Domínguez-Cisneros. 2008. Threatened fishes of the world: *Profundulus hildebrandi* Miller, 1950 (Profundulidae). *Environmental Biology Fishes* doi: 10.1007/s10641-008-9425-8.

ECOLOGÍA DE LOS HUMEDALES DEL LITORAL DEL ESTADO

Cristian Tovilla Hernández y Edith Orihuela Belmonte

Introducción

En el litoral de Chiapas se encuentra una serie de elementos climáticos, topográficos e hidrológicos que determina un mosaico florístico y faunístico muy peculiar. El clima es cálido-húmedo, con precipitaciones variables entre mayo y octubre (de 1 150 a 2 870 mm/año), con estiaje de noviembre a abril. La Sierra Madre de Chiapas, con una altura promedio de 2 690 msnm, delimita la planicie costera, con una anchura variable (26 a 42 km) (CNA, 2000). Aproximadamente, 26 ríos descienden de la parte alta, los cuales, en los últimos kilómetros, llegan a formar planicies de inundación llamadas pampas o pantanos de agua dulce y constituyen cuerpos de agua perennes y estacionales conectados por medio de canales con las lagunas costeras –estas últimas son cuerpos de agua salobres, separadas del mar por una barrera arenosa– (Lankford, 1977) que, en conjunto, constituyen los humedales costeros de esta entidad. Son fuentes de recursos pesqueros, paisajísticos, maderables y de servicios ambientales para los habitantes de 126 comunidades costeras (INE, 1999).

Diversidad, distribución e importancia de los humedales costeros

Los datos expuestos a continuación corresponden al proyecto “Inventario de los Bosques de Manglar de la Costa de Chiapas”, financiado por COCYTECH (2005, 2007). Esta cuantificación se realizó utilizando fotos aéreas (ortofotos) a escala 1:50 000, así como 412 recorridos en campo, desde el Suchiate hasta Arriaga. En cada humedal se establecieron unidades de muestreo (UM) de 1 000 m² y en cada una se determinó la extensión, tipo de asociación vegetal, estructura de los bosques, extracción de madera por especie, regeneración, mortalidad natural, cuerpos de agua y áreas de pantanos. Los humedales litorales comprenden 11 sistemas lagunares y cinco áreas de pantanos.

SISTEMA LAGUNAR MAR MUERTO-EL CAPULÍN

Comprende el litoral de los municipios de Arriaga y Tonalá, y es uno de los humedales más extensos de Chiapas con 9 068 ha de las cuales 66.2 % del área corresponde al cuerpo de agua. El manglar y la selva baja caducifolia son los componentes más extensos con 1 345 ha, mientras que el mangle madresal (*Avicennia germinans*) es la especie principal y *Conocarpus erectus* es la asociada. Ambas se encuentran distribuidas en la parte interna del humedal desde Las Glorias hasta La Línea, en el municipio de Arriaga; mientras que en Tonalá, el mangle botoncillo es más abundante entre Vuelta Rica hasta Barra de Tonalá. El segundo componente vegetal está representado por plantas herbáceas resis-

tentes a elevada salinidad en el suelo (halófitas) como *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum* o “vidrillo” (997 ha); esta vegetación se distribuye al interior de los bosques de madrejal en laguna El Capulín, y desde Paredón hasta Punta Flor en la parte interior y posterior de los manglares en Arriaga y Tonalá. La vegetación de dunas constituye el tercer componente vegetal con una extensión de 489 ha, mientras que el manglar conservado sólo representa 231 ha en la parte sur y sureste del sistema lagunar Mar Muerto, y desde Puerto Arista hasta Barra de Tonalá (figura 1 y cuadro 1).

SISTEMA LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA

Se ubica en el sureste del municipio de Tonalá y está constituido por las lagunas La Joya y Buenavista que cuentan con 4688 ha, de las cuales, 2993 corresponden al cuerpo de agua. La vegetación está representada por vegetación de dunas (567 has), la cual es notable al sur del estero Boca del Cielo hasta El Manguito. Mientras que en la parte interna de este estero y a lo largo de la ribera oeste de laguna Buenavista existen algunas áreas de manglar-selva baja caducifolia en 434 ha. A pesar de la enorme superficie del sistema lagunar, el manglar medianamente conservado cubre sólo 365 ha, constituidas por mangle rojo y blanco (*Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*). Ante la deforestación de los manglares en el norte de La Joya, la vegetación halófitas ha ocupado unas 329 ha.

SISTEMA LAGUNAR EL MANGUITO-JOQUÍN AMARO-LA CONQUISTA

Se distribuye en los municipios de Tonalá y Pijijiapán, y comprende 3254 ha constituidas por las lagunas de El Mosquito, La Balona, Los Patos, Agua Tendida y los esteros Cequeleño-Joquín Amaro-La Conquista, con una extensión de 838 ha. Se registraron cuatro tipos de asociaciones: el manglar conservado ocupa 703 ha, con 12-20 m de altura, constituidos por mangle rojo, blanco y madrejal, los cuales se distribuyen desde la comunidad de El Manguito hasta la laguna Balona (figura 1, cuadro 1). Posteriormente, se ubicó la vegetación de manglar-selva baja caducifolia y de dunas con 674 y 635 ha, respectivamente; la primera se localiza en la periferia de las comunidades de Solo Dios, Agua Tendida e Isla San José, mientras que desde el límite sur de estero Boca del Cielo hasta Barra de Santiago existe una franja de dunas con buen estado de conservación. Al norte del sistema existen unas 404 ha de plantas halófitas.

ESTERO CHOCOUITAL

Localizado en Pijijiapan, corre paralelo al mar en unos 15 km, desde Barra de Santiago a estero Brujas, con una extensión de 1 589 ha, de las cuales, 611 ha comprenden los cuerpos de agua. La vegetación más importante aquí es el manglar-selva baja caducifolia que constituye la mayor cobertura con 601 ha. Posteriormente, se ubica la vegetación de dunas (274 ha) y el manglar medianamente conservado está reducido a solo 67 ha.

SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA-ESTERO BRUJAS

Pertenece al municipio de Pijijiapan, con 6 105 ha, de las cuales, 1 606 corresponden a las lagunas Carretas-Pereyra, Coapa y El Bobo. Aquí, el manglar conservado representa 64 % del área (3911 ha) y está constituida por bosques

de *R. mangle*, principalmente en estero Brujas, donde existen árboles de 35 m de altura. Esta formación se prolonga hacia el sur en la localidad Las Mercedes y Pereyra. Otra área conservada se ubica en la parte noreste de laguna Pereyra, con un bosque mangle blanco y rojo de 378 ha. En la zona de Las Cuachepalmarcito existe una franja de manglar-selva baja caducifolia (195 ha), mientras que hacia el sur, en la periferia de laguna El Bobo, aparecen franjas de manglar-zapotón (*Pachira aquatica*) en unas 89 ha. En este sistema, desde la parte Norte-Sur, en la confluencia de los ríos Pijijiapan, Coapa, Margarita y Bobo existe una amplia área de pantanos medianamente conservados, denominados “Agostaderos de Pijijiapan” (2680 ha). Cubierta por vegetación de tulares en las localidades de Salto de Agua-Ceniceros y Brisas de Pijijiapan, los espadañales son abundantes en la parte sur de Las Brisas (figura 1 y cuadro 1).

Sistema Lagunar Buenavista-El Castaño-Barrita de Pajón-Pampa Honda

Comprende parte de Pijijiapan y Mapastepec, con aproximadamente 1 241 ha, de las cuales, 625 ha corresponden a las lagunas Buenavista y El Castaño. Se registraron cuatro tipos de asociaciones vegetales; de éstas, la vegetación de manglar-selva baja caducifolia y las dunas son las más extensas, con 198 y 192 ha, respectivamente; cabe señalar que aquí no existen zonas de mangle conservado. Hacia tierra firme se encuentra una franja de manglar selva baja caducifolia y palmar con dominancia de palma real (*Sabal mexicana*).

SISTEMA LAGUNAR CASTAÑO, CHANTUTO, CAMPÓN Y BARRA DE ZACAPULCO

Comprende los municipios de Mapastepec y Acapetahua, y presenta una extensión de 5225 ha; de esta área, 1 402 ha corresponden a los cuerpos lagunares de Chantuto, Campón y La Pululera. El manglar conservado es el principal componente (3274 ha) y se distribuye en una franja paralela al mar de 21.4 × 4.9 km, desde El Castaño hasta Barra de San Juan; aquí, los bosques de mangle rojo y blanco presentan un gran desarrollo, con una altura promedio de 19.7 m, la cobertura y área basal de 18.8 m² y 31.8 m², como sucede en los bosques del Castaño, Barra Zacapulco y estero El Machón (Tovilla *et al.*, 2007). En la parte norte y este del humedal existen algunas áreas de manglar-selva baja caducifolia y palmar (345 ha), mientras que la vegetación de dunas ocupa 204 ha. En el límite del manglar hay una gran extensión de pantanos (1 302 ha) distribuidos desde El Anonal, laguna Belem, río San Nicolás y Bonanza; estos pantanos son un componente valioso como hábitat para una gran cantidad de aves migratorias y residentes, mamíferos y reptiles; en este sentido, son importantes los nidales de *Mycteria americana* (cigüeña) y muy abundantes las poblaciones de cocodrilos y caimanes en río San Nicolás y Chantuto (Aguilar, 2006; Flores, 2005) (figura 1 y cuadro 1).

SISTEMA LAGUNAR ESTERO EL HUEYATE, TECULAPA, CERRITOS Y PANZACOLA

Este humedal es una prolongación del anterior en los municipios de Acapetahua, Villa de Comaltitlán y Huixtla. Cubre cerca de 12 422 ha, de las cuales, 1 923 ha corresponden a las lagunas de Teculapa, Cerritos, Panzacola y El Hueyate. La mayor extensión está ocupada por bosques de manglar conservado (8 723 ha), los cuales se distribuyen frente al mar a lo largo de 22.7 km de largo. Es aquí

donde el manglar exhibe su mejor desarrollo de todo el país, con una altura promedio de 21.8 m y un área basal y cobertura arbórea de 30.9 m² y 20.2 m², respectivamente (Tovilla *et al.*, 2007); en algunos sitios de laguna Cerritos-Panzacola son excepcionalmente notables los mangles rojos y amarillos que alcanzan hasta 42 m de altura. En la desembocaduras de los ríos Cintalapa y Vado Ancho se cuantificaron franjas de vegetación de manglar-selva baja caducifolia en 631 ha. Extensiones menores están ocupadas por dunas y selva baja caducifolia-Palmar (382 ha y 368 ha). Dos componentes notables en la orilla de los esteros y al interior de estos son las asociaciones de manglar-zapotón (246 ha) y selva mediana perennifolia (149 ha); en el primer caso, se distribuyen en la desembocadura de los ríos Vado Ancho y El Hueyate. La selva mediana constituye una franja discontinua en estero Hueyate, desde San Isidro hasta El Campamento de La Concepción (figura 1).

SISTEMA RÍO DESPOBLADO, BARRA SAN JOSÉ, SAN SIMÓN Y EL CABE

Se ubica en los municipios de Huixtla, Mazatán y Huehuetán, y comprende 5978 ha de áreas boscosas, mientras que otras 12479 ha están cubiertas por vegetación de pantanos. Es el humedal con mayor cantidad de asociaciones de vegetación con ocho tipos, de los cuales, los bosques de zapotón ocupan 2182 ha, entre la desembocadura del río Despoblado y estero El Hueyate, y en la parte central constituye un bosque monoespecífico de 1658 ha, el cual está rodeado por vegetación de pantanos. Algunas áreas boscosas más pequeñas se prolongan hacia el estero Hueyate. Es una comunidad vegetal en sitios donde la salinidad es menor de <5 ‰, con árboles de entre 10 y 18 m de altura. Hacia el occidente, a lo largo de la ribera de estero Hueyate hasta aproximadamente dos kilómetros al sur de La Concepción, este bosque cambia a zapotón-mangle, como consecuencia del incremento de la salinidad, y alcanza una extensión de 1407 ha. Sobre El Hueyate, entre la Concepción y Cuaquespala, esta vegetación cambia a manglar-zapotón. Al sur de la comunidad de Aztlán y en las inmediaciones de Barra de San Simón existe selva mediana en 108 ha. Frente al mar, en el límite de distribución del manglar, aparecen franjas de vegetación de selva baja caducifolia-palmar en un área de 491 ha, seguidas de vegetación de dunas en 344 ha. A lo largo del estero San José se registraron 272 ha de manglar conservado.

SISTEMA LAGUNAR EL AMATAL-LAGUNA CABILDO

Este humedal en la zona boscosa cubre un área de 780 ha y se distribuye desde la dársena de Puerto Chiapas hasta río Coatán, en Tapachula y Mazatán. Cerca de 214 ha están ocupadas por la laguna Cabildo; en este humedal, el manglar-selva baja caducifolia es la vegetación más extensa con 195 ha. Dentro de esta vegetación se ubica una serie de cuerpos de agua estacionales y áreas descubiertas de vegetación, las cuales están cubiertas por mangle madresal y halófitas, y abarcan 132 ha. Frente al mar existen 178 ha de vegetación de dunas. En la parte norte, entre la desembocadura del río Coatán, estero El Burrero y el manglar del Amatal se localizan cuatro manchones de selva baja caducifolia-palmar en 41 ha, mientras que al interior de los bosques del Amatal se contabilizaron solo 20 ha de manglar conservado. En este bosque se observan algunas áreas de manglar-zapotón (50-50 ‰), y es el mangle blanco el que predomina. Hacia tierra firme, desde el Amatal hasta laguna de Cabildo, existen 386 ha cubiertas por

vegetación de pantano constituidas por tulares, lirio acuático y carrizales, las cuales son hábitat de una gran cantidad de aves migratorias y residentes, como *Dendrocygna autumnalis* o pijije, con grandes bandadas de aves en febrero-abril (Coutiño y Tovilla, 2003).

SISTEMA LAGUNAR EL GANCHO-MURILLO-POZUELOS

Se localiza en los municipios de Tapachula y Suchiate, y la zona boscosa cubre una extensión total de 1 595 ha, de las cuales, 382 ha están cubiertas por cuerpos de agua, constituidas por la laguna de Pozuelos y los esteros. Mientras que la vegetación de selva baja caducifolia-palmar ocupa un área en la periferia oriental del sistema (509 ha); entre esta vegetación y el manglar existe una franja constituida por manglar-selva baja caducifolia (186 ha). A 3 km. al sur de la localidad de Playa Linda se inicia la vegetación de dunas; esta vegetación es continua y medianamente conservada hasta El Gancho. A pesar de la extensión de los bosques de manglar solo se registraron 116 ha de manglar conservado y 26 ha de vegetación de halófitas.

Principales asociaciones de la vegetación en los humedales costeros

En todos los humedales se han identificado 10 tipos de asociaciones vegetales: vegetación de pantano, manglar, manglar-selva baja caducifolia, vegetación de dunas, manglar-selva baja-palmar, bosques de zapotón, vegetación halófitas hipersalina, zapotón-manglar, manglar-zapotón, selva mediana perennifolia (Lot et al., 1986; Braun, 1997; Tovilla et al., 2007).

VEGETACIÓN DE PANTANO

Esta vegetación cubre un área de 17 623 ha y es extensa en el humedal La Cantileña-Maragato y Agostaderos de Pijijiapan (15 159 ha), en los municipios de Pijijiapan, Mazatán, Huixtla, Huehuetán y Villa Comaltitlán (figura 1). Dentro de los pantanos, las áreas más extensas están constituidas por popales, tulares y espadañales. Los popales están formados por vegetación como la herbácea *Thalia geniculata*, denominada platanillo, y otras como *Nymphaea ampla* o balona. Los tulares, por igual, se ubican en zonas de agua dulce y moderada salinidad; aquí, la especie dominante es el tule o *Typha domingensis*. En los sitios emergidos estacionalmente con presencia de agua dulce están los espadañales en donde la especie más común es el carrizo o *Phragmites australis* y otras plantas como *Oryza latifolia* o arroz silvestre, así como acuáticas sumergidas como *Najas* sp (Miranda, 1952; Breedlove, 1981; Lot et al., 1986; Lozada, 1994; Braun, 1997) (figura 1 y cuadro 1).

VEGETACIÓN DE MANGLAR

Este litoral es el más rico en especies de mangle en el país con seis especies (Tovilla et al., 2007; Nettel et al., 2008): *L. racemosa* (mangle blanco), *C. erectus* (mangle botoncillo), *R. mangle* (mangle rojo), *R. harrisonii* (mangle amarillo), *A. germinans* (mangle negro) y *A. bicolor*. En este litoral los manglares mejor conservados ocupan aproximadamente 17 541 ha.

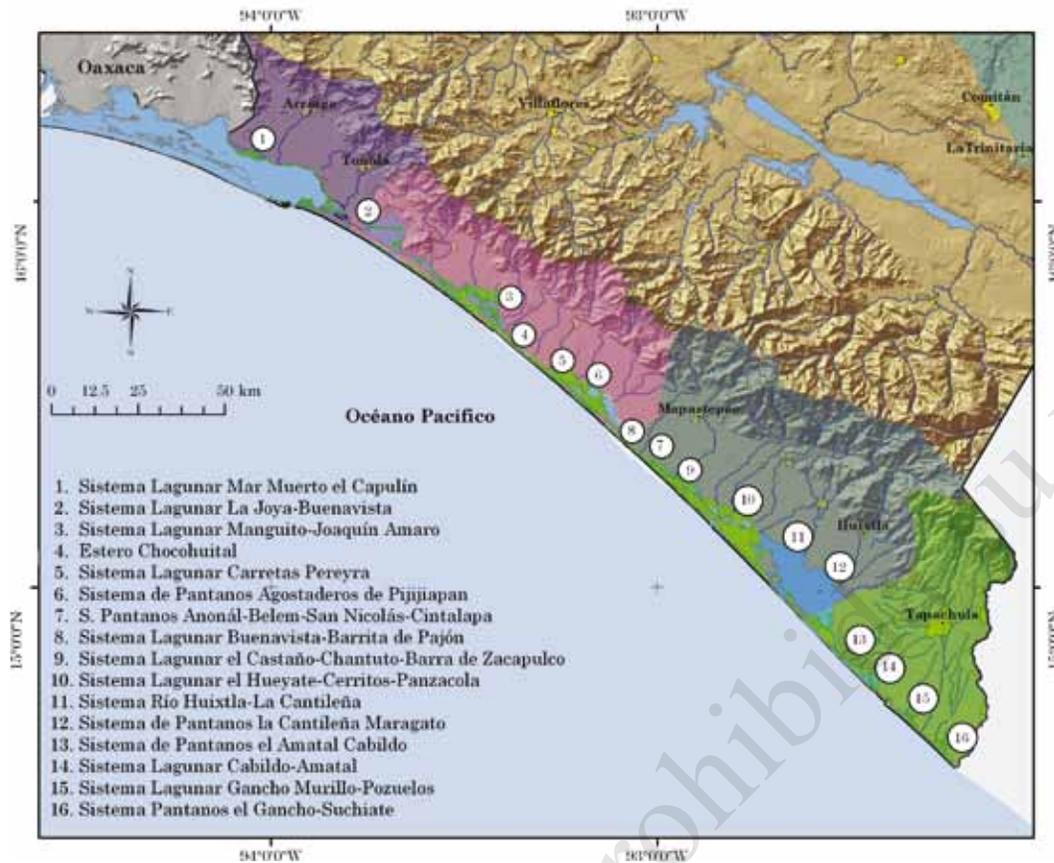


Figura 1. Humedales del litoral de Chiapas: sistemas lagunares y pantanos.

Cuadro 1. Características estructurales de los bosques de manglar en el litoral del estado.

Sistema de humedal	Altura ¹ (m)	DAP (cm) ²	Árboles/ha y área basal ³	Cobertura arbórea (m ²)	Especie dominante
Hueyate-Cerritos-Panzacolaw	21.8/9.8	15.08/96.7	1685/31.9	24.9	<i>R. mangle</i> 70.1 %
El Castaño-Chantuto Zacapulco	17.9/7.6	15.2/67.8	2641/32.7	22.8	<i>R. mangle</i> 57.4 %
Gancho-Murillo	17.6/7.9	13.7/69.7	2531/31.6	22.2	<i>R. mangle</i> 68 %
El Manguito-J. Amaro- La conquista	12.1/7.2	11/63.5	2460/30.3	16.7	<i>R. mangle</i> 67 %
Cabildo-Amatal	14.1/7.5	10.2/40.7	5298/24.9	15.5	<i>L. racemosa</i> 53 %
Carretas-Pereyra-Estero Brujas	11.3/6.2	12.9/70.9	2102/13.3	14.8	<i>L. racemosa</i> 57 %
Estero Chocohuital	10.1/5.3	14.1/61.4	2008/29.9	13.1	<i>R. mangle</i> 58.7%
Río Huixtla-La Cantileña	12.4/3.8	12.4/35.5	1675/25.9	11.8	<i>R. mangle</i> 59 %
Buenavista-P. Honda	9.8/4.8	8.5/40.1	3423/10.5	10.3	<i>L. racemosa</i> 50.2 %
Mar Muerto-Capulín	5.1/1.8	9.2/44.6	2604/8.9	10.1	<i>A.germinans</i> 52.3 %
La Joya-Buenavista	5.6/2.4	8.3/39.8	1619/7.0	8.1	<i>L. racemosa</i> 78 %

1. Altura total y de fuste limpio promedio de los rodales, 2. DAP promedio/DAP máximo observado en los rodales, 3. Densidad y área basal/ha.

VEGETACIÓN DE MANGLAR-SELVA BAJA CADUCIFOLIA

Ocupa 4744 ha y es abundante en la parte anterior y posterior de los manglares, en el límite de tierra firme. Los elementos principales son árboles y arbustos de mangle blanco y botoncillo asociados a otras especies: ceibas, robles, guamuchis, amates, palo jiote y yaite (*Ceiba pentandra*, *Tabebuia rosea*, *Phitecellobium dulce*, *Ficus involuta*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y el caulote *Guazuma ulmifolia*) (Miranda, 1952; Breedlove, 1981; Braun, 1997).

VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS

Frente al mar, sobre la duna, existe una franja de vegetación arbustiva y matorral espinoso que constituye en conjunto 3 659 ha. Los arbustos más notables son el mezquite *Prosopis juliflora*, *Jacquinia aurantiaca* o zicaján y *G. sepium*. Otras especies presentes son el hizcanal (*Acacia cornigera*), *Guazuma ulmifolia*, los cactus *Opuntia puberula* y *Acanthocereus pentagonus*, las plantas rastreras como *Ipomoea pes caprae* o riñonina y *Cannavalia rosae*; con manchones de pastos como *Distycklis spicata* y *Panicum maximun* (Braun, 1997).

MANGLAR-SELVA BAJA CADUCIFOLIA-PALMAR

Ocupa unas 2492 ha distribuidas en la parte anterior de los manglares, en la zona emergida de los pantanos hacia tierra firme. Los elementos más distintivos son la palma real o *Sabal mexicana*, la piñuela (*Bromelia pinguin*) y el matapalo (*Ficus glabrata*).

VEGETACIÓN DE ZAPOTÓN (*Pachira aquatica*)

Ocupa el lugar de los manglares en zonas con inundación estacional o permanente de agua dulce o con salinidades muy bajas (<5 %) y comprende 2 182 ha (Tovilla et al., 2007).

VEGETACIÓN HALÓFITA HIPERSALINA

Al interior de los manglares existen áreas donde las mareas introducen agua en la época de lluvias; posteriormente, en el estiaje, se secan y queda una gran cantidad de sal en el suelo (salinidad >40 %). En estos sitios abundan plantas halófitas como *Batis maritima*, *Sesuvium portulacastrum* o vidrillo y *Salicornia* sp. que ocupan aproximadamente 2099 ha (Tovilla et al., 2007).

VEGETACIÓN ZAPOTÓN-MANGLAR

Está constituida por una asociación donde predomina el zapotón sobre el mangle rojo (en una relación de >60/40 %); aquí es frecuente encontrar esta asociación donde la salinidad es 3-10 % y cubre una extensión de 1 407 ha (Breedlove, 1981; Braun, 1997; Tovilla, et al., 2007).

VEGETACIÓN MANGLAR-ZAPOTÓN

Se presenta donde la salinidad en secas es 10-15 %. *R. mangle* es la especie dominante sobre *P. aquatica* (>60/40 %) y cubre cerca de 593 ha.

VEGETACIÓN DE SELVA MEDIANA PERENNIFOLIA

Es la asociación menos extensa (257 ha) y alcanza 30 m de altura en La Encrucijada. Está constituida por especies arbóreas como *Manilkara zapota* o chicozapote, *Ficus involuta*, *Cedrela odorata* o cedro, *Sabal mexicana* y *Castanea* sp.

CUERPOS DE AGUA

Constituyen el elemento más importante dentro de la distribución de la vegetación debido a que al interior y en la periferia de estos cuerpos se ubican todas las asociaciones hasta aquí descritas; cubren aproximadamente 17 174 ha.

Amenazas sobre los humedales del litoral de Chiapas

El acelerado crecimiento de la población humana, la mala gestión del agua de los ríos, las pesquerías, el avance de las fronteras agropecuarias y la introducción de contaminantes están provocando cambios dramáticos en los humedales costeros, como el relleno y desecación de los pantanos (La Cantileña, El Gancho y Agostaderos de Pijijiapan) el asolvamiento de las lagunas costeras (laguna de Cerritos, Panzacola, Cabildos, etc.) y la contaminación de todo el litoral de Chiapas (Chantuto) (Graniel y Carrillo, 2006; Linares, 2008; Vásquez-Sánchez, 2008). Estas son amenazas preocupantes que hay que enfrentar a corto y mediano plazo para mantener las áreas mejor conservadas de los humedales bajo ese estatus; esto representa una tarea pendiente para todos los usuarios de los recursos, bienes y servicios que prestan los humedales del litoral de esta entidad, incluso un reto a mediano plazo para los políticos, autoridades y tomadores de decisiones en la costa de Chiapas.

Conclusiones y recomendaciones

En la actualidad, la extensión conservada de humedales supera las 69 000 ha, lo cual es una situación privilegiada, sobre todo si se toma en cuenta la enorme riqueza de especies de plantas acuáticas y fauna asociada que existe en estos humedales. Por ende, la enorme importancia de realizar un esfuerzo a través de todas las instituciones federales, estatales, municipales, así como la comunidad científica, para conservar, manejar adecuadamente, restaurar y conocer a profundidad estos ecosistemas. Es recomendable que instituciones como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), la Secretaría del Medio Ambiente, y Recursos Naturales (Semarnat), la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión Nacional Acuicultura y Pesca (Conapesca), la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), y las dependencias del estado de Chiapas, como la Secretaría de Pesca y Acuicultura, la Secretaría del Campo, la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (Semavhn), así como los municipios involucrados, coordinen esfuerzos a fin de limitar aquellas actividades que están provocando deterioro de los humedales costeros de Chiapas (Vásquez-Sánchez, 2009).

Literatura citada

- Aguilar, G. A. 2006. Estado del Caimán *Caiman crocodilus chiapasius* y deterioro del hábitat en Laguna Chantuto, Reserva La Encrucijada, Chiapas, México. Informe Servicio Social, El Hombre y su Ambiente, UAM-Xochimilco, México D.F., 68 pp.
- Braun, S. 1997. Untersuchung zur Zonierung und Synkologie der Mangrove im Küstengebiet des Soconusco, Chiapas, México. Diplomarbeit, aus dem Institut für Botanik und Pharmazeutische Biologie Arbeitsgruppe Geobotanik Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 92 pp.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas, introduction to the flora of Chiapas. California Academy of Sciences, 35 pp.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2000. Modificaciones climáticas para la costa de Chiapas. México, 241 pp.
- Coutiño, B. R. y H. C. Tovilla. 2003. Guía de Aves de la Laguna Pampa "El Cabildo", Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de La Frontera Sur, Unidad Tapachula y H. Ayuntamiento Municipal de Tapachula, Chiapas, México, 106 pp.
- Flores, O. C. G. 2005. Caracterización del *Caiman crocodilus chiapasius* en El Castaño, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, 99 pp.
- Granell, C. y C. Carrillo. 2006. Calidad del Agua del Río Zanatenco en Chiapas. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 10-3, pp 35-42, ISSN: 1665-529X.
- Instituto Nacional de Ecología. 1999. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Semarnap, México. 183 pp.
- Lankford, R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification, 2: 182-215 pp. En: Wiley M. E. Estuarine Process. Circulation sediments and transfer of material in the estuary. Academic Press Inc. New York.
- Linares, M. R. M. 2008. Evaluación ambiental de pesticidas organoclorados en sedimentos de la Laguna de Chantuto (Chiapas, México) y Bahía de Santander (Cantabria, España). Tesis Doctoral de Ingeniería Química, Universidad de Cantabria, España.
- Lot H. A., A. Novelo y P. Ramírez García. 1986. Listados Florísticos de México. V. Angiospermas Acuáticas Mexicanas 1. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 60 p.
- Lozada, L. 1994. Estudios Florísticos en Guerrero 2. (Eds.) Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 44 pp.
- Miranda, F. 1952. La Vegetación de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas. 596 pp.
- Nettel, A. R., S. Dodd, A. R. Zara y H. C. Tovilla. 2008. Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific Black mangroves. Molecular Ecology.
- Tovilla H. C. 2006. Propuesta de conservación, manejo y restauración en los bosques de manglar de Chiapas. Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, El Colegio de La Frontera Sur, Ecosur. Tapachula, Chiapas, México, 152 pp.
- Tovilla H. C., R. L. R. Salas, P. J. C. de la Presa y E. F. Ovalle. 2007. Inventario Forestal de los Bosques de Manglar del Soconusco, Gobierno del Estado de Chiapas (COCYTECH), El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México, 98 pp.
- Vásquez-Sánchez, M. A. 2008. Zona afectada por el Huracán Stan en regiones Istmo, Costa, Sierra y Soconusco: Investigación para su Ordenamiento. Idesmac, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas, Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas y Ecosur. 340 pp.
- Vásquez-Sánchez, M. A. 2009. El Huracán Stan en Tapachula: Investigación para su ordenamiento y desarrollo. Idesmac, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas, Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas y Ecosur. 218 pp.





Capítulo

DIVERSIDAD DE
ESPECIES

8

Resumen

Laura Rubio Delgado

La amplitud latitudinal, la accidentada orografía y la historia geológica han determinado una enorme variedad de condiciones ecológicas y una notable diversidad en el estado de Chiapas. En esta sección se describe la diversidad, distribución y aspectos ecológicos de grupos de hongos y líquenes, helechos, algas marinas y dulceacuícolas, angiospermas estrictamente acuáticas, así como diversas investigaciones de plantas vasculares y casos específicos como las orquídeas, las gimnospermas, angiospermas y de plantas saprófitas, específicamente *Lacandonia schismatica*.

De todos estos grupos se reconoce que los inventarios aún están incompletos y que hace falta hacer investigación exhaustiva en diversos ambientes, ya que los esfuerzos se han concentrado en pocas regiones o en las Áreas Naturales Protegidas de Chiapas. Además, queda patente la necesidad de fortalecer la formación de especialistas en el campo de la botánica.

Por ejemplo, para los hongos de Chiapas en esta sección se calcula que el inventario tardará muchos años en completarse, ya que la diversidad estimada más conservadora es de 49 000 especies, entre micromicetos y macromicetos, y se tienen registradas para el estado solamente 611 especies, pertenecientes a 32 órdenes y a 85 familias, lo que significa el 1.2 % del total de la micobiota de la entidad. Hasta el momento, la representatividad de los hongos está dada por: ascomicetos 22.3 %, basidiomicetos 69.5 % y hongos mitospóricos (imperfectos) 8.2 %. En el grupo de macromicetos, en el estado se han descrito como nuevas para la ciencia 27 especies, las cuales corresponden a 7.2 % de las especies conocidas para Chiapas.

La riqueza algal de Chiapas está integrada por 51 especies y 5 variedades de los phyla Rhodophyta, Ochrophyta y Chlorophyta. La región costera se encuentra en la fase primaria de exploración y, a pesar de ser considerada una región con poca abundancia algal, se tiene una comunidad variada que ocupa diversos ambientes costeros como manglares, lagunas costeras, playas expuestas y protegidas. Respecto a las algas dulceacuícolas se han registrado solamente 81 especies pertenecientes a las siguientes Divisiones: Cyanoprokaryota o Cyanobacteria (Clase Cyanophyceae), Charophyta (Clases Trentepohliophyceae y Charophyceae), Heterokontophyta (Clases Bacillariophyceae y Chrysophyceae).

En relación al grupo de los helechos, Chiapas posee alrededor de 70 % de la riqueza nacional comprendida en 29 familias, 117 géneros, 698 especies y tres variedades. De los 701 taxones, aproximadamente, un 5.4 % son endémicos a Chiapas o están restringidos a México, en donde destacan las familias Thelypteridaceae (Thelypteris), Polypodiaceae (Polypodium) y Aspleniaceae (Asplenium), pero solamente 2.86 % de estas especies están protegidas por las leyes ambientales, las áreas fisiográficas con mayor riqueza son la Sierra Madre y las montañas del Oriente (Selva Lacandona).

Las epífitas vasculares (orquídeas, bromelias, helechos) comparten su sustrato con líquenes y briofitas (musgos y hepáticas). Aunque la información acerca de la vegetación no vascular es todavía escasa, Chiapas es considerado dentro

de la República Mexicana uno de los estados que cuentan con mayor riqueza de líquenes y briofitas. A pesar de esta gran diversidad biológica, existe poca información sobre los patrones de distribución y riqueza de la vegetación epífita. Se ha confirmado la presencia de 1 173 especies de epífitas vasculares, pero se estima que el número total para el estado podría ser de 1 377 especies, de las que se tiene registro se sabe que corresponden aproximadamente a 14 % de todas las especies de plantas vasculares registradas en Chiapas. La mitad de los registros de epífitas colectadas son orquídeas (568 especies), seguidas por los helechos (244 especies) y las bromeliáceas (101 especies). La mayor riqueza se encuentra en el intervalo de altitud de 500 a 2 000 msnm, en asociaciones de Bosque Lluvioso de Montaña en Los Altos de Chiapas. Asimismo, se observa una disminución de la riqueza cuando la precipitación anual es mayor a 2 500 mm y cuando se presenta un periodo corto de sequía.

Un caso particular entre las orquídeas es la especie *Lacandonia schismatica* es una planta endémica de Chiapas y se le considera representante de una nueva línea evolutiva. Pertenece a un grupo de plantas saprófitas, es decir, que no fotosintetizan, sino que viven a expensas de materia orgánica en descomposición; esta especie solo se ha colectado en tres localidades del municipio de Ocosingo y sus poblaciones van en franca disminución, lo que hacen de su conservación una prioridad.

Se estima que actualmente la riqueza florística de Chiapas incluye cerca de 10 000 especies de plantas vasculares, la cual es sólo superada por el estado de Oaxaca. El número total de especies de árboles de Chiapas se estima que es de 1 294 taxa, pertenecientes a 105 familias y 463 géneros, aunque no se descarta que este número puede aumentar (1 400-1 500) una vez que se despejen las sinonimias y las indeterminaciones.

La diversidad de plantas acuáticas de Chiapas comprende 45 especies, 24 géneros y 15 familias, de las cuales, 16 son monocotiledóneas y ocho dicotiledóneas. Esta riqueza es comparable a la del estado de México (42 especies) y se coloca por detrás de los estados de Oaxaca (50) y Veracruz (60).



ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD FÚNGICA

Felipe Ruan-Soto, Mario E. Hernández-Maza y Erika C. Pérez-Ovando

Introducción

Los hongos son un grupo particular, y aunque presentan similitudes con las plantas (inmovilidad y presencia de una pared celular) y con los animales (ser heterótrofo y poseer quitina en su pared celular), se diferencian por su comportamiento y su estructura celular (Deacon, 1997; Franco-Molano *et al.*, 2005).

Pese a que investigadores como Micheli, Fries y Persoon, entre otros, realizaron estudios con este grupo, en particular durante los siglos XVIII y XIX, no fue sino hasta mediados del siglo XX cuando se reconoció a los hongos como un reino aparte (Whittaker, 1969; Moore-Landecker, 1996).

Descripción del grupo

Los hongos son organismos eucariontes, con núcleos y organelos rodeados de una membrana. Sus células se encuentran rodeadas de una pared rígida de quitina. Son heterótrofos y utilizan fuentes: de carbono orgánico producidos por otros organismos. Tienen un modo de nutrición por absorción y secretan enzimas de digestión externa para degradar el material extracelular, para posteriormente ingresarlo a través de ósmosis u otros mecanismos de transporte especializados (Moore-Landecker, 1996; Alexopoulos *et al.*, 1996). Su cuerpo puede estar constituido por una sola célula, como es el caso de las levaduras, o por filamentos multinucleados rodeados de una pared rígida llamada hifa. La hifa es considerada como la unidad estructural básica de la mayoría de los hongos. El conjunto de hifas constituye el micelio o cuerpo vegetativo del hongo. Para reproducirse, los hongos pueden hacerlo tanto de forma asexual como sexual, desarrollando estructuras particulares en cada caso. Para la reproducción sexual, estos organismos forman estructuras especializadas llamados esporocarpos, donde se produce una gran cantidad de esporas que pueden dispersarse y dar origen a un nuevo organismo. Algunos grupos de hongos producen esporocarpos de gran tamaño que se pueden ver a simple vista, a los que se le llama comúnmente cuerpos fructíferos (Moore-Landecker, 1990; Alexopoulos *et al.*, 1996; Franco-Molano *et al.*, 2005) (figura 1).



Figura 1. *Laccaria amethystina*. Foto: Felipe Ruan-Soto.

Los hongos pueden ser clasificados de acuerdo a distintos parámetros. Por ejemplo, pueden ser separados entre aquellos que producen cuerpos fructíferos observables a simple vista, llamados hongos macroscópicos o macromicetos, y aquellos que solo pueden observarse con la ayuda de lupas o microscopios llamados hongos microscópicos o micromicetos. Desde un punto de vista académico, los hongos se clasifican en cuatro grupos en función de la forma en que se reproducen: quitridiomycetos, zygomycetos, ascomycetos y basidiomycetos (solo los dos últimos grupos presentan hongos macroscópicos). También existen otros organismos como los mixomicetos que, sin ser hongos verdaderos, son organismos que presentan características muy parecidas a este grupo. Los líquenes son otros organismos que asocian a un hongo y a un alga, y en esta sociedad simbiótica, ambos funcionan como una unidad (Moore-Landecker, 1990; Alexopoulos *et al.*, 1996).

Diversidad fúngica

Los hongos son considerados como uno de los grupos más ampliamente distribuidos, de mayor variedad de formas y, por supuesto, uno de los más numerosos en cuanto a especies se refiere. En el mundo se estima que existen alrededor de 1 500 000 especies de hongos (Hawsworth, 1991), esto los ubica como los segundos organismos más numerosos después de los insectos. Sin embargo, del total de especies estimadas, solamente se han descrito alrededor de 72 000, esto es, menos de 5 % (Hawsworth, 1997). Aunado a esto, el ritmo de nuevos descubrimientos tampoco es muy fuerte, cada año se descubren alrededor de 500 nuevas especies para la ciencia (Valenzuela *et al.*, 2006).

En México, se estima que existen entre 120 000 y 150 000 especies de hongos (Guzmán, 1995; Valenzuela *et al.*, 2006), y hasta el momento se tiene registro de 6 000 especies, es decir, de 4 % del total estimado.

Tanto en México como en el mundo, dicho conocimiento, además de escaso, es heterogéneo, ya que en general se encuentran mucho más estudiadas las zonas templadas septentrionales y, en menor grado, las zonas cálidas intertropicales, a pesar de que en estas zonas podríamos encontrar hasta 75 % de las especies fúngicas (Guzmán com. pers.). En opinión

de diferentes autores, aún no se tiene una aproximación clara de cuántas especies deben existir en las zonas tropicales, por lo que su estudio se encuentra todavía en una fase pionera (Hawksworth, 1992; Guzmán, 1998). Ejemplo de esto son los estudios de Corner en Malasia y Lodge en Puerto Rico donde 66 % y 25 % de las especies encontradas, respectivamente, son nuevos registros para la ciencia (Hawksworth, 1992).

Historiografía del estudio de la diversidad fúngica

El estudio sistemático de los hongos de Chiapas es sumamente reciente. El primer registro de una recolecta para un hongo macroscópico en el estado es probablemente el de Sharp en 1948 (Sharp, 1948; Andrade-Gallegos y Sánchez-Vázquez, 2005). Esta fecha es en realidad muy cercana a nuestros días si consideramos que los primeros registros de hongos en el país son de la década de 1840 (Kickx, 1841) y el estudio sistemático de los hongos en el mundo comenzó en el siglo XVIII.

Desde aquella primera recolecta, el estudio de los hongos en Chiapas no ha sido extenso ni profundo. Según Andrade-Gallegos y Sánchez-Vázquez (2005), los estudios de macromicetos con material exclusivo de Chiapas son escasos, siendo la mayoría de las citas producto de recolectas esporádicas de micólogos foráneos que recolectan en Chiapas para posteriormente depositar los ejemplares en herbarios de otros estados y otros países.

En los últimos años, este panorama parece estar cambiando, ya que empiezan a aparecer cada vez más investigaciones que documentan la biodiversidad fúngica de Chiapas. Ejemplo de esto son los trabajos de Álvarez-Espinosa (2006), Chanona Gómez (2006) y Robles-Porras *et al.* (2006) quienes presentan listados de macromicetos de la región de Los Altos de Chiapas y de la región Centro. Especial énfasis merecen los estudios etnomicológicos realizados recientemente (Robles-Porras, 2004; Ruan-Soto, 2005; Alvarado-Rodríguez, 2006; Medina-Arias, 2007) ya que sin ser la recolecta y documentación de la diversidad fúngica su objetivo principal, han contribuido a la generación de listados de especies para un mejor conocimiento de su riqueza y distribución.

Este avance en los estudios de diversidad fúngica no es casual. Desde hace ya algunos años se empezaron a construir grupos de trabajo cada vez más sólidos dedicados a desarrollar diferentes líneas de investigación micológica (ecología de hongos, taxonomía y sistemática, etnomicología, por mencionar algunas) con investigadores residentes en el estado y que desarrollan sistemáticamente proyectos para el estudio de la biodiversidad fúngica chiapaneca. Particularmente resaltan los esfuerzos realizados por El Colegio de la Frontera Sur, unidad Tapachula, El Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas y la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Diversidad y distribución de los hongos

Se infiere que por su posición geográfica, sus características físicas y por su alta diversidad de flora y fauna y número de endemismos, Chiapas debe tener una alta riqueza de hongos. Pero, ¿qué tan alta es esa diversidad? ¿Cuántos hongos pudieran existir dentro del estado?

En el entendido de que no existe un inventario para los hongos en Chiapas y, como veremos adelante, estamos lejos de tenerlo, para contestar esas preguntas es necesario hacer estimaciones de dicha diversidad. Según Guzmán (1998), podemos apegarnos a diferentes estrategias para estimar la riqueza de especies fúngicas. Básicamente, dichas estrategias se basan en dos líneas: a) la extrapolación de áreas de regiones que tengan un avance significativo en el conocimiento de su micobiota (como es el caso del estado de Veracruz para el territorio mexicano) y b) la proporción del número de hongos en relación con el número de plantas. Hawksworth (1991) ha propuesto que esta relación es de 1:6, es decir, cada especie de planta debe estar relacionada específicamente con seis especies de hongos.

Siguiendo lo propuesto por Hawksworth (1991), en Chiapas, según Breedlove (1981) existen alrededor de 8 200 especies de plantas vasculares, por lo tanto, se calcula que en el estado deben existir al menos 49 000 especies de hongos. Otros autores como Lodge (2001) sugieren que esta proporción de 6:1 está calculada para regiones templadas como Inglaterra, sin embargo, en zonas tropicales esta proporción

debe ser más alta, es decir, cada especie de planta debe estar relacionada con más de seis especies fúngicas. Aunado a esto, el modelo de Hawksworth no considera los endemismos. Esto nos hace pensar que el número de especies estimado podría ser mucho mayor en zonas con diversos tipos de vegetación tropical y con alto número de endemismos, como Chiapas.

Dicho cálculo de 49 000 especies de hongos coloca a Chiapas entre los tres primeros estados de México con mayor diversidad de hongos, junto con Veracruz y Oaxaca.

Andrade-Gallegos y Sánchez-Vázquez (2005) contabilizaron 411 especies descritas para Chiapas hasta el año 2003. Con base en el trabajo de estos autores, actualizado con trabajos posteriores realizados hasta 2007, para este capítulo se contabilizaron 611 especies de hongos citadas para Chiapas (figuras 1-4). Estas pertenecen a 32 órdenes y a 85 familias. En otras palabras, en los últimos cuatro años, se ha aumentado casi en 30 % el conocimiento de la diversidad fúngica chiapaneca.

Aunque los estudios realizados recientemente han aumentado considerablemente el conocimiento de la diversidad de los hongos en Chiapas, no ha habido un incremento en las áreas de estudio. Andrade-Gallegos y Sánchez-Vázquez (2005) señalan que las zonas que se han trabajado en mayor medida son la Zona Altos, Selva, Centro y Soconusco; siguiendo la región Fronteriza, Norte y Fraylesca en menor grado (figura 5). Los estudios más recientes han aportado datos para las mismas regiones, permaneciendo extensos territorios aún sin explorar.

Analizando los tipos de vegetación en que se ha trabajado, el esfuerzo se ha centrado en recolectar en Selvas Altas, Selvas Medianas, Bosques de Pino y Bosques de Encino. Sin embargo, otros tipos vegetacionales como las selvas bajas, los bosques mesófilos de montaña o los manglares se han explorado muy poco.

Hablando al respecto de las colecciones micológicas en Chiapas, podríamos considerar a la de Ecosur (Unidad Tapachula), al Herbario HEM (de la Escuela de Biología de la UNICACH) y al Herbario CHIP (del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas) como aquellos de mayor trascendencia para el estudio de los hongos de Chiapas. En el Herbario de Ecosur, en Tapachula, existen alrededor de 4000 ejemplares; en el Herbario HEM existen hasta el momento 1012 ejemplares, en tanto que en el CHIP existen 432 ejemplares.



Figura 2. *Coprinus disseminatus*. Foto: David Ortiz-Ramírez.



Figura 3. *Dyctiophora indusiata*. Foto: Felipe Ruan-Soto.



Figura 4. *Favolus tenuiculus*. Foto: Felipe Ruan-Soto.

Importancia de los hongos

El papel que juegan los hongos en los diferentes ecosistemas del estado es sumamente importante y complejo. Muchos de los hongos son saprótrofos, es decir, se alimentan de materia orgánica. Por esta razón, se les considera (en conjunto con las bacterias) como los principales descomponedores, permitiendo el reciclaje de nutrientes y, en consecuencia, el restablecimiento de los niveles de éstos en los suelos (Garibay-Orijel y García-Medrano, 2006).

Los hongos también forman asociaciones simbióticas llamadas micorrizas con la mayoría de las plantas. Los hongos ayudan a las plantas a desarrollarse de manera óptima a cambio de nutrientes. También forman asociaciones con diversas algas formando líquenes, los cuales pueden colonizar nuevos territorios donde la ausencia de suelo es una limitante.

Asimismo, los cuerpos fructíferos y el propio micelio son una fuente importante de alimento para muchos animales como insectos y mamífe-

ros. Por otro lado, también tienen interacciones perjudiciales para muchas plantas y animales causando enfermedades por su naturaleza parásita (Garibay-Orijel y García-Medrano, 2006).

Problemática del estudio de los hongos y su conservación

Como nos podemos dar cuenta, aunque en los últimos años se ha dado un gran avance en el estudio de los hongos en Chiapas, no solamente por el aumento significativo de especies registradas, sino por la formación de profesionistas que estudian los hongos de su estado, aún queda mucho trabajo por realizar. Sin embargo, es necesario reflexionar acerca de la problemática que enfrenta el estudio de los hongos en Chiapas para dirigir los esfuerzos en función de ésta.

Un factor necesario que se debe considerar es el siguiente: si se calcula que existen 49 000 especies de hongos en una estimación conservadora, y se tienen registradas solamente 611, estamos hablando de que conocemos 1.2 % del

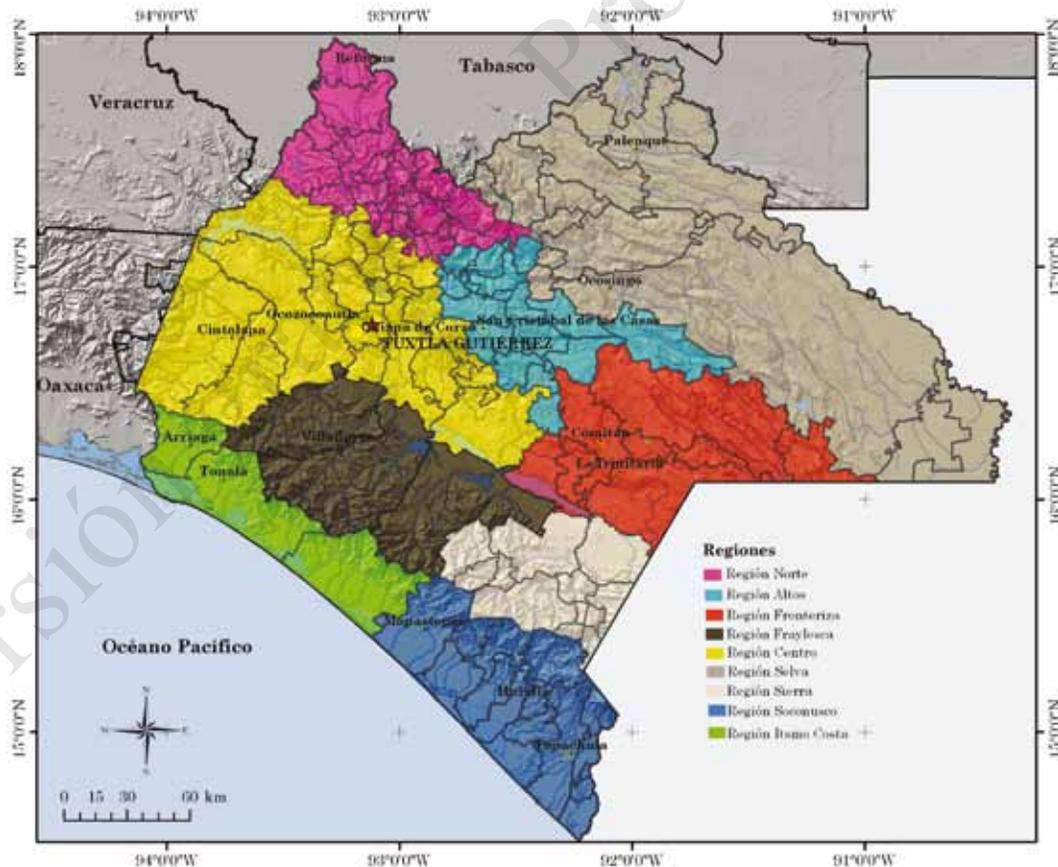


Figura 5. Regiones del estado de Chiapas.

total de las especies que deben existir en nuestro estado. Comparando estos datos con Veracruz (que es el estado mexicano más estudiado en cuanto a su diversidad fúngica), hasta el año 2003 existían 1 517 especies y se estima que deben existir alrededor de 54 000 especies, por tanto, se conoce 2.8 % del total (Guzmán *et al.* 2003). Aunque el número restante de especies que queda por conocer también parece muy alto, las especies descritas casi triplican las registradas para Chiapas. Aunado a esto, en Veracruz se ha recolectado de manera significativa en todos los tipos de vegetación reportados para dicho estado. El herbario XAL del Instituto de Ecología A.C., en la Ciudad de Xalapa, considerado como el herbario con el mayor número de ejemplares de hongos de todo el país (junto con la colección micológica del herbario ENCB, del Instituto Politécnico Nacional) (Guzmán, 1988), tiene un registro de 47 000 ejemplares. Esto es un claro índice del trabajo que falta por hacer en Chiapas.

Ahora, podríamos plantearnos la siguiente pregunta: ¿cuánto tiempo nos llevaría caracterizar toda la micobiota de Chiapas? Tomando en consideración que en 59 años de estudiar la diversidad fúngica en Chiapas se han logrado registrar 611 especies, nos llevaría la cantidad de 4 731 años poder caracterizar toda nuestra micobiota. Si tomamos en cuenta que en cuatro años se han registrado 170 especies, de mantenerse este ritmo, después de 1 152 años podríamos decir que hemos concluido la misión. Vamos a imaginar que cada vez existe un mayor número de estudiantes, más especialistas, más bibliografía disponible y mejores condiciones para el estudio de los hongos en Chiapas; ¿a cuánto se podría reducir este número?, ¿a la mitad?, ¿a una tercera parte? En este caso, podría llevarnos 576 años o hasta 384 años registrar las especies que se estima que existen. Estos números, lejos de parecer alarmantes o inclusive exagerados, deben hacernos replantear nuestros objetivos en el estudio de la diversidad micológica en Chiapas.

Si esto no parece un problema, debemos agregar que en Chiapas existen tasas de deforestación vertiginosas, constantes cambios de uso de suelo y, en consecuencia, la pérdida de hábitat. Aunque actualmente la tasa de extracción de especies de hongos útiles silvestres al parecer no es un problema del que tengamos que preocuparnos (como se discute en el capítulo relacionado con el uso de los hongos en

Chiapas de esta misma obra), los factores mencionados sí representan una amenaza seria para los hongos de Chiapas.

Hacia dónde deben ir los estudios de hongos: conclusiones y recomendaciones

Diversos autores han señalado que la problemática para el estudio de la diversidad fúngica en zonas tropicales son la gran diversidad existente, la pérdida acelerada de hábitats, la falta de especialistas y la falta de recursos económicos (Cannon, 1997; Guzmán, 1998) y, por supuesto, en el estado de Chiapas existen las mismas condiciones.

Sin embargo, el estudio de la micobiota de Chiapas es sumamente pertinente debido al alto número de relaciones que estos organismos mantienen con otros, ya que son una pieza clave en el funcionamiento de los ecosistemas, además de que nos benefician de manera directa en la resolución de muy diversas necesidades como la alimentación o el tratamiento de enfermedades.

Por esta pertinencia, pero ante dicha problemática, muchos autores están de acuerdo en realizar diversas acciones encaminadas a estudiar de una manera diferente la diversidad en zonas con las condiciones que tiene Chiapas, ante la imposibilidad de inventariar toda la micobiota.

Una estrategia frente a este reto son las Evaluaciones Rápidas de Diversidad (Cannon, 1997). En principio, se considera la necesidad de definir las Unidades Taxonómicas de Reconocimiento (RTU, por sus siglas en inglés) en lugar de la identificación taxonómica de especies, labor sumamente laboriosa que se vuelve aun más problemática ante la falta de especialistas y bibliografía. De esta manera, se volvería un poco más ágil el reconocimiento de ejemplares recolectados para la realización de estudios de evaluaciones de diversidad.

Para Cannon (1997), dentro de las estrategias que se postulan para evaluar de manera factible la diversidad en sitios que se quieran estudiar, se pueden mencionar:

- **El estudio de ciertos grupos taxonómicos.** En vez de tratar de abordar la caracterización de todos los hongos que existan en una área determinada, solamente recolectar e identificar las especies de ciertos grupos taxonómicos para los cuales exista mayor bibliografía disponible o apoyo de especialistas. Ejemplo de estos grupos

pueden ser los Agaricales, los Gasteromicetos, los Poliporoides o los Aphylophorales.

- **El estudio de ciertos grupos nutricionales.** En la misma lógica que la anterior, es posible abordar el estudio de grupos separados como los hongos saprobios del suelo, los degradadores de madera, los ectomicorrizógenos, entre otros.

- **Abordar el problema mediante análisis moleculares.** Las técnicas de biología molecular cada vez son más confiables, no solamente para identificaciones taxonómicas rápidas, sino también para estudios de sistemática filogenética y ecología. Sin embargo, estos procesos aún son muy costosos para la realidad de la investigación en Chiapas, además de que dependen de las bibliotecas genómicas en las que no existe información para muchas especies de hongos.¹

Por otro lado, es necesario continuar con el entrenamiento de especialistas que trabajen de manera sistemática en el estudio de la diversidad fúngica en Chiapas y que puedan abordar las diferentes líneas del estudio de hongos como la taxonomía de macromicetos y micromicetos, la ecología, la etnomicología, por mencionar algunas. Así mismo, es indispensable que dichos estudiantes continúen su preparación con estudios de posgrado y se puedan mantener en la investigación mediante la generación de proyectos. También es importante mantener y reforzar las colecciones micológicas existentes en el estado (Guzmán, 1998).

En lo referente a las zonas que deben ser prioritarias a explorar, consideramos necesario el estudio en Áreas Naturales Protegidas, así como áreas con tipos de vegetación poco estudiadas, como los manglares, los bosques mesófilos, las selvas bajas y, en general, las zonas bajas tropicales del estado.

Por último, resultaría muy útil retomar los cinco puntos que menciona Hawksworth (1992) para el estudio de zonas con la problemática que existe en Chiapas:

1. Priorizar los estudios. Parte de la identificación de los huecos que existen en el conocimiento de la microbiota en Chiapas y el abordaje de aquellos que estén relacionados con proble-

mas prácticos. Como ejemplo, actualmente es una necesidad urgente conocer los hongos tóxicos y comestibles en la región de los Altos de Chiapas.

2. Racionalizar los recursos que son otorgados para las investigaciones. En este sentido, se deben construir esquemas muy precisos que permitan guiar las investigaciones a buen término, maximizando resultados y minimizando los costos sin afectar la calidad de los estudios.

3. Organizar grupos de trabajo sólidos que estudien de manera sistemática y continua los hongos de Chiapas. A través de grupos organizados es más factible la solicitud de apoyos económicos para las investigaciones, y que un mayor número de estudiantes se vean atraídos por esta área del conocimiento.

4. Movilizar la información generada, es decir, volver más accesible la bibliografía especializada que ayude en la identificación y análisis de los ejemplares fúngicos recolectados y la información que se desprenda de ellos. Literatura como guías de campo, claves de identificación, manuales técnicos, listados de especies son elementos indispensables a los que todos los micólogos que trabajan en Chiapas deberían acceder fácilmente. Ante esto, se debería trabajar en la formación de grupos o redes de trabajo con mecanismos y condiciones establecidas para poder identificar la literatura que existe en los distintos centros de trabajo del estado o la región y solicitar el préstamo de bibliografía específica, así como aprovechar las facilidades que otorgan las páginas electrónicas de institutos e investigadores.

5. Difundir la información generada de una manera accesible a todas las personas. Generar textos con un lenguaje sencillo para que la sociedad en general pueda entender la importancia que tienen los hongos, como se relacionan con él o ella en su vida cotidiana y, sobre todo, cómo los puede evitar si les resultan perjudiciales o cómo utilizarlos si les resultan benéficos.

6. Solamente estando organizados, con reglas claras y honestas de colaboración, en las que todos los participantes de las investigaciones se beneficien, podremos hacer frente al reto que representa el estudio de la diversidad fúngica de Chiapas.

¹ Según Hawksworth (2004), actualmente el Gene Bank contiene información solamente para 16 % de las especies descritas hasta la fecha.

Literatura citada

- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims y M. Blackwell. 1996. *Introductory Micology*. Ed. John Wiley & Sons. Nueva York. 869 pp.
- Alvarado-Rodríguez, R. 2006. Aproximación a la etnomicología zoque en la localidad de Rayón, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 77 pp.
- Álvarez Espinosa, O. 2006. Diversidad y Abundancia de Micromicetos en el Parque Educativo San José Bocomenelté, Municipio de Zinacatán, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 56 pp.
- Andrade Gallegos R. H y J. E. Sánchez Vázquez. 2005. La Diversidad de hongos en Chiapas: un reto pendiente. pp. 33-80. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez- Marcial y L. Ruiz-Montoya (Coord.). *Diversidad Biológica en Chiapas*. Ecosur, COCYTECH, Plaza y Valdés, México D.F.
- Breedlove, D. E. 1981. *Introduction to the Flora of Chiapas*. San Francisco California Academy of Science, San Francisco.
- Cannon, P. E. 1997. Strategies for rapid assessment of fungal diversity. *Biodiversity and Conservation* 6: 669-680.
- Chanona Gomez, F. 2006. *Macromicetos del Parque Educativo Laguna Bélgica, Municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México*. Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula. 35 pp.
- Deacon, J. W. 1997. *Modern Mycology*. Blackwell Science. Oxford. 303 pp.
- Franco-Molano, E., A. M. Vasco Palacios, C. A. López Quintero y T. Boekhout. 2005. *Macrohongos de la Región del Medio Caquetá Colombia*. Universidad de Antioquia. Medellín. 211 pp.
- Garibay Orijel, R. y S. García Medrano. 2006. Importancia ecológica de los hongos. pp. 101-108. En: J. Tovar-Velasco y R. Valenzuela (Eds.). *Los hongos del Parque Nacional Desierto de los Leones*. Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, México D.F.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de los hongos en México. *Ciencias* 39: 52-57.
- Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and conservation* 7: 369-384.
- Guzmán, G., F. Ramírez-Guillén y P. Murguía. 2003. Introducción a la Micobiota del estado de Veracruz (México). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 27: 223-229.
- Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
- Hawksworth, D. L. 1992. The tropical fungal biota: census, pertinence, prophylaxis, and pragnosis. pp. 265-293. En: S. Isaac (Ed.). *Aspects of Tropical Micology*. Symposium of the British Micological Society. University of Liverpool. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hawksworth, D. L. 1997. The fascination of fungi: exploring fungal diversity. *Mycologist* 11 (1): 18-22.
- Hawksworth, D. L. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology* 50: 9-18.
- Lodge, J. 2001. Diversidad Mundial y Regional de Hongos. pp. 291-304. En: H. M. Hernández, A. N., García Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa (Comps.). *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*. Instituto de Biología, UNAM. México D.F.
- Medina-Arias, F. G. 2007. *Etnomicología Mam en el Volcán Tacaná Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 84 pp.
- Moore-Landecker, E. 1996. *Fundamentals of Fungi*. Prentice Hall. Nueva York. 564 pp.
- Pérez-Moreno, J. y L. Villareal. 1988. Los Hongos y Mixomicetes del estado de Chiapas, México. Estado actual del conocimiento y nuevos registros. *Micología Neotropical Aplicada* 1: 97-133.
- Robles, L. 2004. Aportación al conocimiento etnomicológico en dos comunidades tseltales del municipio de Oxchuc, Chiapas: I. Especies conocidas y formas de preparación. II. Contribución a la etnoclasificación tselta de hongos macrocócicos. Tesis de Maestría en recursos naturales y desarrollo rural, El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula. 58 pp.
- Robles-Porras, L. 2006. Inventario preliminar de los micromicetos en los Altos de Chiapas, México. *Polibotánica* 21: 89-101.
- Ruan-Soto, F. 2005. *Etnomicología en la Selva Lacandona: percepción, uso y manejo de hongos en Lacanjá-Chansayab y Playón de la Gloria, Chiapas*. Tesis de Maestría en recursos naturales y desarrollo rural, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas. 114 pp.
- Sharp, A. J. 1948. Some Fungi common to the highlands of Mexico, Guatemala and eastern United States. *Mycologia* 40: 499-502.
- Valenzuela, R., J. A. Tovar Velasco, S. García Medrano y D. M. Ávila Nájera. 2006. ¿Qué son los hongos? pp. 29-36. En: Tovar-Velasco J. y R. Valenzuela (Eds.). *Los hongos del Parque Nacional Desierto de los Leones*. Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente. México D.F.
- Whittaker, R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* 163: 150-161.



Version gratuita disponible su venta.

LOS HONGOS ASCOMICETES

Rosario Medel Ortiz

Los hongos ascomicetes son el grupo más diverso de todos los hongos con más de 32000 especies descritas a nivel mundial (Kirk *et al.*, 2001). Estos hongos deben su nombre al hecho de que sus esporas están contenidas en unos sacos que reciben el nombre de asca o asco. En este grupo de hongos es donde se encuentran las especies que producen antibióticos (*Penicillium* spp.) así como las especies apreciadas por su sabor como las morillas (*Morchella* spp.), que se venden en algunos mercados del país. Estos hongos han sido utilizados en rituales religiosos (Trappe *et al.*, 1979) y algunos son comestibles (Herrera y Guzmán, 1961). Crecen en cualquier sustrato (humus, tierra, madera, estiércol, etcétera) y pueden ser parásitos, saprobios (aquellos que crecen sobre la materia orgánica) y simbioses (los que se asocian con otro organismo con beneficio mutuo); en esta última categoría, los hongos micorrízicos juegan un papel importante en el establecimiento de especies arbóreas, muchas de ellas de importancia económica. Con estas características biológicas son capaces de colonizar cualquier sustrato y habitar cualquier tipo de vegetación.

En Chiapas, los estudios sobre hongos iniciaron con Sharp (1948), quien mencionó dos especies de ascomicetes de México, probablemente de Chiapas, aunque existe una cita anterior sobre mixomicetes (Emoto, 1933). El grupo ha sido inventariado en México por García-Romero *et al.* (1970), Chacón y Guzmán (1983), Medel *et al.* (1999) y Medel (2007). Existen trabajos específicos para Chiapas: Pérez-Moreno y Villarreal (1988), Andrade y Sánchez (2005), Andrade *et al.* (1996), Chacón y Guzmán (1984), Robles *et al.* (2006) y, recientemente



Figura 1. *Phylacia mexicana*, este hongo fue descrito recientemente en Chiapas y fue recolectado cerca de las ruinas de Palenque; se distribuye en zonas tropicales. Foto: Rosario Medel Ortiz.



te, Medel *et al.* (2006) describieron una especie nueva, *Phylacia mexicana* en el bosque tropical de Chiapas (figura 1).

Con base en la revisión de los inventarios ya mencionados y de literatura especializada, en el apéndice VIII.1, se presentan las especies de ascomicetes registradas para Chiapas. Se han citado 126 taxones correspondientes a 123 especies y tres variedades, en nueve órdenes, siendo los Xylariales (hongos que crecen en troncos caídos y madera en descomposición) los más abundantes con 77.6 % (figuras 2 y 4), los Pezizales son el segundo grupo más abundante (7.2 %) y los Helotiales (figura 3), Hypocreales y Sordariales con cuatro especies cada uno, que corresponden a 3.2 % (cuadro 1).

A pesar de la escasa diversidad que hasta ahora se ha registrado en el estado, existen especies que son comestibles: *Helvella crispa*, *H. infula* y *Cookeina sulcipes* (Sánchez *et al.*, 1993) e *Hypomyces lactifluorum* que parasita hongos comestibles (e.g. *Russula* spp.). En el centro del país, este hongo es vendido y recibe el nombre de “trompa enchilada” por el color que adquiere el hongo parasitado. Recientemente, Morales *et al.* (2006) hicieron ver el uso de *Daldinia fissa*, un ascomicete que se consume como botana en Guatemala. Dada la cercanía del sitio de estudio y que esta especie está presente en Chiapas, es probable que también se consuma en el estado.

Es importante el papel ecológico que estos hongos desempeñan en la naturaleza: son recicladores de grandes cantidades de materia orgánica, parásitas de otros hongos e insectos, como es el caso del género *Cordyceps*, o simbioses



Figura 2. *Hypoxylon haematostroma*, el color naranja intenso de este hongo es su principal característica; la especie es común en los bosques tropicales. Foto: Rosario Medel Ortiz.

Cuadro 1. Síntesis de la información taxonómica.

	Familias	Especies	Porcentaje
Capnodiales	1	1	0.79
Dothideales	1	1	0.79
Helotiales	3	4	3.2
Hypocreales	2	4	3.2
Meliolales	1	2	1.6
Pezizales	3	9	7.2
Pleosporales	1	4	4.0
Sordariales	2	4	3.2
Xylariales	1	94	77.6
Total	15	123	100

Cuadro 2. Distribución de las especies por tipo de vegetación.

Vegetación	Número de especies	Porcentaje
Bosque de coníferas	4	3.3
Bosque de pino-encino	3	2.4
Bosque de encino	5	4.1
Bosque mesófilo	12	9.8
Vegetación tropical	102*	81.6

*104 taxones.



Figura 3. *Leotia lubrica*, especie colectada en bosque de pino y encino de Chiapas, aunque es de amplia distribución en México. Foto: Rosario Medel Ortiz.



Figura 4. *Camillea mucronata*, especie conocida solamente en Chiapas, colectada alrededor de las cascadas de Misol-Ha en vegetación tropical. Foto: Rosario Medel Ortiz.

como las especies comestibles de *Helvella*. Respecto a su distribución, la vegetación tropical contiene 81.2 % de las especies registradas (cuadro 2). Ninguna de las especies citadas está catalogada como amenazada, en peligro o bajo protección especial o como endémica (NOM-059-SEMARNAT-2010), pero muchas especies que habitan en el bosque mesófilo, bosque de encinos, bosques de pino y selvas de Chiapas están mal estudiadas, por lo que su estatus está aún por definirse. El número de especies de ascomicetes citadas para Chiapas es muy reducido y no se tiene información, como por ejemplo, sobre cuál es el papel que hombres y mujeres juegan en la conservación de estos hongos; la experiencia de campo en otras entidades ha sugerido que los hombres recolectan hongos y las mujeres los venden en los mercados, pero para esta entidad no se tiene información comprobada.

Las amenazas que estos organismos enfrentan van desde no estar consideradas en ninguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, razón por la que no están incluidas en los programas de conservación. Otra amenaza es que las altas tasas de deforestación del estado contribuyen a la desaparición de especies, ya que los ascomicetes, como la mayoría de los hongos, dependen de bosques en buen estado de conservación; al perderse la cubierta vegetal, se pierden muchas especies que no fueron inventariadas. Finalmente, falta mucho por conocer de estos hongos: incrementar el inventario mediante colectas y la correcta identificación de las mismas, así como recabar datos sobre su utilización en los diversos municipios –estos usos van desde reconocer las especies comestibles, los nombres que reciben o especies que pudieran ser utilizadas con fines medicinales–. Conservar los bosques mediante un uso racional y fomentar el estudio de los hongos en general en el estado contribuiría grandemente a la conservación del acervo micológico, con el fin de aumentar el conocimiento de su diversidad y su aprovechamiento.



Version original de Prohibida su venta.

BIODIVERSIDAD DE ALGAS MARINAS BÉNTICAS

José L. Godínez Ortega

Introducción

Las algas marinas son plantas fotosintéticas que viven en los océanos, circundando las regiones litorales, y pueden clasificarse en tres grandes grupos basados en la composición bioquímica de los pigmentos que les dan un color característico según el grupo: rojas o Rhodophyta, pardas o Phaeophyta (actualmente dentro del phylum Ochrophyta) y verdes o Chlorophyta. Las algas pardas suelen ser grandes y comprenden desde las algas gigantes como *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh, que a menudo miden 20 m de longitud, hasta las especies más pequeñas que miden entre 30 y 60 cm, pasando por las algas gruesas y coriáceas que miden entre dos y cuatro metros. En México, *M. pyrifera* se distribuye en Baja California (Guzmán del Proó *et al.*, 1986). Las algas rojas y verdes suelen ser más pequeñas y, por lo general, su longitud varía de unos pocos centímetros a un metro. Las algas marinas reciben también el nombre de macroalgas y microalgas, estas últimas de tamaño microscópico, en su mayoría unicelulares que proliferan en el plancton. Las algas marinas que crecen en estado natural se denominan silvestres para diferenciarlas de las que se cultivan. En este estudio, nos enfocaremos a las macroalgas bénticas (o sujetas al piso del mar) en sus aspectos de diversidad y distribución geográfica, importancia económica, contaminación, amenazas y su situación actual en el país. En este trabajo se revisaron los artículos publicados (1961-2006) y algunos herbarios institucionales de México, como el de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (ENCB), el Herbario Nacional de México del Instituto de Biología, UNAM (MEXU) y el de la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa (UAMIZ).

Situación

En los últimos años de exploración ficológica nacional, principalmente en la segunda mitad del siglo xx, el trabajo ficológico de las costas mexicanas del océano Pacífico ha aumentado (Pedroche *et al.*, 2003). A nivel mundial, se ha acrecentado el interés por la biodiversidad algal, lo que ha provocado gran cantidad de cambios taxonómicos que es necesario revisar y considerar en los trabajos actuales. También es necesario conocer el estado y las perspectivas de desarrollo en que se encuentra la ficolología de Chiapas, ya que apuntará sobre regiones que requieren mayor exploración o sobre especies que necesitan ser estudiadas desde un punto de vista biotecnológico. La aplicación de nuevos conocimientos y la implementación de nuevas tecnologías harán más viable la utilización de los recursos ficológicos de Chiapas.

Diversidad y distribución

La región de Chiapas pertenece a la unidad morfotectónica ix que se extiende desde las vecindades de Tehuantepec hasta los límites con Guatemala. Se localiza en la planicie costera ístmica-chiapanea de la provincia fisiográfica de la Sierra de Chiapas. Tiene una llanura costera en desarrollo, con una plataforma continental amplia de taldud moderadamente pronunciado. Las costas de esta unidad se pueden considerar como secundarias, por depositación marina (De la Lanza, 1991). Según Ricketts y Calvin (1968), el océano Pacífico presenta tres tipos de costas: costa externa protegida, costa expuesta (playas arenosas) y ambientes especiales como lagunas estuarinas, esteros, barras y marismas cerradas y abiertas (arena y zona de manglar), incluyendo algunos muelles construidos de concreto y escolleras. Las costas de Chiapas forman un sistema ambiental de los más diversos y ricos de la tierra; pocas

zonas del planeta pueden ofrecer, a distancias relativamente cortas, la gran diversidad de ambientes costeros tropicales a lo largo de 260 km de costa.

La información acumulada incluyó una riqueza taxonómica integrada por 51 especies y cinco variedades de los phyla Rhodophyta, Ochrophyta y Chlorophyta (cuadro 1). El apéndice VIII.2 contiene la lista sistemática actualizada de las algas marinas bénticas de Chiapas. Se presenta conforme al esquema filogenético de Cavalier-Smith (1998), Wynne (2005) y Yoon *et al.* (2006). La lista sistemática incluye la localidad específica para cada especie; se estudiaron 19 localidades de siete municipios (figura 1) y las localidades con mayor frecuencia de recolección son Paredón y Puerto Madero.

La riqueza algal del estado de Chiapas es considerada como pobre (51 especies), si la comparamos con la región del Pacífico Tropical Mexicano con 444 taxa o con su vecino, el estado de Oaxaca, con 222 especies (Pedroche y Senties Granados, 2003). Sin embargo, aún existen regiones naturales de Chiapas en espera de ser investigadas. De los 10 municipios costeros de Chiapas, siete tuvieron algún tipo de exploración ficológica. La ficolología de Chiapas se encuentra en la etapa pionera de investigación.

En la actualidad, el conocimiento de los sistemas lagunares costeros mexicanos, calculados en 130 por Lankford (1977), es precario o simplemente se carece de él. Por ejemplo, en Chiapas, se han reportado 74 algas estuarinas (Dreckmann *et al.*, 2006); sin embargo, existen 11 lagunas litorales que ocupan una superficie aproximada de 76 236 ha que requieren exploración ficológica; de éstas, las más importantes por sus dimensiones son las siguientes: Mar Muerto, La Joya-Buena Vista, Carretas-Pereyra, Chantuto-Panzacola, Cabeza de Toro, Ponteduro y El Hueyate. La laguna Mar Muerto presenta la mayor exploración ficológica (apéndice VIII.2) y Laguna de La Joya-

Cuadro 1. Riqueza taxonómica de las algas marinas en el estado.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Variedad
Rhodophyta	3	7	10	17	29	2
Ochrophyta	1	4	5	5	8	2
Chlorophyta	1	4	6	9	15	1
Total	5	15	21	31	52	5

Buenavista ha sido estudiada hidrológicamente (Contreras-Espinosa y Zabalegui-Medina, 1991).

Según Pedroche y Senties Granados (2003), las algas de Chiapas pertenecen a la región del Pacífico tropical mexicano que va desde Bahía Banderas (Nayarit-Jalisco) hasta la frontera con Guatemala y el río Suchiate, y se han caracterizado por una ficoflora pobre principalmente entre las Rhodophyta y Phaeophyceae. Al respecto, el Índice de Cheney (ic) (Cheney, 1977) permite conocer las afinidades florísticas (tropicales, subtropicales y mixtas) al relacionar el número de especies de los phyla Rhodophyta (R), Chlorophyta (C) y Ochrophyta (P) en la ecuación $R+C/P$. Valores menores de tres indican una flora subtropical o templada, seis o más señalan una flora tropical y valores intermedios entre tres y seis, una flora mixta. Para el caso de Chiapas, se observa un índice igual a 5.3 ($ic = 28 + 15/8$), que indica una flora mixta, es decir, que contiene elementos tropicales y subtropicales tal como lo menciona Dreckmann *et al.* (2006) al reportar la presencia de *Cryptonemia angustata* de aguas

profundas de Chiapas. Dicha especie tiene una distribución en aguas templadas de Norteamérica (Dawson, 1954; Abbott y Holleberg, 1976).

Importancia económica

Se tiene documentado que las algas marinas se utilizaban como alimento desde el siglo IV en Japón y en el siglo VI en China. Actualmente, estos dos países, junto con la República de Corea, son los mayores consumidores de algas marinas como alimento y sus necesidades constituyen la base de una industria que recolecta de 7.5 a 8 millones de toneladas de algas frescas silvestres y cultivadas al año en todo el mundo, por un valor de cerca de 5 000 millones de dólares (McHugh, 2002). También se consumen algas indirectamente a través de sus extractos conocidos como hidrocoloides y que se utilizan en la producción de otros alimentos como sustancias emulgentes, gelificantes, estabilizantes y espesantes. Entre ellas, se encuentran el agar, alginato y carragenano también llamados ficoco-

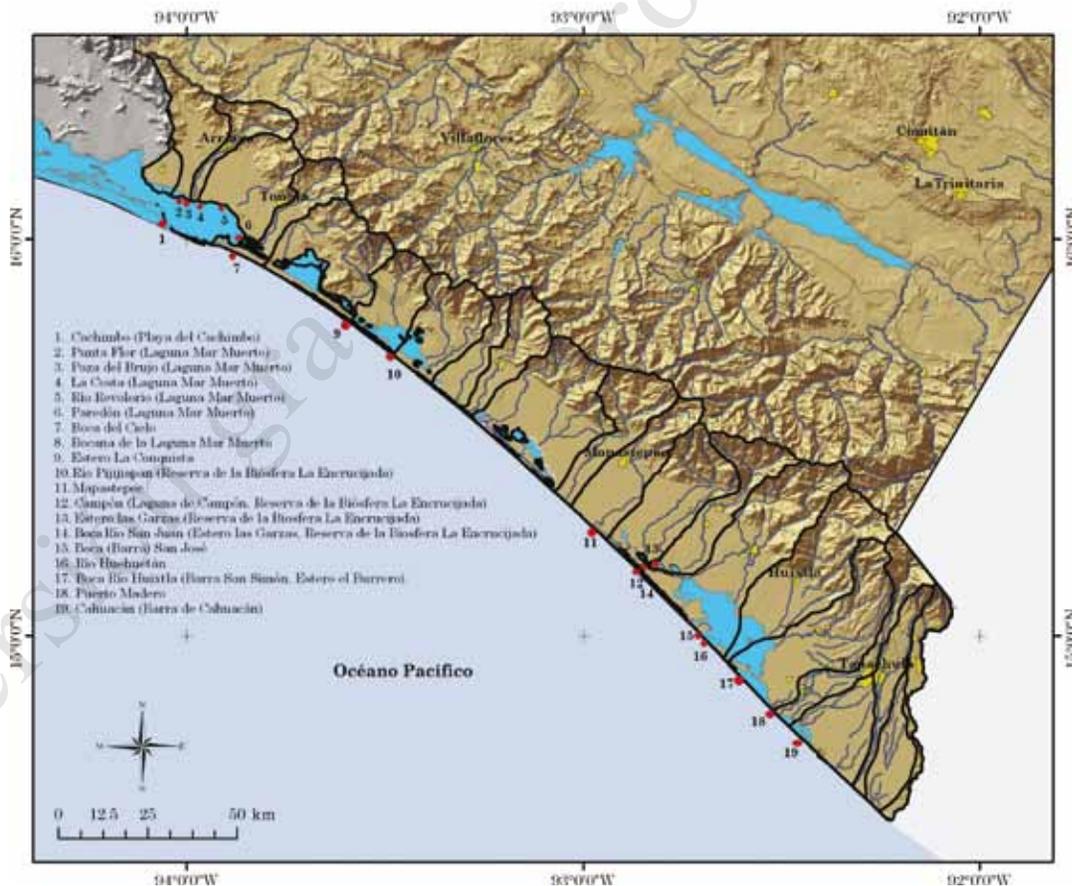
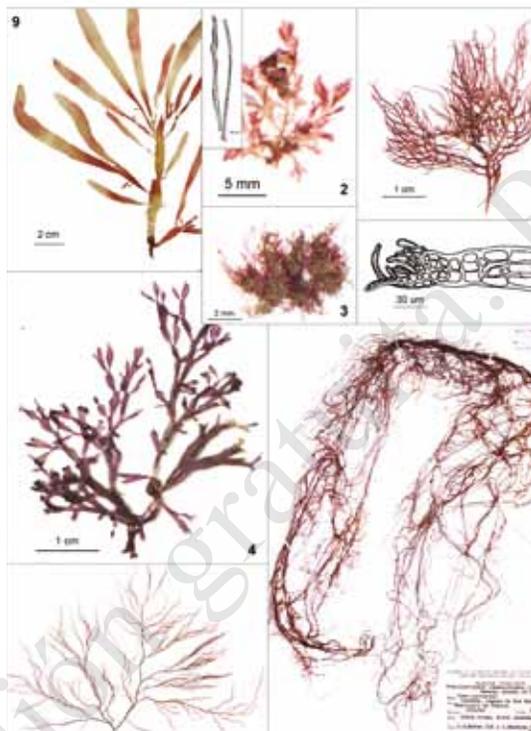


Figura 1. Mapa de municipios y localidades de Chiapas con exploración ficológica.

loides. Las algas rojas como *Gelidium robustum* y *Gracilaria* spp. producen agar que se utiliza como medio bacteriológico; *Gigartina canaliculata* y *Chondrus crispus* sintetizan carragenato que se emplea en la preparación de productos lácteos. Los alginatos se producen de *Macrocystis*, lo cuales son utilizados en la industria alimenticia y farmacéutica (Robledo Ramírez y Freile Pelegrín, 1998). Aunque sigue habiendo demanda de algas silvestres, en la actualidad se cultivan con gran éxito otras especies de aguas cálidas como *Kappaphycus alvarezii* y *Euclima denticulatum*, que son las principales materias primas utilizadas para producir carragenina (McHugh, 2002). En México, únicamente se explotan las algas marinas como materia prima (*M. pyrifera*, *G. robustum*, *G. canaliculata* y *Porphyra perforata*) las cuales se exportan a Norteamérica (Ortega, 1987).



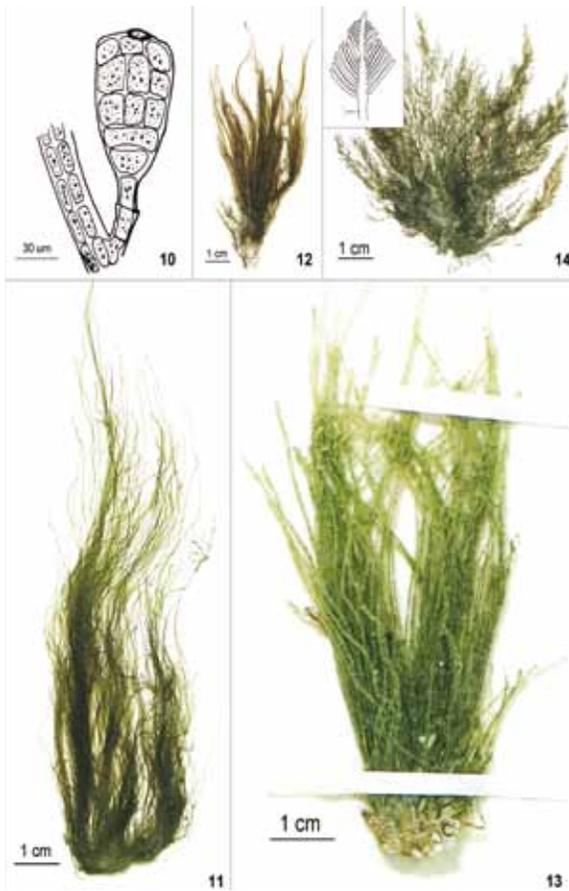
Figuras 2-9. Algas Rhodophyta de Chiapas. 2: *Calithamnion paschale* Børgesen (ENCB 11499; Mendoza González y Mateo Cid, 1996). 3: *Ceramium flaccidum* (Kützting) Ardissonne (ENCB 11500). 4: *Caloglossa leprieurii* (Montagne) Martens (UAMIZ 997). 5: *Polysiphonia flaccidissima* Hollenberg (Mendoza González y Mateo Cid, 1996). 6: *Gracilaria parvispora* I.A. Abbott (UAMIZ 827). 7: *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory de Saint Vincent) Dawson, Acleto & Foldvik (ENCB 11507). 8: *Grateloupia filicina* (J.V. Lamouroux) C. Agardh (ENCB 11502). 9: *Cyrtomenia angustata* (Setchell & N.L Gardner) E.Y. Dawson (UAMIZ 50).

El estado de Chiapas cuenta con un litoral de 260 kilómetros de longitud y existen 11 lagunas litorales que ocupan una superficie aproximada de 76 236 ha. En los márgenes de estos sistemas se consideran por lo menos 40 mil ha susceptibles para la camaronicultura. De hecho, en Chiapas, existen ocho granjas camaroneras que son factibles de cultivar algas. Por ejemplo, *Gracilaria parvispora* (un alga agarofita roja) representa un valioso potencial para el policultivo (camarón-alga marina). Al integrar las algas marinas en la acuicultura del camarón u otras especies se pueden reducir los efectos de las aguas residuales (p. ej. amonio) y generar al mismo tiempo un valor añadido con la venta de dichas algas para la industria del agar (Buschmann, 1996; Salazar, 1996; Marinho-Soriano *et al.*, 2002). En Ecuador, se han experimentado policultivos de *Gracilaria*-camarón en tanques de cemento (18 m³) con buena producción (18 kg/43 días). En Hawaii se utilizó un alga comestible (*G. parvispora*) en los efluentes camaronícolas con una adecuada tasa de crecimiento (10.4 % d⁻¹, Nelson *et al.*, 2001; Ryder *et al.*, 2004). Mientras que en Chile se han hecho pruebas para combinar *Gracilaria chilensis* con salmones (Buschmann *et al.*, 1996; McHugh, 2002). A nivel experimental, en México se ha realizado algunas evaluaciones sobre la capacidad de *Gracilaria* sp. como biofiltro en el cultivo del camarón (Orduña-Rojas *et al.*, 2003; Orduña-Rojas y Tordecillas-Guillén, 2006).

Según McHugh (2002), en México son factibles el cultivo de especies comestibles, la utilización de algas marinas como biofiltros y su uso como pienso para orejas (abulón) y erizos de mar. No obstante, será necesaria una mayor investigación para demostrar la efectividad del policultivo a escala comercial.

Amenazas

Por muchos millones de años, las algas marinas han prosperado en el océano Pacífico a pesar de los cambios en los continentes, arrecifes e islas. Categorías enteras de algas han cambiado de lugar o ya no se encuentran más en estas aguas. Estos cambios que sucedieron en tiempos geológicos, en la actualidad, se están presentando en un corto tiempo, debido a la influencia del hombre. Sin embargo, su impacto sobre la flora algal es aún desconocido. Por ejemplo, en Puerto Madero y en las lagunas Chantuto-Panzacola



Figuras 10-14. Algas Ochrophyta y Chlorophyta de Chiapas. 10: *Sphacelaria novae-hollandiae* Sonder (Mendoza González y Mateo Cid, 2000). 11: *Ulva compressa* Linnaeus (ENCB 11492). 12: *Cladophora albida* (Nees) Kützing (ENCB 11476). 13: *Chaetomorpha antennina* (Bory de Saint-Vincent) Kützing (ENCB 12446). 14: *Bryopsis pennata* var. *minor* J. Agardh (ENCB 11504 Mendoza González y Mateo Cid, 1996).

y Carretas-Pereyra se han detectado importantes fuentes de contaminación (plaguicidas organoclorados), cuyos residuos se vierten a través de los sistemas fluviales que desembocan al mar (Rueda *et al.*, 1997; Ortiz-Lozano *et al.*, 2005). Es urgente emprender el estudio del impacto antropogénico sobre las algas marinas y el estudio sobre el uso de biofiltros en donde las clorofitas *Ulva compressa*, *U. intestinalis* y *U. flexuosa*, especies abundantes en los ambientes estuarinos de Chiapas, representan un recurso útil para remover los principales nutrientes inorgánicos que salen de los efluentes contaminados, tal como lo proponen Da Silva Copertino *et al.* (2009) para la región costera de Brasil. Por otro

lado, algunas especies en el Pacífico mexicano amenazan el equilibrio ecológico. Por ejemplo, especies como *Sargassum muticum* se han introducido en Baja California y ha ido ganando nuevos territorios (Aguilar Rosas y Aguilar Rosas, 1985); estas amenazas deben ser detectadas y monitoreadas en el futuro. El reciente establecimiento de Reservas de la Biosfera en México, como “El Triunfo” en Chiapas (INE, 1995), ayudan a conservar nuestra amenazada flora algal.

Conclusiones

La región costera de Chiapas se encuentra en la fase primaria de exploración sobre la vegetación marina. A pesar de considerarse pobre en su flora algal, se tiene una comunidad rica y variada que ocupa diversos ambientes costeros como manglares, lagunas costeras y playas expuestas y protegidas. Principalmente, la zona litoral (aguas someras) ha sido estudiada en contraposición con la zona sublitoral (aguas más profundas). Las algas de Chiapas presentan afinidades tropicales aunque no se descarta una flora mixta con base en mayores estudios.

El estado de Chiapas cuenta con un litoral susceptible para el policultivo (camarón-algas). Por ejemplo, *Gracilaria parvispora*, alga agarofita, estuarina y abundante en varias localidades del litoral chiapaneco, representa un valioso potencial para el policultivo (camarón-alga marina). Al integrar las algas marinas en la acuicultura del camarón u otras especies, desde un punto de vista sustentable, se pueden reducir los efectos de las aguas residuales y generar al mismo tiempo un valor económico con la venta de dichas algas para la industria alimenticia y del agar. También crecen otras agarofitas en la región como *Gracilariopsis lemaneiformis* y *G. andersonii*. Las clorofitas del género *Ulva* son factibles de ser utilizadas como biofiltros.

En el futuro, a corto plazo, será importante promover mayores investigaciones sobre la utilidad del recurso y el impacto antropogénico de las algas marinas; al mismo tiempo, monitorear la flora nativa de este gran almacén biológico chiapaneco que debemos proteger en forma coordinada del gobierno, academia y sociedad civil.

Literatura citada

- Aguilar Rosas, R. y L. Aguilar Rosas, 1985. *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Fucales, Phaeophyta) en las costas de Baja California, México. *Ciencias Marinas* 11 (3): 127-129.
- Abbott, I. A. y G. J. Hollenberg. 1976. *Marine algae of California*. Stanford University Press, Stanford, California. 827 pp.
- Buschmann, A. H. 1996. An introduction to integrated famig and the use of seaweed as biofilters. *Hydrobiologia* 326/327: 59-60.
- Buschmann, A. H., M. Troell, N. Kautsky y L. Kautsky. 1996. Integrated tank cultivation of salmonids and *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 336/327: 75-82.
- Cavalier-Smith, T. 1998. A revised six kingdom system of life. *Biological Review* 73: 203-266.
- Cheney, D. P. 1977. R&C/P-A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *Journal of Phycology* 13: 12.
- Contreras-Espinosa, C. y L. M. Zabalegui-Medina. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna la Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM 18 (2): 207-215.
- Da Silva Copertino, M., T. Tormena y U. Seeliger. 2009. Biofiltering efficiency, uptake and assimilation rates of *Ulva clathrata* (Roth) J. Agardh (Chlorophyceae) cultivated in shrimp aquaculture waste water. *Journal Applied of Phycology* 21 (1): 31-45.
- Dawson, E. Y. 1954. Marine red algae of Pacific Mexico. II. Cryptonemiales. *Allan Hancock Pacific Expedition* 17: 241-397.
- Dawson, E. Y. 1963. Marine red algae of Pacific Mexico. Part. 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6 (3/4): 401-481.
- De la Lanza Espino, G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor, México D.F. 569 pp.
- Dreckmann, K. M., 1999. El género *Gracilaria* (Rhodophyta) en el Pacífico Centro-Sur de México I. *Gracilaria parvispora* I. A. Abbott. *Hidrobiológica* 9: 71-76.
- Dreckmann, K. M. 2002. El género *Gracilaria* (*Gracilariaceae*, *Rhodophyta*) en el Pacífico centro-sur mexicano. pp. 77-118. En: A. Sentíes Granados y K. M. Dreckmann (Eds.). *Monografías ficológicas 2002*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F.
- Dreckmann, K. M. y J. A. Gamboa Contreras. 1998. Ficoflora bentónica actualizada del Golfo de Tehuantepec y algunos registros para Guatemala. pp. 75-91. En: M. Tapia Gardía (Ed.). *El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México, D.F.
- Dreckmann, K. M., A. Sentíes G., F. F. Pedroche y M. Callejas J. 2006. Diagnóstico florístico de la ficología marina bentónica en Chiapas. *Hidrobiológica* 16 (2): 147-158.
- Galindo Villegas, J., J. A. Gamboa y K. M. Dreckmann. 1997. Estudio de las macroalgas marinas de puerto de Salina Cruz, Oaxaca; redescubrimiento de *Predaea subpeltata* y un nuevo registro de *Cryptomenia angustata* para el Golfo de Tehuantepec, Pacífico tropical mexicano. *Polibotánica* 4: 1-9.
- Guzmán Del Proó, S. A., M. M. Casas Valdez, A. Díaz Carrillo, J. Pineda Barrera y M. E. Sánchez Rodríguez. 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotaciones de las algas marinas en México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 3, II: 61 pp.
- Hollenberg, G. J. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico, Part 5: The Genus *Polysiphonia*. *Pacific Naturalist* 2 (6): 345-375.
- Hollenberg, G. J. y J. N. Norris. 1977. The red alga *Polysiphonia* (Rhodomelaceae) in the Northern Gulf of California. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 1: 1-21.
- Huerta, L. y J. Tirado. 1970. Estudio Florístico-Ecológico de las algas marinas del Municipio de Arriaga: La Costa del Golfo de Tehuantepec, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 31: 113-137.
- INE. 1995. Reservas de la Biósfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. pp. 7-159 [163].
- Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. pp. 182-215. En: R. Wiley (Ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press. New York and London.
- Marinho-Soriano, E., C. Morales, W. S. C. Moreira. 2002. Cultivation of *Gracilaria* (*Rhodophyta*) in shrimp pond effluents in Brazil. *Aquaculture Research* 33:1081-1086.
- McHugh, D. J. 2002. Perspectivas para la producción de algas marinas en los países en desarrollo. FAO Circular de Pesca. No. 968, Roma.
- Mendoza González, C. y L. E. Mateo Cid. 1996. Contribución al estudio de la ficoflora marina de Mpio. Arriaga: La costa del estado de Chiapas, México. *Polibotánica* 2: 61-118.
- Mendoza González A. C., L. E. Mateo Cid, R. Aguilar Rosas y L. E. Aguilar Rosas. 2000. La familia Sphacelariaceae (Sphacelariales, Phaeophyta) en las costas de México. *Polibotánica* 11: 21-48.

- Nelson, S. G., E. P. Glenn, J. Conn, D. Moore, T. Walsh y M. Akutagawa. 2001. Cultivation of *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in shrimp-farm effluent ditches and floating cages in Hawaii: a two-phase polyculture system. *Aquaculture* 193: 239-248.
- Orduña-Rojas, J. y J. Tordecillas-Guillén. 2006. Estudio preliminar sobre el cultivo de *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta) en estanques para el cultivo de camarón. Memorias del III Foro Estatal de Ciencia y Tecnología. Culiacán, Sinaloa 8 y 9 de diciembre de 2006, pp. 389-399.
- Orduña-Rojas, J., P. Álvarez-Ruiz y A. Zavala-Norzagaray. 2003. Cultivo experimental del alga roja *Gracilaria verrucosa* en canales de llamada de granjas camaroneras en el norte de Sinaloa. Memorias del II Foro Estatal de Ciencia y Tecnología. Culiacán, Sinaloa 21 y 22 de noviembre, 2003.
- Ortega, M. M. 1987. Doce años de ficología en México (1971-1983). pp 155-186. En: S. Gómez Aguirre y V. Arenas Fuentes (Eds.). Contribuciones en hidrobiología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Ortiz-Lozano, L., A. Granado-Barba, V. Solís-Weiss y M. A. García-Salgado. 2005. Environmental evaluation and development problems of the Mexican coastal zone. *Ocean & Coastal Management* 48: 161-176.
- Pedroche, F. F. y A. Senties Granados. 2003. Ficología marina. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica* 13 (1): 23-32.
- Pedroche, F. F., P. Silva, L. E. Aguilar Rosas, K. M. Dreckmann, R. Aguilar Rosas. 2003. Macroalgas marinas bénticas del Pacífico. Referencias Bibliográficas selectas (1847-2002), pp. 97-126. En: D. Robledo, J. L. Godínez y Y. Freile Pelegrín. (Eds.). Contribuciones ficológicas de México. Sociedad Ficológica de México, A.C. Mérida, Yucatán.
- Pedroche, F. F., J. A. West, G. C. Zuccarello, A. Senties G. y U. Karsten. 1995. Marine red algae of the mangroves in southern Pacific Mexico and Pacific Guatemala. *Botanica Marina* 38: 111-119.
- Pedroche, F. F., P. C. Silva, L. E. Aguilar Rosas, K. M. Dreckmann y R. Aguilar Rosas. 2005. Catálogo de las algas marinas bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, University of California, Berkeley. Mexicali, Baja California, 135 pp.
- Ricketts, E. F. y J. Calvin. 1968. Between Pacific tides. Stanford University Press. Stanford, California, 573 pp.
- Robledo Ramírez, D. y Y. Freile Pelegrín. 1998. Macroflora marina de interés económico de las costas de Yucatán. pp. 167-179. En: H. Benítez Díaz, E. Vega López, A. Peña Jiménez y S. Ávila Foucat (Eds.). Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología-Semarnap, México.
- Rueda, L., A. V. Botello y G. Díaz. 1997. Presencia de plaguicidas organoclorados en dos sistemas lagunares del estado de Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 13 (2): 55-61.
- Ryder, E., S. G. Nelson, C. McKeon, E. P. Glenn, K. Fitzsimmons y S. Napoleon. 2004. Effect of water motion on the cultivation of the economic seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) on Molokai, Hawaii. *Aquaculture* 238: 207-219.
- Salazar O., M. 1996. Experimental tank cultivation of *Gracilaria* sp. (Gracilariales, Rhodophyta) in Ecuador. *Hidrobiología* 326/327: 353-354.
- Senties Granados, A. 1995. El género *Polysiphonia* (Ceramiales, Rhodomelaceae) en el Pacífico tropical mexicano. *Revista de Biología Tropical* 43: 39-54.
- West, J. A., G. C. Zuccarello, F. F. Pedroche y U. Karsten. 1994. *Caloglossa apomeiotica* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from Pacific Mexico. *Botanica Marina* 37: 381-390.
- Wynne, M. J. 2005. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Beih. Nova Hedwigia* 129: 1-152 pp.
- Yoon, H. S., K. M. Müller, R.G. Sheath, F. D. Ott, y D. Bhattacharya. 2006. Defining the major lineages of red algae (Rhodophyta). *Journal of Phycology* 42: 482-492.
- Zuccarello, G. y J. West. 2003. Multiple cryptic species: molecular diversity and reproductive isolation in *Bostrychia radicans*/*B. moritziana* complex (Rhodomelaceae, Rhodophyta) with focus on North American isolates. *Journal of Phycology* 39: 948-959.



Version científica gratuita para su venta.

DIVERSIDAD DE ALGAS DULCEACUÍCOLAS. UNA RIQUEZA Y UN POTENCIAL POR DESCUBRIR

Eberto Novelo

Introducción

Los cuerpos de agua presentes en el estado seguramente cuentan con una flora de algas muy rica si nos atenemos a las coloraciones y crecimientos visibles que se observan en ellos. Además, debido a los altos valores de humedad relativa en el aire y en los sustratos, los crecimientos algales en muros, cortezas de árboles y otros sustratos también son vistosos y muy abundantes. A pesar de lo evidente de sus crecimientos, las algas no han recibido la atención y estudio que ameritan, principalmente debido a la falta de especialistas que puedan dedicarse a ello. Los registros que conocemos de las algas chiapanecas son, en su mayoría, de tres sitios y las referencias que los reúnen son escasas.¹



Figura 1. Palenque. Muro con crecimientos algales de varias Cyanoprokaryota y *Trentepohlia aurea*. Foto: Eberto Novelo.

¹ Torres Soria (1991) registró 33 especies de los muros de la zona arqueológica de Palenque, Metzeltin y Lange-Bertalot (1998) registraron 29 especies de las cascadas de Misol-Ha y Agua Azul y Ramírez Vázquez (2006) registra 10 especies también de los muros de Palenque.

Descripción del grupo

Las algas son un conjunto de organismos fotosintéticos que se distinguen por carecer de una diferenciación celular que produzca tejidos verdaderos (Hoek *et al.*, 1995). Actualmente, se consideran 13 grandes tipos (o divisiones), tanto marinas como de aguas continentales, y para distinguirlas se utilizan criterios morfológicos, genéticos, bioquímicos y reproductivos. Los criterios morfológicos son tanto macroscópicos (visibles a simple vista) o microscópicos (visibles sólo a través de microscopios ópticos o electrónicos). La morfología a nivel celular o intracelular es diferente para cada división y está relacionada con los orígenes de cada uno de los grupos; en la comparación se utilizan las diferencias en los cloroplastos, en las membranas celulares, en la pared celular y en los otros organelos celulares (mitocondrias, aparatos de Golgi, lisosomas, etcétera). Los criterios genéticos utilizan las diferencias en las secuencias de los componentes del DNA y del RNA, así como aquellas secuencias que son el origen de la síntesis de ciertas proteínas. Los criterios bioquímicos analizan las semejanzas y las diferencias en los pasos metabólicos y de síntesis de proteínas y de materiales estructurales de la célula. Por último, los criterios reproductivos comparan las diferencias en los ciclos de vida de los organismos y las modificaciones estructurales y morfológicas en las fases y etapas de dichos ciclos. En la actualidad, muchos de esos criterios también se utilizan para distinguir las especies dentro de cada una de las divisiones.

Las algas presentes en los ambientes continentales son generalmente pequeñas y muchas de ellas forman crecimientos visibles a simple vista, similares a tapetes, fieltros, mechones en los ríos, espumas o natas en aguas estancadas. En algunos lugares de nuestro país se les llama genéricamente como lamas, sedas de agua o, simplemente, natas. Esos crecimientos visibles están formados por conjuntos de especies con morfologías muy diversas; unicelulares con o sin flagelos, agregados amorfos de células o colonias de forma definida, filamentos simples o ramificados, y láminas de una o dos capas de células. Por la acumulación de pigmentos o sustancias de reserva, el conjunto puede aparecer a simple vista con coloraciones verdes, rojas, pardas y negras. La mayoría de las algas regis-

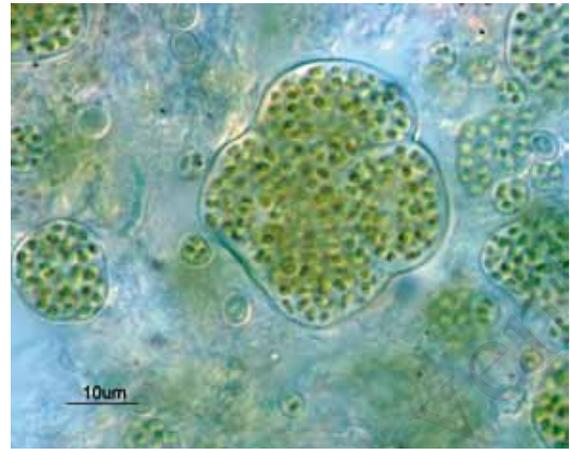


Figura 2. Palenque, Templo de la Cruz Foliada. *Gloeocapsa aeruginosa* Kützing (cf.). Foto: Eberto Novelo.

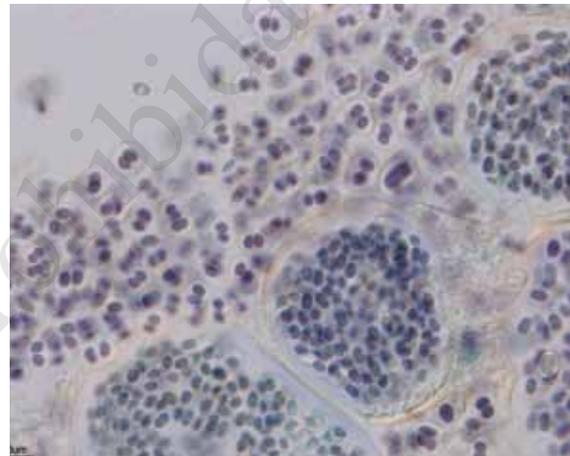


Figura 3. Palenque, Templo de la Cruz Foliada. *Aphanothece castagnei*. Foto: Eberto Novelo.



Figura 4. Palenque, Conjunto Palacio. *Gloeocapsa* sp. Foto: Eberto Novelo.

tradas en Chiapas se distinguen principalmente por su condición subaérea.

Diversidad y distribución

En Chiapas se han registrado 81 especies pertenecientes a las siguientes divisiones algales: Cyanoprokaryota o Cyanobacteria (clase Cyanophyceae), Charophyta (clases Trentepohliophyceae y Charophyceae), Heterokontophyta (clases Bacillariophyceae y Chrysophyceae). Este número no representa, ni remotamente, la riqueza total de especies del estado, sobre todo si se toman como referencia otros lugares de condiciones ambientales similares. Por ejemplo, en tres cuerpos de agua someros de menos de 3000 m² de Veracruz se han reconocido cerca de 69 especies de algas unicelulares y coloniales (Comas *et al.*, 2007), mientras que 156 especies de diatomeas se encontraron en humedales temporales con una extensión de 1.5 km² en Quintana Roo (Novelo *et al.*, 2007b).

Para la zona arqueológica de Palenque se han registrado, hasta ahora, 39 especies, mientras que las 42 restantes provienen de ambientes acuáticos. La distribución de las especies acuáticas está fundamentalmente restringida a sitios turísticos, particularmente las Cascadas de Misol-Ha y de Agua Azul (Metzeltin y Lange-Bertalot, 1998), desafortunadamente con muy poca información de tipo ecológico e, inclusive, con errores. Kristiansen y Tong (1995) registraron cinco especies de Chrysophyceae para México, todas provenientes de charcos de Chiapas. Otros registros son más antiguos e incluyen a las divisiones Cyanoprokaryota (Drouet, 1968) y Charophyta (Ortega, 1984).

En el caso de las especies presentes en la zona arqueológica de Palenque, debe resaltarse que la mayoría de ellas son registros nuevos para nuestro país, pero en estudios más detallados, actualmente en proceso (datos no publ.), se ha encontrado una diversidad mucho más alta y novedosa que la registrada hasta ahora. En las ilustraciones de este trabajo se muestran algunas novedades florísticas y otras especies previamente registradas.

En el apéndice VIII.3 se enlistan las especies mencionadas en la bibliografía para el estado, su distribución en México y en el mundo, así como los ambientes donde se han encontrado. Es notorio que muchas de las especies han sido

registradas en ambientes muy distintos y con formas de vida muy diferentes.

Importancia

El número de especies presentes en un cuerpo de agua y la abundancia de cada una de ellas nos dan indicaciones del grado de complejidad del ambiente. Los cuerpos de agua con muchas especies de algas generalmente soportan una fauna también abundante y, por lo tanto, las relaciones ecológicas en dichos ambientes tienden a ser estables y complejas. En cambio, los ambientes con pocas especies, pero muy abundantes, indican alteraciones sobre las condiciones naturales del sistema. Generalmente, estas alteraciones están relacionadas con el aporte artificial de sustancias que sirven de nutrientes a las algas (principalmente fosfatos y nitratos). En condiciones alteradas, se pueden desarrollar grupos de algas (Cyanoprokaryota o Dinophyta) potencialmente tóxicas, tanto por contacto, como por ingestión; pero en condiciones no alteradas o con un manejo adecuado, las algas pueden ser utilizadas como un mecanismo regulador de la producción de especies útiles para el ser humano. Por ejemplo, se pueden establecer criaderos de invertebrados, peces o anfibios de una manera sustentable y con la posibilidad de predecir la producción por año y por temporada si se aprovecha y promueve el desarrollo de especies ricas en proteínas y aceites, de especies con tamaños adecuados a las etapas de desarrollo de los organismos que se cultiven. En este sentido, la producción de especies de algas pequeñas favorece el crecimiento del zooplancton más pequeño requerido por las larvas de peces o el zooplancton pequeño, mientras que las especies de algas grandes favorecen el desarrollo del zooplancton más grande y, por tanto, del desarrollo de los peces adultos. La creación de granjas productoras de especies algales ricas en proteína o aceites para su utilización, como complemento alimenticio de humanos y de ganado, es un actividad poco explotada en nuestro país. En Chiapas, existen condiciones propicias para el desarrollo de este tipo de granjas, tanto por sus condiciones climáticas generales (temperatura e iluminación), como por la calidad del agua presentes en el estado.

En relación con la diversidad de especies, Melzeltin y Lange-Bertalot (1998), describieron



Figura 5. Palenque, Conjunto Palacio. *Pseudocapsa dubia* Ercegovic (cf.) Foto: Eberto Novelo.

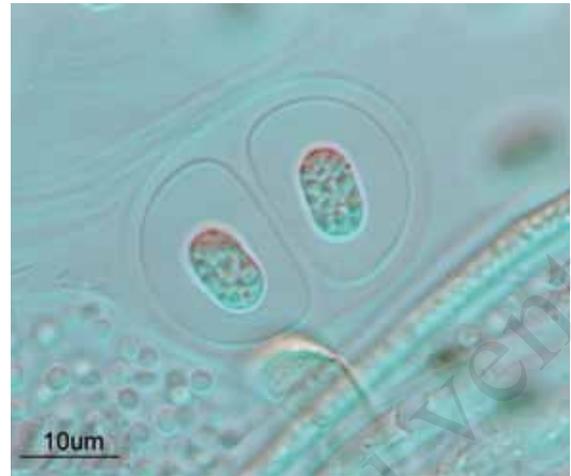


Figura 8. Palenque, Conjunto Palacio. *Gloeotheca* sp. Foto: Eberto Novelo.



Figura 6. Palenque, Conjunto Palacio. *Scytonema guyanense*. Foto: Eberto Novelo.

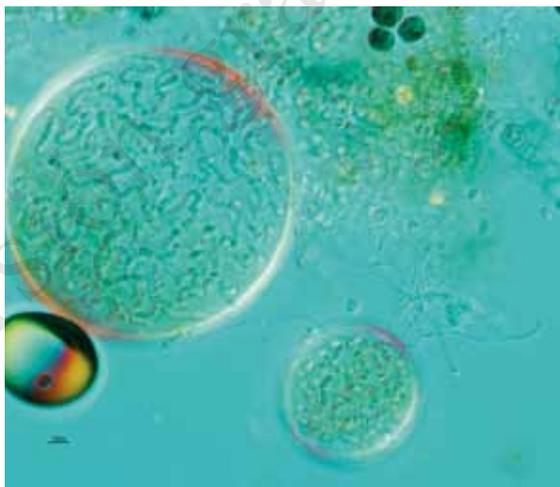


Figura 7. Palenque, Conjunto Palacio. *Nostoc* sp. Foto: Eberto Novelo.

10 especies nuevas en Misol-Ha y Agua Azul. Por esa razón, estos sitios deben ser considerados como localidades tipo y los esfuerzos de conservación deben ser aún mayores, al igual que en los sitios arqueológicos en los que se desarrollan diversas especies de algas en los muros.

De las ilustraciones mostradas, aquellas marcadas como sp. o como cf. son especies cuyas características no han sido descritas y todavía están bajo estudio. En este trabajo, sólo se ha incluido una mínima parte de lo que se ha encontrado y es evidente que el valor de las localidades, en cuanto a su diversidad, incrementa en la medida en que la investigación se estimula e intensifica.

El conocimiento de las algas continentales acuáticas de Chiapas es una tarea urgente. Los cambios en la extensión de humedales, el uso y modificación de los grandes cuerpos de agua, las inundaciones catastróficas y sus secuelas, así como el cambio climático global en general, son algunos de los apremiantes para realizar este esfuerzo. No es una tarea simple, pues los avances en el conocimiento científico de estos grupos han modificado sustancialmente las aproximaciones morfológicas, y la bibliografía que hace 10 años sirvió de apoyo para la identificación de las algas ahora es prácticamente inválida. Los nuevos sistemas taxonómicos requieren de una infraestructura más sofisticada y relativamente más costosa, por lo que no es accesible a las instituciones de educación superior. Así, los estudiantes de biología tienen pocas posibilidades de obtener información actualizada y, sobre todo, de generar nueva información sobre la flora de algas del estado. El reto de las instituciones que se

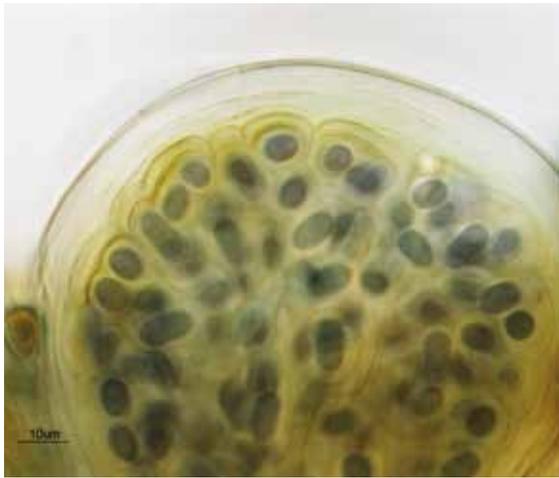


Figura 9. Palenque, Conjunto Palacio. *Gloeotheca? rupestris* (cf.)
Foto: Eberto Novelo.

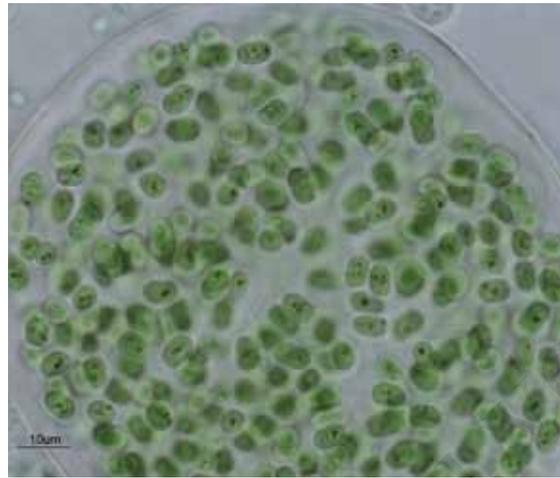


Figura 12. Palenque, Conjunto Murciélagos. *Aphanothece* sp. Foto:
Eberto Novelo.

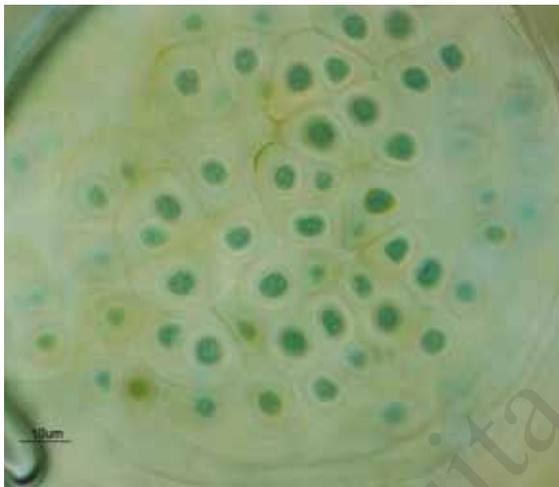


Figura 10. Palenque, Conjunto Palacio. *Asterocapsa* sp. Foto:
Eberto Novelo.

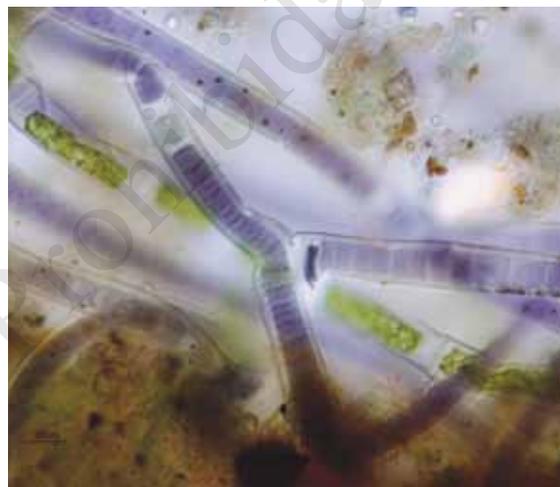


Figura 13. Palenque, Conjunto Murciélagos. *Scytonema* sp. y *Rhizoclonium* sp. Foto: Eberto Novelo.



Figura 11. Palenque, Conjunto Palacio. *Chroococcus* sp. Foto:
Eberto Novelo.

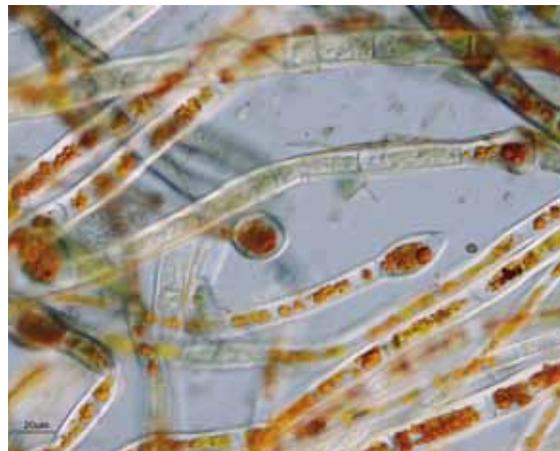


Figura 14. Bonampak. *Trentepohlia aurea*. Foto: Eberto Novelo.

interesen en el estudio y conservación de los cuerpos de agua continentales es que las posibilidades de trabajo con estos grupos sean cada vez mayores.

Amenazas y acciones de conservación

Las algas son organismos vinculados con el agua. Cualquier modificación o alteración en los cuerpos de agua o en los patrones climáticos mundiales o regionales afectará el desarrollo de las algas. Si no se entienden las causas de desarrollo masivo de algas es posible que se tomen acciones que, lejos de resolver un problema, lo agraven o compliquen. Como ejemplo se puede mencionar la utilización de técnicas de burbujeo para limpiar cuerpos de agua turbios que favorecen el desarrollo excesivo de algas que, desde el punto de vista estético, no son deseables. En

este sentido, es importante resaltar que la opinión generalizada de tener cuerpos de agua limpios generalmente implica la eliminación de las algas y de los demás organismos asociados a ellas. Una amenaza constante a la conservación de esos cuerpos de agua o de los muros donde proliferan las algas es la aplicación de biocidas que limpian y acaban en gran medida con la diversidad algal. En el caso de los muros de los monumentos históricos, no se ha demostrado de manera fehaciente que las algas sean las causantes del deterioro que presentan, aunque la teoría ecológica tradicional afirma que las algas son el primer eslabón de la sucesión que permite la colonización de un sustrato por comunidades complejas, lo cual tampoco se ha comprobado y, al menos en el caso de los monumentos mayas de Chiapas, las evidencias apuntan en otra dirección (Novelo y Ramírez Vázquez, 2006; Novelo *et al.*, 2007a).

Literatura citada

- Comas, A., E. Novelo y R. Tavera. 2007. Coccal green algae (Chlorophyta) in shallow ponds in Veracruz, México. *Archiv für Hydrobiologie Supplement /Algological Studies* 124: 29-69.
- Drouet, F. 1968. Revision of the classification of Oscillatoriaceae. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Lancaster. 370 pp.
- Hoek, C. van den, D. G. Mann y H. M. Jahns. 1995. Algae. An Introduction to Phycology. Trad. por D. Mann. Cambridge University Press, Cambridge. 576 pp.
- Kristiansen, J. y D. Tong. 1995. A contribution to the knowledge of the silica-scaled chrysophytes in Mexico. *Archiv für Hydrobiologie Supplement /Algological Studies* 77: 1-6.
- Metzeltin, D. y H. Lange-Bertalot. 1998. Tropical diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. *Tropische Diatomeen in Südamerika I. 700 überwiegend wenig bekannte oder neue Taxa repräsentativ als Element der neotropischen Flora. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs vol. 5.* Koeltz Scientific Books, Königstein. 695 pp.
- Ortega, M. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 576 pp.
- Novelo, E. y M. Ramírez Vázquez. 2006. Algas, diversidad cianobacteriana y patrones de distribución en construcciones mayas de Palenque, Chiapas. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 48 (2): 192-193.
- Novelo, E., M. Ramírez y A. Villalobos. 2007a. Las algas epilíticas de las zonas tropicales en los monumentos mayas. *Lakamha' Boletín Informativo del Museo y Zona Arqueológica de Palenque* 22: 3-7.
- Novelo, E., R. Tavera y C. Ibarra. 2007b. Bacillariophyceae from karstic wetlands in México. *Bibliotheca Diatomologica* 54. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. 136 pp.
- Proctor, V. W., D. G. Griffin y A. T. Hotchkiss. 1971. A synopsis of the genus *Chara*, series *Gymnobasalia* (subsection *Willdenowia* R.D.W.). *American Journal of Botany* 58: 894-901.
- Proctor, V.W. 1980. Historical biogeography of *Chara* (Charophyta): an appraisal of the Braun-Wood classification plus a falsifiable alternative for future consideration. *Journal of Phycology* 16: 218-233.
- Ramírez Vázquez, M. 2006. Caracterización de los crecimientos algales causantes del biodeterioro en la zona arqueológica de Palenque (Chiapas, México). Tesis de Maestría en Ciencias, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 81 pp.
- Torres Soria, P. 1991. La microflore de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 116 pp.

LOS HELECHOS (PTERIDOPHYTA)

Miguel A. Pérez Farrera, María E. López Molina
y Angelita López Cruz

Generalidades

Las Pteridofitas son conocidas comúnmente como helechos. Este grupo de plantas, a diferencia de las angiospermas, no producen flores, sino esporangios, en donde se producen las esporas. Éstas, por lo general, están reunidas, agrupadas y concentradas en estructuras que se llaman soros, que se producen generalmente abajo de sus hojas, llamado parte abaxial o envés (Tryon y Tryon, 1982).

Generalmente, se dividen en dos grandes grupos: helechos afines y helechos verdaderos. Los primeros están referidos a un grupo pequeño de helechos tanto en número de géneros como en especies que producen por lo general las esporas en estructuras especializadas llamadas esporangióforos y/o estróbilos (estructuras similares a conos de los pinos), micrófilas (hojas pequeñas), tallo y raíz poco desarrollado y/o, en algunos casos, no presentan raíces (*Psilotum*). En éste se agrupan los equisetos o colas de caballo, las selaginelas y los licopodios. En tanto los helechos verdaderos producen los soros en la parte abaxial de las hojas o en esporangióforos, presentan megafilas (hojas grandes y/o desarrolladas, denominadas frondas), raíz y tallo desarrollado (Riba, 1992).

Los helechos pueden crecer sobre la tierra (terrestre), rocas (rupícola), árboles (epífitas) o ser plantas trepadoras (*Lygodium*) o acuáticas y subacuáticas (*Azolla* y *Salvinia*). Pueden sobrevivir desde el nivel del mar, como el caso de *Acrostichum* que crece en manglares, y hasta los 2700 m en los bosques mesófilos de montaña (Riba, 1992).

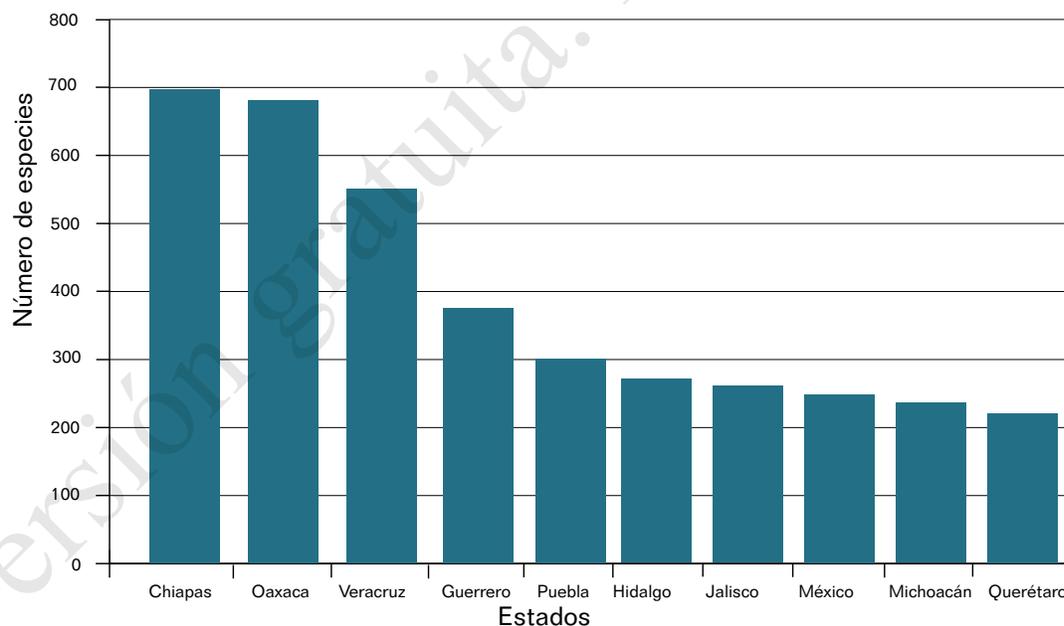


Figura 1. Riqueza por estados de la pteridoflora por estados.

Riqueza

La pteridoflora de México está compuesta por 29 familias, 124 géneros, 1 008 especies y 16 variedades (Mickel y Smith, 2004). Chiapas posee alrededor de 70 % de la riqueza nacional comprendida en 29 familias, 117 géneros, 698 especies y tres variedades, lo cual hace en total 701 taxones, número que rivaliza con Oaxaca, que presenta 675 especies. Aunque Smith (1981) registra 650 especies para Chiapas y Mickel y Beitel (1988) registran 690 para Oaxaca (figura 1), este aumento se debe a que se han realizado varias exploraciones botánicas recientemente, lo que ha generado nuevos registros para la Pteridoflora del estado (Riba y Pérez, 2000; Pérez-Farrera *et al.*, 2003a, 2003b). La disminución del número de especies en Oaxaca se debe a que muchos taxones pasaron a ser sinónimos, logrando reducir la lista de las especies registradas para este estado según lo propuesto por Mickel y Beitel (1988).

En general, las familias mejor representadas tanto en géneros como en especies son Dryopteridaceae, Pteridaceae y Polypodiaceae, pero existe 1.74 % de las familias que están constituidas por un solo género y una sola especie (Azollaceae, Lophosoriaceae, Marsileaceae, Metaxyaceae, Osmundaceae y Plagiogyriaceae) (figura 2).

Los géneros mejor representados por su número de especies son *Asplenium*, *Thelypteris*, *Polypodium* y *Elaphoglossum* (figura 3); estos cuatro géneros mantienen casi 20 % de la riqueza de los helechos en Chiapas. Esta riqueza se concentra, principalmente, en los bosques mesófilos de montaña y bosques tropicales perennifolios, de forma habitual, por arriba de los 1 000 m de altitud.

Importancia cultural y económica

Las modificaciones de uso de suelo en la mayor parte del estado han reducido la disponibilidad de hábitats para las especies de helechos, especialmente en las zonas de altitudes medias y altas en donde la diversidad aumenta considerablemente, de manera que el empleo de estas especies es significativamente restringido. Esto se ve reflejado en los estudios etnobotánicos realizados dentro del estado, en donde son las familias Asteraceae, Fabaceae y Solanaceae las mejor representadas, ya que comprenden especies generalmente oportunistas e invasoras, comúnmente encontradas después del desmonte de la cobertura vegetal. Puede pensarse que anteriormente los helechos tuvieron una amplia gama de usos que se perdieron a través del imminente proceso de transformación cultural,

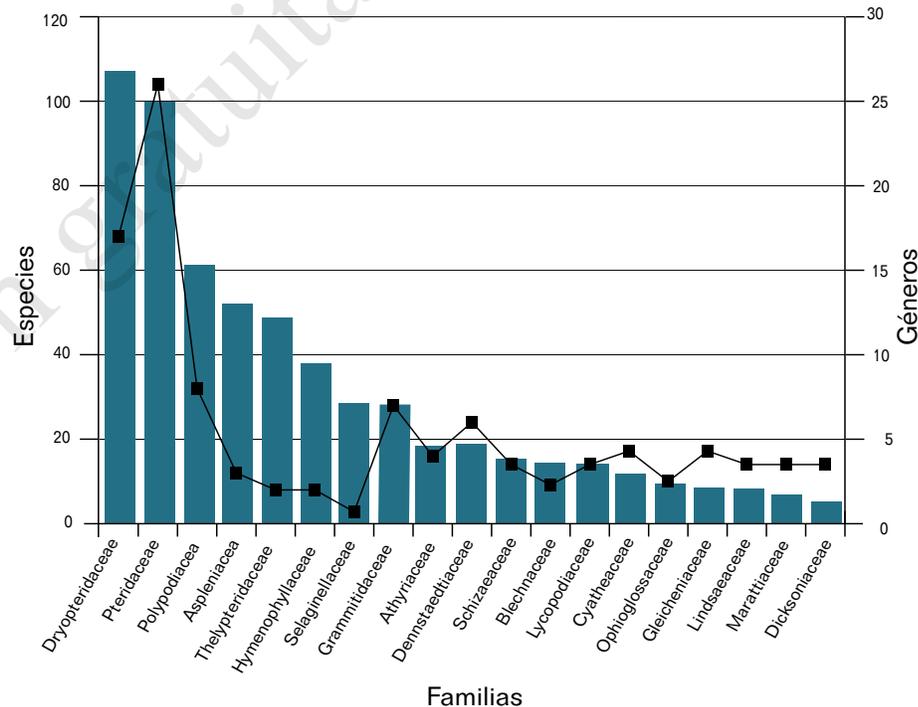


Figura 2. Riqueza de especies (barras) y géneros (líneas) de la pteridoflora de Chiapas.

puesto que, como es sabido, la información se transmite de una generación a otra.

A pesar de lo anterior, los helechos aun tienen un valor de uso en varias zonas del estado de Chiapas, que por lo general es ornamental o medicinal. Muy rara vez, los rizomas de algunos helechos del género *Polypodium* son comestibles. Otros más, como las colas de caballo (*Equisetum hyemale* L.), son utilizados como desinflamatorios en padecimientos renales, ginecológicos y del sistema digestivo (Ríos, 2006). Por otro lado, las frondas de *Asplenium* y *Trichomanes* se emplean para curar enfermedades del aparato respiratorio (Ríos, 2006).

En cuanto a la importancia económica, podemos mencionar, principalmente, a los helechos arborescentes (*Cibotium*, *Cyathea*, *Dicksonia*) (figura 4), quienes enfrentan graves problemas en la reducción de sus poblaciones, pues la parte útil de estas especies son los tallos, los cuales son cortados y utilizados como soporte para el cultivo de orquídeas o como maceteras que pueden adoptar formas diversas de acuerdo a la creatividad del comerciante. Es importante hacer notar que los helechos arborescentes tardan hasta 40 años en crecer para obtener la talla que este uso requiere. Además de éstos, existen varias especies que son extraídas o cultivadas para ser vendidas en mercados locales, entre las que

se encuentran los géneros *Nephrolepis*, *Camploneurum* y *Polypodium*, principalmente.

Importancia ecológica

A excepción de algunos géneros y especies, la tolerancia de los helechos frente a las altas incidencias de luz solar es baja. Así, cuando se lleva a cabo la apertura de un área forestal, todas las especies de pteridofitas se enfrentan a la desecación y muerte, siendo reemplazadas por alguna otra especie de helecho capaz de sobrevivir bajo los rayos directos del sol, que en varias ocasiones es *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, considerado una especie invasora. De esta forma, la diversidad de las especies de helechos determina el grado de perturbación de una comunidad vegetal, siendo ésta su principal función en ecología de ecosistemas.

Estado actual

De los 701 taxones de helechos registrados en Chiapas, aproximadamente 5.4 % son endémicos para el estado o están restringidos a México (cuadro 1), en donde destacan las familias Thelypteridaceae (*Thelypteris*), Polypodiaceae (*Polypodium*) y Aspleniaceae (*Asplenium*). Las áreas fisiográficas de Chiapas con mayor riqueza

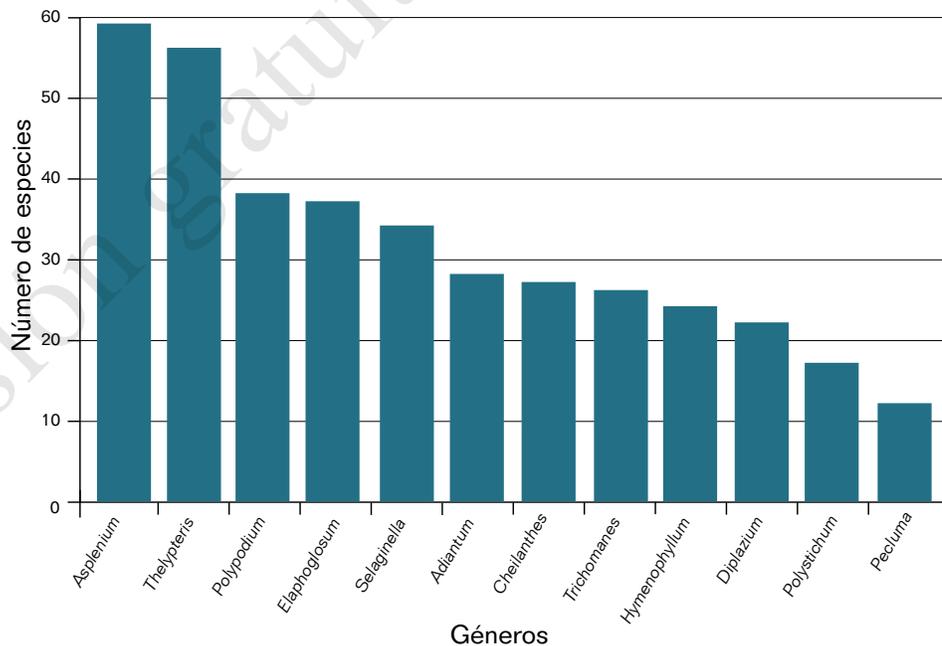


Figura 3. Géneros mejor representados dentro de la pteridoflora de Chiapas.

en helechos son la Sierra Madre de Chiapas y las Montañas del Oriente (Selva Lacandona) (López-Molina, 2000; Martínez *et al.*, 1994); incluso, estos sitios pueden contener muchas más especies que otros bosques tropicales centroamericanos, como La Selva, en Costa Rica, en donde se han registrado alrededor de 173 especies (Grayum y Churchill, 1987), otras áreas de México, como la península de Yucatán, con 104 especies (Mickel y Smith, 2004) y la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas con 80 especies (Riba, 1997). Sin embargo, como se menciona en párrafos arriba, esta riqueza se ha visto amenazada debido a la transformación de sus hábitats, principalmente para la construcción de agroecosistemas, como cultivos de maíz, café, etcétera. En la Selva Lacandona, solamente durante el periodo que comprendió de los años de 1970 a 1993, se perdieron más de 12 454 ha (March-Mifsut y Flamenco-Sandoval, 1996).

Ante el acelerado proceso de reducción de la cobertura vegetal dentro del estado, se supone que en las próximas décadas las especies silvestres podrán sobrevivir únicamente dentro de áreas naturales protegidas (Mehltreter, 2008). Por ello, especialistas en ecología han puesto sus esfuerzos en realizar estudios en agroecosistemas, principalmente cafetales, para determinar qué tan factibles pueden ser para refugiar espe-



Figura 4. Población de helechos arborescentes *Cyathea costaricensis*. Foto: Jorge Martínez.

cies de bosques con vegetación original y han encontrado que los cultivos de café albergan las condiciones más similares a las de los bosques (Cruz-Lara *et al.*, 2004), lo que los convierte en ecosistemas adecuados para el crecimiento y desarrollo de cerca de una tercera parte de las especies de helechos (Mehltreter, 2008).

Aunque Chiapas es uno de los estados con mayor riqueza de helechos en México, con sus 701 taxones, solamente 3.14 % están protegidas por las leyes ambientales, tal como la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que protege a las especies de flora y fauna nativas del país (Semarnat, 2010) (cuadro 2). Sin embargo, varias especies de distribución restringida, endémicas o raras, como *Asplenium breedlovei*, *Schaffneria nigripes*, *Hemionitis levyi*, *Ctenitis baulensis*, *Thelypteris flexuosa* y otras más (Mickel y Smith, 2004), no están catalogadas en esta norma. Con excepción de los helechos arborescentes de las familias Cyatheaceae, Marattiaceae y Dicksoniaceae que están completamente representados en la Norma Oficial Mexicana.

Acciones de conservación

Los helechos, al conformar parte de una comunidad vegetal, cuya supervivencia depende de la permanencia de los árboles que impiden la entrada de luz solar, no pueden tener una estrategia propia de conservación, es decir, al conservar la comunidad constituida por árboles y arbustos estamos asegurando también la supervivencia de la pteridoflora del lugar, de manera que es recomendable desempeñar tareas multidisciplinarias que permitan establecer las interacciones de las comunidades con los sistemas vegetales, teniendo en cuenta que estos albergan especies de plantas y animales útiles. Utilizar a las pteridofitas como objetivo de conservación se considera no aceptable, pues a excepción de los helechos arborescentes, estas especies no juegan un papel significativamente importante en el ámbito cultural; no obstante, desempeñan una función dentro de las asociaciones vegetales que es indispensable proteger.

Los cultivos orgánicos tienen un papel elemental en el ámbito de la conservación de especies tanto vegetales como animales. Estudios recientes han demostrado que los policultivos pueden mejorar las condiciones de un

Cuadro 1. Lista de especies de helechos endémicos a Chiapas o de distribución restringida.

Espece	Familia
<i>Adenoderris sororia</i> Maxon	Dryopteridaceae
<i>Asplenium breedlovei</i> A. R. Sm.	Aspleniaceae
<i>Asplenium harrisii</i> Jenman	Aspleniaceae
<i>Asplenium solmsii</i> Baker ex Hemsl.	Aspleniaceae
<i>Cheilanthes complanata</i> A. R. Sm. var. <i>complanata</i>	Pteridaceae
<i>Ctenitis baulensis</i> A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Ctenitis chiapensis</i> (Christ.) A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Ctenitis lanceolata</i> (Baker) A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Ctenitis thelypteroides</i> A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Ctenitis ursina</i> A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Diplazium gomezianum</i> C. D. Adams	Athyriaceae
<i>Elaphoglossum albomarginatum</i> A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Hypolepis melanochlaena</i> A. R. Sm.	Dennstaedtiaceae
<i>Polypodium alavae</i> A. R. Sm.	Polypodiaceae
<i>Polypodium christensenii</i> Maxon	Polypodiaceae
<i>Polystichum erythrosorum</i> A. R. Sm.	Dryopteridaceae
<i>Pteris chiapensis</i> A. R. Sm.	Pteridaceae
<i>Pteris erosa</i> Mickel & Beitel	Pteridaceae
<i>Selaginella barnebyana</i> Valdespino	Selaginellaceae
<i>Selaginella breedlovei</i> Valdespino	Selaginellaceae
<i>Selaginella carioi</i> Hieron.	Selaginellaceae
<i>Selaginella chiapensis</i> A. R. Sm.	Selaginellaceae
<i>Selaginella finitima</i> Mickel & Beitel	Selaginellaceae
<i>Selaginella hirtifolia</i> Valdespino	Selaginellaceae
<i>Selaginella lineolata</i> Mickel & Beitel	Selaginellaceae
<i>Selaginella mickelii</i> Valdespino	Selaginellaceae
<i>Selaginella pulcherrima</i> Liebm. ex E. Fourn.	Selaginellaceae
<i>Selaginella schiedeana</i> A. Braun	Selaginellaceae
<i>Selaginella stenophylla</i> A. Braun	Selaginellaceae
<i>Selaginella steyermarkii</i> Alston	Selaginellaceae
<i>Selaginella subrugosa</i> Mickel & Beitel	Selaginellaceae
<i>Sphenomeris clavata</i> (L.) Maxon	Lindsaeaceae
<i>Thelypteris tablana</i> (H. Christ) A. R. Sm.	Thelypteridaceae
<i>Thelypteris blepharis</i> A. R. Sm.	Thelypteridaceae
<i>Thelypteris muenchii</i> A. R. Sm.	Thelypteridaceae
<i>Thelypteris rhachiflexuosa</i> Riba	Thelypteridaceae
<i>Thelypteris stolzeana</i> A. R. Sm.	Thelypteridaceae
<i>Trichomanes holopterum</i> Kunze	Hymenophyllaceae

agroecosistema favoreciendo la conservación de las especies de helechos (Mehltreter, 2008), de manera que es recomendable promoverlos en las comunidades con altos niveles de producción agrícola, principalmente en las zonas de amortiguamiento de las reservas ecológicas.

Otro aspecto significativamente importante es poner mayor énfasis y cuidar como prioridad el ordenamiento territorial en toda la superficie del estado. Hace falta dedicar esfuerzos para desarrollar una estrategia que implique la organización y planeación en la tenencia de las tierras que permita aprovechar las superficies abandonadas y evitar la deforestación cada vez mayor de bosques.

Hace falta trabajar con campesinos que aprovechan y extraen los tallos de los helechos arborescentes mismos que utilizan para hacer maceteras-, quizás con capacitación técnica adecuada sobre propagación, métodos de cultivo y manejo de este grupo de plantas pueda lograrse una conservación más integral.

Aun con todos los trabajos que se han realizado, hacen falta estudios detallados dedicados a establecer patrones de distribución y ecología de helechos para determinar el estatus de conservación de las especies chiapanecas. Como resultado, existen aun muchos vacíos de información para incluir varias especies en las listas de la Norma Oficial Mexicana.

Cuadro 2. Lista de especies de pteridofitas de Chiapas que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Categoría	Distribución
Aspleniaceae	<i>Asplenium auritum</i> Sw.	A	no endémica
Aspleniaceae	<i>Asplenium dentatum</i> L.	A	no endémica
Aspleniaceae	<i>Asplenium serratum</i> L.	A	no endémica
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	A	no endémica
Davalliaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	P	no endémica
Polypodiaceae	<i>Polypodium triseriale</i> Sw.	A	no endémica
Marattiaceae	<i>Marattia weinmanniifolia</i> Liebm.	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S. Conant	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Alsophila salvinii</i> Hook.	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cnemidaria decurrens</i> (Liebm.) R.M. Tryon	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea bicrenata</i> Liebm.	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea costaricensis</i> (Mett. ex Kuhn) Domin	P	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M. Tryon	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea fulva</i> (M. Martens & Galeotti) Fée	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea godmanii</i> (Hook.) Domin = <i>C. mexicana</i> Schltdl. & Cham.	P	no endémica
Cyatheaceae	<i>Cyathea schiedeana</i> (C. Presl) Domin	Pr	no endémica
Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris horrida</i> (Liebm.) R.M. Tryon	Pr	no endémica
Dicksoniaceae	<i>Cibotium regale</i> Verschaff. & Lem.	P	no endémica
Dicksoniaceae	<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon	Pr	no endémica
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook. = <i>D. gigantea</i> H. Karst.	Pr	no endémica

Abreviaturas: A: amenazada; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial.

Literatura citada

- Cruz-Lara, L. E., C. Lorenzo, L. Soto, E. Naranjo y N. Ramírez-Marcial. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (1): 63-81.
- Grayum, M. y H. G. Churchill. 1987. An introduction to the pteridophytes Flora Finca La Selva, Costa Rica. *American Fern Journal* 77 (3): 73-89.
- López Molina, M. E. 2000. Inventario Pteridológico de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, UNICACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- March-Mifsut, I. J. y A. Flamenco-Sandoval. 1996. Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993). Informe Técnico de Ecosur para TNC. San Cristóbal de la Casas Chiapas. 122 pp.
- Martínez, E., C. H. Ramos y F. Chiang. 1994. Lista florística de la Lacandona, Chiapas. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 54: 99-178.
- Mehltreter, K. 2008. Helechos. pp. 83-93. En: Manson, R. H., V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehltreter (Eds). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Inecol. México.
- Mickel J. y A. R. Smith. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of The New York Botanical Garden* (88): 1-1054.
- Mickel, J. y J. M. Beitel. 1988. Pteridophyte Flora of Oaxaca, Mexico. *Memories of The New York Botanical Garden* (46): 1-567.
- Pérez-Farrera, M., R. Riba y M. E. López-Molina. 2003a. Addition to flora Mesoamericana: A new record of *Thelypteris* for Chiapas, México. *Sida* 20 (3): 1309-1313.
- Pérez-Farrera, M., B. Pérez, R. Riba y M. E. López-Molina. 2003b. New records for the pteridoflora of Chiapas. *American Fern Journal* 93 (4): 207-28.
- Riba, R. 1992. Reflexiones pteridológicas. *Ciencias* 6: 41-46.
- Riba, R. 1997. Pteridofitas. pp. 61-86. En: González-Soriano, E., R. Dirzo y R. C. Vogt. (Eds.) Historia Natural de Los Tuxtlas. UNAM, México D.F.
- Riba, R. y M. A. Pérez Farrera. 2000. New records for the Pteridoflora of the State of Chiapas. *American Fern Journal* 90 (3): 104-105.
- Ríos, A. A. 2006. Plantas medicinales del Ejido Monterrey, municipio de Villa Corzo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Smith, A. R. 1981. Pteridophytes in Breedlove (Eds.). Flora of Chiapas. California Academy of Science, San Francisco, California 2: 1-370.
- Tryon, R. M. y A. F. Tryon. 1982. Ferns and allied Plants with special reference to Tropical America. Springer Verlag, New York.



Version gratuita para su venta.

LAS GIMNOSPERMAS

Miguel A. Pérez Farrera, Andrew P. Vovides
y Nayely Martínez Meléndez

Generalidades

Las gimnospermas son un grupo de plantas con semillas desnudas que se caracterizan por ser vasculares –es decir, por presentar el sistema conductor de nutrientes y agua bien desarrollado– y por no exhibir flores y frutos verdaderos, a diferencia de las angiospermas.

Las gimnospermas producen estróbilos o conos leñosos, como los pinos con semillas desnudas, o sea, sin la capa del ovario que produce un fruto verdadero en la plantas con flor –que es lo que crean las angiospermas–. La mayoría de las especies de las gimnospermas son árboles, muy rara vez son arbustos –como algunas especies de *Juniperus* o *Ephedra*– y, en casos excepcionales, pueden ser lianas (*Gnetum*) y epífitas (*Zamia pseudoparasitica*). Pueden crecer tanto a nivel del mar como en alturas de hasta 3 000 m. La mayoría de las gimnospermas, principalmente las coníferas, forma densos bosques en el hemisferio norte, conocidos como taiga, mientras que en el hemisferio sur tienen una menor presencia.

Las gimnospermas son importantes por lo siguiente: a) porque representan un paso evolutivo intermedio entre las Pteridospermas (helechos de semilla extintos) y las Espermatofitas, que consisten en las gimnospermas, en especial las Cycadales y Ginkgoales –que son grupos inferiores dentro las Espermatofitas y las angiospermas, es decir, plantas que producen flor y semillas cubiertas por los tejidos del ovario conocido como fruta– consideradas como avanzadas; b) porque, desde el punto de vista económico, fundamentan y soportan la operatividad y economía de muchas industrias madereras en la venta de madera, principalmente de *Pinus*– y de árboles de navidad (*Pseudotsuga* y *Picea*); c) porque algunas especies, desde el punto de vista comestible, pueden ser fuente alimenticia de carbohidratos, como por ejemplo, los piñones (semillas de *Pinus*) y, a un nivel menor, las cycadas *Ceratozamia* y *Dioon*; d) porque algunas especies –como la *Ceratozamia* y principalmente la *Dioon*– tienen hojas que son utilizadas en varias festividades religiosas (Pérez-Farrera y Vovides, 2006), y e) finalmente, porque las coníferas forman densas y grandes comunidades vegetales, tales como los bosques de *Pinus*, *Abies*, *Cupressus* y *Juniperus* que sustentan a muchas otras especies animales y vegetales.

Gracias a diversos estudios fundamentalmente morfológicos y genéticos, las gimnospermas se han clasificado en cuatro divisiones: Cycadophytina, Ginkgoophytina, Pinophytina y Gnetophytina, seis clases, 12 órdenes, 14 familias y 86 géneros (Earle, 2002).

Riqueza

En el mundo existen alrededor de 947 especies de gimnospermas (Earle, 2002), sin embargo, algunos autores estiman que su número podría aumentar a 1 000. Tan sólo en México, se han registrado alrededor de 127 especies (Contreras-Medina y Luna-Vega, 2007), comprendidas en tres grupos: Gnetophytina, Cycadophytina y Pinophytina. Las dos últimas son las mejor representadas tanto en géneros como en especies. En Chiapas, particularmente, se han registrado dos grupos: Pinophytina y Cycadophytina. En el primero de estos grupos se encuentran las familias Pinaceae, Cupressaceae, Podocarpaceae y Taxaceae, y en el segundo, únicamente la familia de las Zamiaceae (figura 1).

En diversos estudios florísticos de México, las gimnospermas representan menos de 2 % de las especies, en contraste con las angiospermas y las pteridofitas (helechos) (Contreras-Medina, 2006). A pesar de esto, el país ocupa un lugar importante en cuanto a diversidad y endemismo de especies, principalmente en la familia Pinaceae con el género *Pinus* (Styles, 1998) y con la familia Zamiaceae (Vovides, 2000) –que considera los géneros *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia* (Vovides et al., 2003a)–. Solamente *Pinus*, *Ceratoza-*

mia y *Zamia* representan más de 70 % de la riqueza de las gimnospermas de Chiapas (figura 2).

En cuanto a las especies de gimnospermas registradas para Chiapas, Breedlove (1986) menciona la existencia de 32 especies clasificadas en cinco familias: Pinaceae, Cupressaceae, Taxodiaceae, Podocarpaceae y Cycadaceae. En el trabajo más reciente de Contreras-Medina y Luna-Vega (2007) se registran 31 especies para Chiapas distribuidas en 10 géneros: *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Podocarpus*, *Taxus*, *Taxodium*, *Zamia*, *Ceratozamia* y *Dioon*. Sin embargo, después de hacer una revisión de herbario y de literatura, el número de especies que actualmente se registran para el estado es de 42, el cual podría aumentar en los próximos años debido a que todavía existen algunas poblaciones no definidas dentro de los géneros *Ceratozamia* y *Zamia*. En Chiapas, las áreas donde existe una mayor riqueza y endemismo de gimnospermas (especies de distribución restringida) son la Sierra Madre, la Meseta Central y las Montañas del Norte (figura 3); por ejemplo, en estas últimas, existen muchos elementos endémicos de los géneros *Ceratozamia* y *Zamia*, mientras que en la meseta central hay una riqueza importante del género *Pinus*.

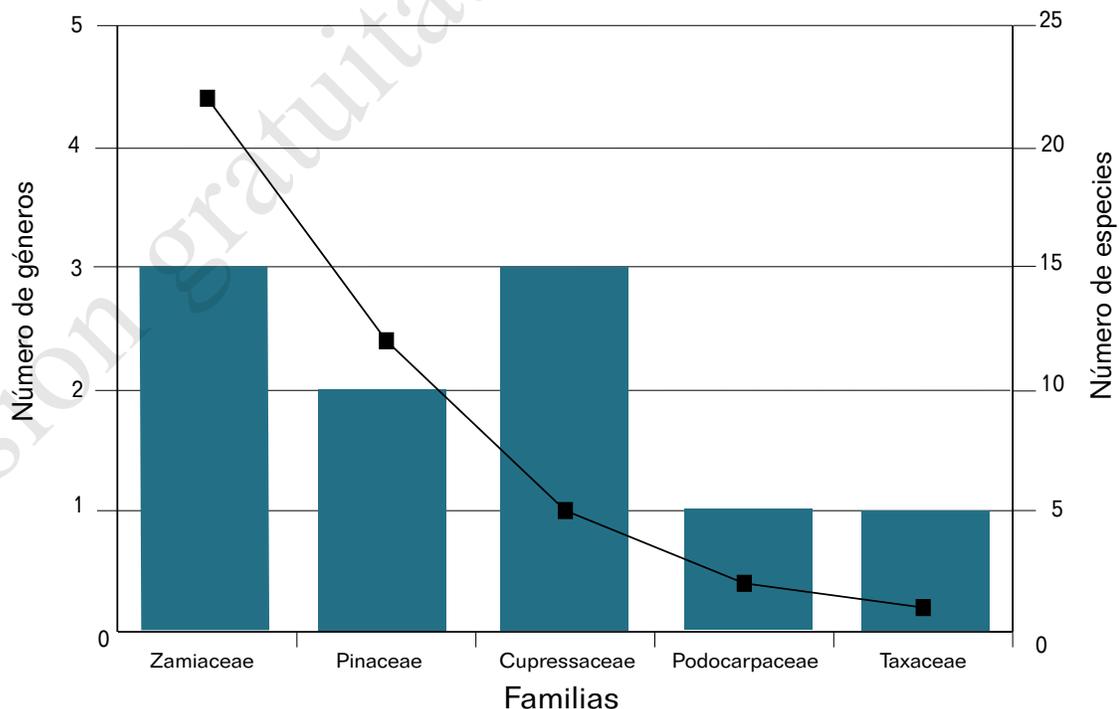


Figura 1. Relación de la riqueza genérica y de especies entre las diferentes familias de gimnospermas en Chiapas. Las barras representan los géneros y la línea, el número de especies.

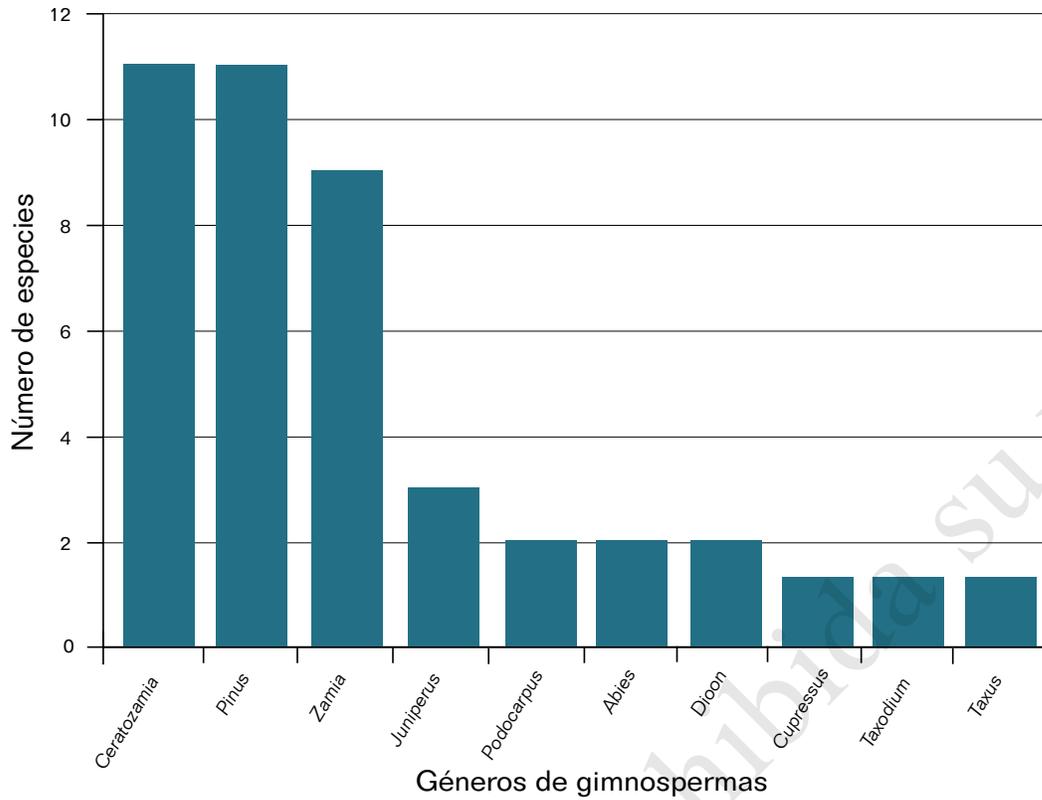


Figura 2. Relación de la riqueza de especies en los géneros de las gimnospermas en Chiapas.

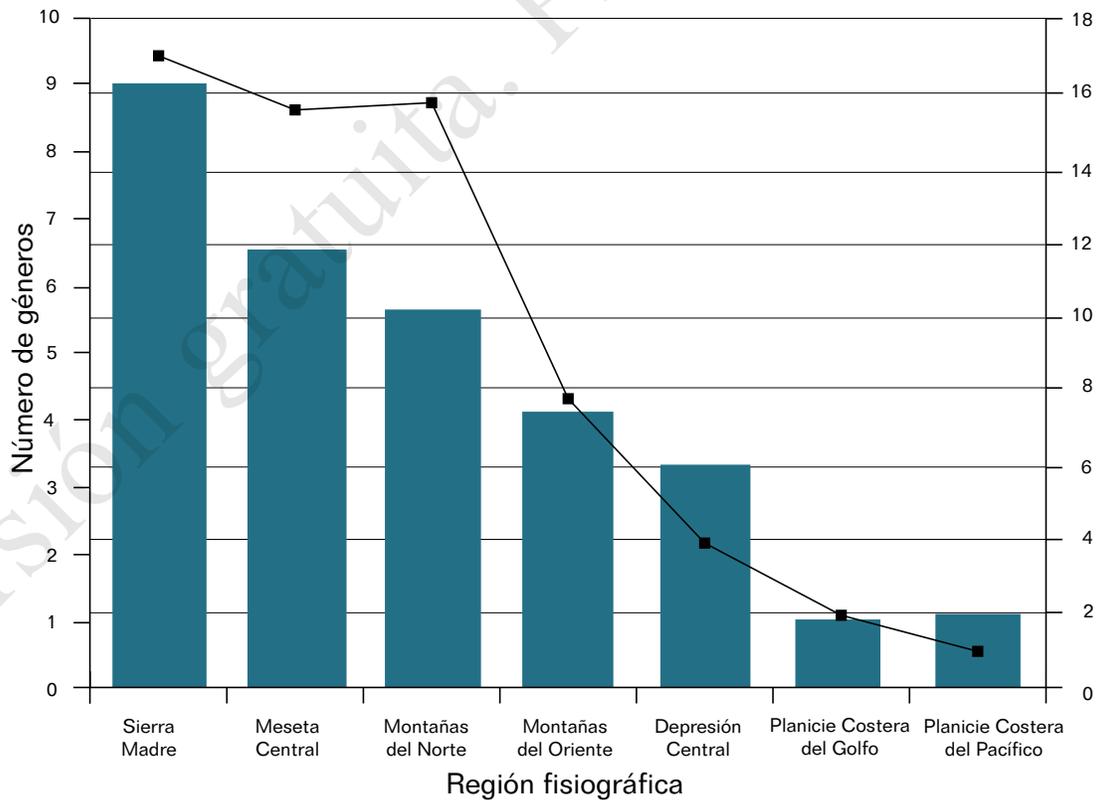


Figura 3. Riqueza de gimnospermas a nivel género y especies en las diferentes áreas fisiogeográficas de Chiapas. Las barras representan los géneros y la línea al número de especies.

Familia Pinaceae

La familia Pinaceae en Chiapas está representada por los géneros *Abies* y *Pinus*. Con respecto al primer género, Breedlove (1986) registra únicamente *Abies guatemalensis*. Sin embargo, Silba (1986) y Martínez (1963) registran también la existencia de *A. hickelii* en la zona de Copainalá. Por su parte, Farjon (1990, 1998) confirma la existencia de esta especie en Chiapas, aunque no cita ningún ejemplar. Es importante hacer una revisión taxonómica de este género en Chiapas debido a que no existe mucha claridad sobre las especies existentes; el material actual en los herbarios, en ocasiones, es insuficiente o estéril, lo que hace difícil llegar a una decisión más clara sobre el número y la distribución de las especies.

El género *Abies* está restringido a la parte sureste de la Sierra Madre, al Noroeste de las Montañas del Norte y a la Meseta Central. En México, las poblaciones de *Abies* pueden encontrarse en un rango que oscila desde los 2000 a los 4000 msnm (Aguirre-Planter *et al.*, 2000), mientras que las poblaciones en Chiapas se distribuyen entre los 2000 y 3500 msnm. Las mejores poblaciones de *A. guatemalensis* en Chiapas, tanto por su densidad, reclutamiento, estructura poblacional y estado de conservación, se distribuyen en la Sierra Madre de Chiapas, específicamente en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. No obstante, se han encontrado a lo largo de su rango de distribución en México bajos niveles de variación genética y altos niveles de endogamia (cuando se cruzan entre parientes cercanos), debido, quizás, a que sus poblaciones están aisladas y son pequeñas (Aguirre-Planter *et al.*, 2000).

En relación al género *Pinus*, México es considerado como un centro de diversidad a nivel mundial (Styles, 1998). En Chiapas, este género está conformado por 11 especies, según Farjon *et al.* (1997), que conforman grandes y extensos bosques, y que muchas veces se asocia con *Quercus*, *Juniperus*, *Cupressus* y *Abies*. Estos bosques están mejor representados en la meseta central (Altos de Chiapas), la cual es una región que se ha considerado como uno de los centros de diversidad de *Pinus* en México (Styles, 1998). Este género se distribuye desde los 560 msnm en el valle de Jiquipilas-Cintalapa con *P. oocarpa* hasta los 3 500 msnm en el volcán Tacaná con *P. hartwegii*.

Familia Cupressaceae

La familia Cupressaceae está representada por los géneros *Cupressus*, *Juniperus* y *Taxodium*, este último recientemente incluido en dicha familia (Farjon, 2005). *Cupressus* es un género que se encuentra frecuentemente asociado con *Pinus* en los Altos de Chiapas, y en la Sierra Madre puede conformar comunidades completas en asociación con *Pinus* y *Podocarpus*. En Chiapas, solamente se ha registrado una sola especie *Cupressus lusitanica* var. *benthamii* (Farjon, 2005); esta especie se distribuye entre los 1 700 y 1 800 msnm en la Sierra Madre y entre los 1 800 y 2 000 msnm en la Meseta Central. En tanto, el género *Juniperus* se puede encontrar frecuentemente en asociación con *Pinus* y *Cupressus* en los Altos de Chiapas, pero es raro en la Sierra Madre; solamente se ha registrado para el volcán Tacaná con la especie *Juniperus standleyi*, –este género se distribuye en un rango altitudinal de 1 800 y 3 500 msnm–. Las especies *J. comitana* y *J. standleyi* están restringidas a Chiapas y Guatemala (Farjon, 2005); el caso de *J. gamboana*, recientemente, pasó a ser una variedad de *J. deppeana*, según lo demuestran recientes estudios genéticos (Adams *et al.*, 2006).

En relación a *Taxodium*, antiguamente este género era considerado como una familia aparte (Taxodiaceae), sin embargo, análisis morfológicos y cladísticos (“rama de la biología que define las relaciones evolutivas entre los organismos basándose en similitudes derivadas y utilizando estudios de filogenias –relaciones entre especies y familias– y de la biodiversidad”), particularmente del desarrollo y evolución de los conos femeninos (Farjon y Ortiz García, 2002), así como también análisis genético (genes *rbcL* y *matK*) (Brunsfeld *et al.*, 1994; Gadek *et al.*, 2000), han permitido incluir este género dentro de las Cupressaceae (Farjon, 2005). Este género está representado en México y en Chiapas por una sola especie *Taxodium mucronatum*, el ahuehuete o sabino. Esta especie, que está ampliamente distribuida desde el sur de Estados Unidos (Texas) hasta México y Guatemala, en Chiapas se encuentra formando bosques de galería a lo largo de los ríos y arroyos, muchas veces asociado con *Salix* y *Ficus* en la Depresión Central (río Sabinal en Tuxtla Gutiérrez, Berriozabal, Cintalapa, Cerro Brujo en el municipio de Ocozocoautla), en la Meseta Cen-

tral (Lagos de Colón, municipio de la Trinitaria) y en las Montañas del Norte (alrededores de Bochil, Cañón del Sumidero, muy cerca de la colonia el Palmar, municipio de Chiapa de Corzo y al noroeste de Cintalapa muy cerca del rancho Los Ocotones); prácticamente, se les encuentra distribuido desde los 500 m de altitud hasta los 1 200 msnm.

Familia Podocarpaceae

La familia Podocarpaceae en México está constituida por un solo género llamado *Podocarpus*. En Chiapas, Breedlove (1986) ha registrado la existencia de dos especies: *Podocarpus matudae* y *P. oleolifolius*; sin embargo, Farjon (1998) registra la presencia de tres especies: *P. matudae*, *P. oleolifolius* y *P. guatemalensis*; por otra parte, una base de datos que maneja el Jardín Botánico de Missouri, en Estados Unidos, registra sólo la existencia de una especie: *P. matudae*. Hace falta realizar una revisión taxonómica en Chiapas para definir si las poblaciones de la Sierra Madre son las mismas que las de las Montañas del Norte y del oriente. En Chiapas, *Podocarpus* puede encontrarse tanto a los 800 m de altitud en la Sierra Anover, como a los 1 600 msnm en Tapalapa en las montañas del Norte de Chiapas o, incluso, a los 2 500 msnm en la Sierra Madre de Chiapas, donde sus poblaciones pueden encontrarse asociadas principalmente con *Pinus*, *Cupressus* y, algunas veces, con *Abies* en la meseta central. Este género es muy característico de los bosques templados, principalmente del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre, Montañas del Norte, Meseta Central y Montañas del Oriente.

Familia Taxaceae

La familia Taxaceae en México está conformada por *Taxus globosa*, recientemente registrada en Chiapas (Contreras-Medina y Luna-Vega, 2001). Esta especie crece en las laderas húmedas con bosque de *Pinus* y bosque de *Abies* en la Meseta Central de Chiapas entre los 1 800 y 2 000 msnm. Es una especie muy rara y poco abundante, y su población está conformada por unos cuantos individuos y solamente se ha registrado una sola población en Chiapas. Es urgente hacer un estudio demográfico y variación genética para estudiar su estado de conservación.

Familia Zamiaceae

La familia Zamiaceae en Chiapas está representada por los géneros *Dioon*, *Zamia* y *Ceratozamia* (Vovides, 2000), con 50 especies conocidas en México, que conforman, aproximadamente, 17 % del número mundial (Hill *et al.*, 2007).

Respecto al género *Dioon*, *D. merolae*, es la única especie hasta el momento descrita y registrada para Chiapas. Esta especie crece en el bosque tropical caducifolio y el bosque de *Quercus* entre los 600 y 1 200 m.

Zamia, por otra parte, es un género que cuenta con alrededor de diez especies en Chiapas, las cuales se pueden encontrar en el bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, bosque de *Quercus* y bosque tropical caducifolio; 23 % de las especies de *Zamia* son endémicas de México y, aproximadamente, 20 % de Chiapas. Este género se distribuye entre los 60 m (*Zamia polymorpha* = *Z. prasina*) en la Planicie Costera del Golfo (Planicie de Palenque) hasta los 1 200 m (*Z. soconuscensis*) en la Sierra Madre. La mayor parte de las especies están creciendo en el bosque tropical perennifolio.

Finalmente, el género *Ceratozamia* se encuentra bajo estudio ya que aun existen poblaciones que a lo largo de su distribución no están definidas o determinadas (Vovides *et al.*, 2004b); se conocen 23 especies para México, de las cuales, 90 % son endémicas del país. Gracias a diversos estudios, se ha postulado su centro de diversificación en el sur de México (Vovides *et al.*, 2004c). Este género crece fundamentalmente en dos comunidades vegetales: en el bosque tropical perennifolio y en el bosque de *Quercus*, se distribuye entre los 800 msnm en las montañas del Norte con *C. miqueliana* hasta los 1 600 m en la Sierra Madre de Chiapas. El 90 % de las especies están restringidas en México y 50 % son endémicas de Chiapas.

Situación actual

De todas las especies de gimnospermas registradas en Chiapas, 52 % están protegidas por las leyes mexicanas dentro de la lista de especies amenazadas que publica el diario oficial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (cuadro 1) y 81 % están creciendo en al menos un área natural protegida. Sin embargo, 19 % de las especies no están dentro de ningún área natural protegida;

entre los casos más particulares se encuentran las especies de los géneros *Ceratozamia* (*C. zoquorum*, *C. becerrae*) y *Zamia* (*Z. cremnophila*) que son endémicas de Chiapas y Tabasco (Pérez-Farrera *et al.*, 2001a; Schutzman *et al.*, 1988, Vovides *et al.*, 2004a). Otro caso muy particular es el de *Taxus globosa* que crece muy cerca de un poblado en la meseta central en donde el cambio y uso del suelo ha sido muy drástico (pastoreo de borregos y cultivo de maíz y frijol). Otro 48 % no están protegidas por las leyes mexicanas, entre las que destacan *Juniperus comitana* y *J. standleyi*, las cuales son

especies restringidas a Chiapas y Guatemala y que tienen poblaciones reducidas.

Las áreas naturales protegidas que más especies de gimnospermas contienen son El Parque Nacional Lagunas de Montebello en las Montañas del Norte, las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Sepultura en la Sierra Madre de Chiapas (figura 4).

El hecho de que muchas de las especies de gimnospermas se encuentren bajo algún estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana y/o crezcan dentro de una área natural protegida no implica que se estén conservando, tal

Cuadro 1. Lista de especies de gimnospermas registradas para Chiapas que están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Categoría	Distribución
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> *	Pr	no endémica
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> *	P	no endémica
Pinaceae	<i>Abies hickeli</i> *	P	endémica
Pinaceae	<i>Pinus chiapensis</i> = <i>P. strobus</i> var. <i>chiapensis</i> *	Pr	no endémica
Podocarpaceae	<i>Podocarpus matudai</i> = <i>P. matudae</i> *	Pr	no endémica
Taxaceae	<i>Taxus globosa</i> *	Pr	no endémica
Zamiaceae	<i>Ceratozamia alvarezii</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Ceratozamia matudae</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Ceratozamia miqueliana</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Ceratozamia norstogii</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Ceratozamia robusta</i> *	A	endémica
Zamiaceae	<i>Dioon merolae</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Zamia cremnophila</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Zamia herrerae</i> *	Pr	no endémica
Zamiaceae	<i>Zamia lacandona</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i> *	A	no endémica
Zamiaceae	<i>Zamia paucijuga</i> *	Pr	no endémica
Zamiaceae	<i>Zamia picta</i> = <i>Z. variegata</i> *	Pr	no endémica
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i> *	Pr	no endémica
Zamiaceae	<i>Zamia soconuscensis</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Zamia spartea</i> *	P	endémica
Zamiaceae	<i>Zamia splendens</i> = <i>Z. katzeriana</i> *	P	endémica

* son los nombres válidos y actualizados.

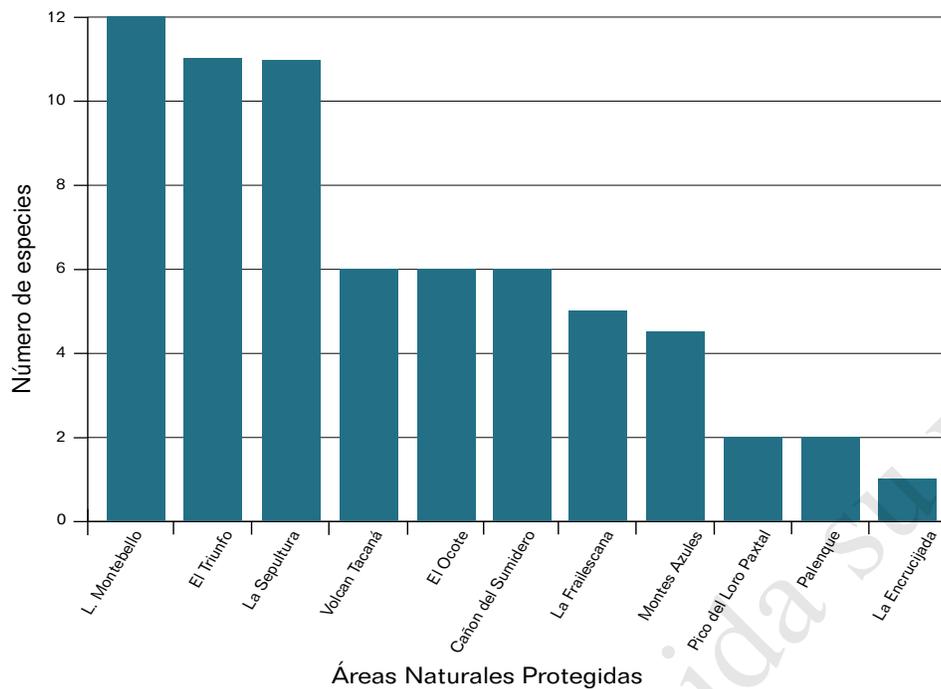


Figura 4. Número de especies de gimnospermas que protege cada unas de las principales Áreas Naturales Protegidas de Chiapas.

como sucede principalmente con las cycadas en el género *Ceratozamia*. Por ejemplo, *C. alvarezii* y *C. mirandae* son dos especies endémicas (Pérez-Farrera *et al.*, 1999, Vovides *et al.*, 2001) de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, y nada más se tienen registradas dos poblaciones bastante reducidas y con presiones de cambio de uso de suelo para el desarrollo urbano y cultivo de maíz. Otras especies que están bajo la misma circunstancia son *C. norstogii* y *C. miqueliana*. La primera está restringida a los estados de Oaxaca y Chiapas (Pérez-Farrera *et al.*, 2001b, Vovides *et al.*, 2003b), donde sólo se tienen unos pocos individuos dentro de la Reserva de la Biosfera La Sepultura y sus poblaciones mejor conservadas están fuera de esta reserva (Pérez-Farrera *et al.*, 2001b). El caso de *C. miqueliana* es todavía más desafortunado, porque es una especie que se encuentra dentro del área de influencia de la Reserva El Ocote y sus poblaciones conocidas en el año 2000 fueron transformadas a zonas de cafetales y cultivo de maíz. En cuanto a las poblaciones que hay en Veracruz de esta especie, se encuentran en muy mal estado de conservación, con pocos individuos adultos y poco y/o nulo reclutamiento. Mientras que en Tabasco, la especie se cree extinta, debido a los incendios que tuvieron lugar en 1998 y a la ganadería extensiva (Vovides *et al.*, 2003b).

Situaciones similares experimentan las especies del género *Pinus*, *Cupressus* y *Juniperus* en la meseta central de Chiapas. Las presiones sobre los bosques templados en esta área geográfica son más fuertes y evidentes ya que se usan para la industria maderera y carbonera (González *et al.*, 1997). A diferencia de las cycadas, los pinos no han presentado problemas de colecta y tráfico ilegal.

Conclusiones

A pesar de que existen problemas de conservación en las gimnospermas, ya se hacen los primeros esfuerzos para su conservación principalmente con las cycadas, las cuales presentan problemas de conservación no sólo por la transformación de sus hábitats, sino por la colecta y el tráfico ilegal: plántulas, plantas adultas y semillas son colectadas y vendidas en el mercado negro internacional. Para disminuir estas presiones, se han establecido los primeros viveros *in situ* en varias comunidades campesinas con las cycadas *C. mirandae* y *D. merolae* en la Reserva de la Biosfera La Sepultura y *C. matudae* y *Z. soconuscensis* en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Vovides *et al.*, 2002, 2006). Actualmente, se ha producido más de 2 000 plántulas de *C. mirandae* y más de 1 000 de *C. matudae* y *Z. soconuscensis*.

En cuanto a los pinos, su situación no es tan crítica como la de las cycadas. Las coníferas se prestan a la propagación masiva en viveros forestales y existen programas de reforestación a nivel nacional. Sin embargo, la expansión de la frontera agropecuaria en las reservas de la biosfera se debe controlar de la manera más eficiente y presentar alternativas a los pobladores de estas reservas. En el caso de las cycadas (productos forestales no maderables) la situación es distinta, debido a lo siguiente: i) al desconocimiento del valor biológico y comercial de las mismas por la mayoría de la población del país, ii) al cambio de uso del suelo y deforestación de los hábitats, lo cual es muy crítico para las especies endémicas; algunos ejemplos son los casos de la *Ceratozamia euryphyllidia*, en Uxpanapa, Veracruz, la cual ha sido extirpada en su totalidad por la expansión ganadera, y de la *Zamia inermis*, endémica del centro de Veracruz, que está siendo desplazada por pastizales para ganado y, finalmente, iii) al tráfico ilegal de especies silvestres de ornato, que aun sigue a pesar de las leyes nacionales e internacionales.

La preocupación por las autoridades y de escasos predios bajo manejo forestal se ha dado con la respuesta de formar Unidades de Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA); un caso ejemplar es el predio particular de Los Ocotones, en Cintalapa, donde han instituido en su plan de manejo forestal la formación de una UMA de *C. norstogii* para mitigar el impacto en su hábitat. Las cycadas están consideradas de prioridad nacional para su conservación y protección (INE-Semarnap, 2000) y ya existen varios viveros de este tipo, los cuales empezaron en Veracruz desde el año de 1990, y en Chiapas desde 1994, y se caracterizan por ser de uso sustentable, dedicados a propagar algunas especies de cycadas a partir de semillas colectadas en las poblaciones naturales por campesinos de subsistencia en cuyos ejidos o terrenos aun existen manchones de selva o en el bosque en donde todavía hay poblaciones de cycadas. En Chiapas, la mayoría de estos viveros se encuen-

tran en las Reservas de la Biosfera La Sepultura y El Triunfo, en sus zonas de amortiguamiento. El propósito de estos viveros consiste en promover entre los pobladores la conservación de los hábitats por medio de cosecha de semillas, siembra y cultivo de plántulas para comercializar legalmente las plántulas y plantas, y así propagarlas artificialmente (Vovides e Iglesias, 1994; Pérez-Farrera y Vovides, 1997). Estos viveros funcionan a base de un plan de manejo y están controlados por permisos de la Semarnat y una de las condiciones para su operación es conservar el hábitat y reintroducir un porcentaje de las plántulas propagadas como compensación a la colecta de semillas. La experiencia ha tenido cierto éxito con ventas de cycadas así propagadas en ferias, exposiciones y exportaciones y, últimamente, en el uso que algunos arquitectos le han dado para la creación de jardines y parques (Vovides *et al.*, 2002; Vovides *et al.*, 2006). Sin embargo, la situación remota de estos viveros (especialmente en Chiapas) hace su comercialización difícil y mantener al corriente los permisos de operación de los ejidos por las autoridades es complicado.

Para dar repuesta a esta situación, se tuvo una serie de reuniones en Tuxtla Gutiérrez con personal de la Semarnat, Conanp y Profepa y los productores y particulares para llegar a una solución y crear vínculos que permitan dar repuesta a estos aspectos de mercado tan importantes para el éxito de estas empresas. Estas acciones cumplen admirablemente con varios artículos de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), ver Vovides *et al.* (2006).

Finalmente, se recomienda seguir con la política de especies prioritarias de conservación, dar impulso a exploraciones, estudios demográficos y de genética poblacional sobre las especies mejor conservadas e impulsar actividades de propagación y rescate, sobre todo para las poblaciones endémicas en riesgo de desaparecer, así como para fomentar UMAs para su aprovechamiento racional.

Literatura citada

- Adams, R. P. y A. E. Schwarzbach. 2006. Intraspecific adjustments in *Juniperus deppeana* (Cupressaceae). 88 (3): 227-232.
- Aguirre-Planter, E., G. R. Furnier y L. E. Eguiarte. 2000. Low levels of genetic variation within and high levels of genetic differentiation among populations of species of *Abies* from southern Mexico and Guatemala. *American Journal of Botany* 87: 362-371.
- Breedlove, D. 1986. Listado florístico de México. VI Chiapas. Instituto de Biología, UNAM.
- Brunsfeld, S. J., P. S. Soltis, D. E. Soltis, P. A. Gadek, C. J. Quinn, D. D. Stenge y T. A. Ranker. 1994. Phylogenetic relationships among the genera of Taxodiaceae and Cupressaceae: evidence from rbcL sequence. *Syst. Bot.* 19: 253-262.
- Contreras-Medina, R. 2006. Los métodos de análisis biogeográfico y su aplicación a la distribución de las gimnospermas en México. *Interciencia* 31 (3): 176-182.
- Contreras-Medina e I. Luna-Vega. 2001. Presencia de *Taxus globosa* Schlecht. (Taxaceae) en el estado de Chiapas, México. *Polibotánica* 12: 51-55.
- Contreras-Medina, R. e I. Luna-Vega. 2007. Species richness, endemism and conservation of Mexican gymnosperms. *Biodiversity and Conservation*. 16: 1803-1821.
- Earle, C. J., 2002. En: Earle, C. J. (Ed.), Gymnosperm Database. www.geocities.com/_earlecj/pinophyta.htm.
- Farjon, A. 1990. Pinaceae. Drawings and descriptions of the genera. *Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga, Larix* and *Picea*. Koeltz Scientific Book. Königstein, Germany. pp 330.
- Farjon, A. 1998. World checklist and bibliography of conifers. The royal Botanical Garden, Kew UK. 298 pp.
- Farjon, A. 2005. Scyadopitaceae to Cupressaceae. Kew Botanical Garden Press. Kew UK. www.conifers.org/zz/pinophyta.htm
- Farjon, A., J. A. Pérez de la Rosa y B. Styles. 1997. Guía de campo de los pinos de México y América Central. The Royal Botanical Garden, Kew UK. 151 pp.
- Farjon A. y S. Ortiz García. 2002. Towards the minimal conifer cone: ontogeny and trends in *Cupressus*, *Juniperus* and *Microbiota* (Cupressaceae s. str.) *Bot. Jahrb. Syst.* 124 (2): 129-146.
- Gadek, P. A., D. L. Alpers, M. M. Heslewood y C. J. Quinn. 2000. Relationships within Cupressaceae sensu lato: a combined morphological and molecular approach. *Amer. J. Bot.* 87 (7): 215-315.
- González, E. M., S. Ochoa G., N. Ramírez M. y P. F. Quintana A. 1997. Contexto vegetacional y florístico de la agricultura en Parra V. M. y B. M. Díaz-Hernández (Eds.). Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural. Tomo I. Los Recursos Naturales. Ecosur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 192 pp.
- INE-Semarnap, 2000. Prep 6: Protección, conservación y recuperación de la familia Zamiaceae (Cycadales) de México. México D.F., INE-Semarnap.
- Martínez, M. 1963. Las Pinaceas Mexicanas. 3 Ed. Universidad de México, México D.F.
- Pérez-Farrera, M. A. y A. P. Vovides 1997. Manual para el cultivo y propagación de cycadas. México, D.F., INE-Semarnap.
- Pérez-Farrera, M. A., A. P. Vovides y C. Iglesias. 1999. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Chiapas. *Novon* 9 (3): 410-413.
- Pérez-Farrera, M. A., A. P. Vovides y C. Iglesias. 2001a. A new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Chiapas, México. *Botany Journal of The Linnean Society* 137: 77-80
- Pérez-Farrera, M. A., A. P. Vovides y C. Iglesias. 2001b. The Cycad *Ceratozamia norstogii* D. W. Stev. (Zamiaceae) from Southern México: New information on distribution, habitat and vegetative morphology. *Botanical Journal of The Linnean Society* 137: 71-76.
- Pérez-Farrera M. A. y A. P. Vovides. 2006. The Ceremonial use of the threatened "Espadaña" cycad (*Dioon mero-lae*) by a community of the central depression of Chiapas México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 78: 107-113.
- Santiago-Vera, T. S. Ochoa-Gaona y T. Alemán-Santillán. 1997. Guía para identificar pinos de la meseta central de Chiapas, México. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas.
- Schutzman, B. A. Vovives y B. Deghan. 1988. Two new species of *Zamia* (Zamiaceae, Cycadales) from southern Mexico. *Botanical Gazette* (149): 347-360.
- Styles, B. T. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. En: Ramamoorthy T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Eds.) *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM.
- Silba, J. 1986. An international census of the Coniferae. *Phytologia memoir* 8.
- Vovides, A. P., y C. G. Iglesias. 1994. An integrated conservation strategy for the cycad *Dioon edule* Lindl. *Biodiversity and Conservation* 3: 137-141.
- Vovides, A. P. 2000. México: Segundo lugar mundial en diversidad de cícadas. *Biodiversitas* 6: 6-10.

- Vovides A. P., Pérez-Farrera M. A. & C. Iglesias. 2001. Another new species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Chiapas, México. *Botanical Journal of The Linnean Society* 137: 81-85.
- Vovides, A. P., C. Iglesias, M. A. Pérez-Farrera, M. Vázquez-Torres And U. Schippmann. 2002. Peasant Nurseries: A concept for an integrated conservation strategy for cycads in México. In: M. Maunder, C. Clubbe, C. Hankamer and M. Groves (Eds.) *Plant conservation in The Tropics*. The Royal Botanical Gardew, Kew. U.K. pp. 421-444.
- Vovides, A. P., M. A. Pérez-Farrera, J. González-Astorga, D. González, T. Gregory, J. Chemnick, C. Iglesias, P. Octavio-Aguilar, S. Avendaño, C. Bárcenas y S. Salas-Morales. 2003a. An outline of current knowledge on Mexican cycads (Zamiaceae, Cycadales). *Current tropic in plant biology* (4): 159-171.
- Vovides, A. P., M. A. Pérez-Farrera, S. Avendaño-Reyes, C. Iglesias y S. Salas-Morales. 2003b. New cycad (Zamiaceae) reports from Chiapas, Oaxaca and Tabasco, Mexico. *Rhodora* 105: 379-384.
- Vovides, A. P., M. A. Pérez-Farrera, B. Schutzman, C. Iglesias, L. Hernández-Sandoval y M. Martínez. 2004a. A new Species of *Ceratozamia* (Zamiaceae) from Tabasco and Chiapas, México. *Botanical journal of the Linnean society* 146: 123-128.
- Vovides, M. A. Pérez-Farrera, D. González y S. Avendaño. 2004b. The genus *Ceratozamia*: Relationships and phyto-geography. In Terrence Walters and Roy Osborne (Eds.). *Cycad classification: concepts and recommendations*. Publisher: Cabi Publisher; Wallingford, United Kingdom.
- Vovides, A. P., D. González, M. A. Pérez-Farrera, S. Avendaño y C. Bárcenas. 2004c. A review of research on the cycad genus *Ceratozamia* Brongn. (Zamiaceae) in México. *Taxon* 53 (2): 291-297.
- Vovides, A. P., M. A. Pérez-Farrera y C. Iglesias. 2006. Sixteen years of cycad propagation in rural nurseries in Mexico: an alternative conservation strategy aimed at sustainable management. En: Willison, J. y S. Kneebone (Eds.). *The Nature of Success: Success for nature* (2006). pp. 1-6, The 6th International Congress on Education in Botanic Gardens. Botanic Gardens Conservation International and University of Oxford Botanic Garden, 10-14 September 2006 (ISBN 1-905164-13-0). www.bgci.org/education/edu_proceedings/

LAS PLANTAS CON FLORES

Oscar Farrera Sarmiento, Francisco Hernández Najarro
y María G. Díaz Montesinos

Introducción

Las angiospermas son un grupo de plantas que derivan de un solo ancestro, producen semillas y su característica más distintiva es la producción de flores, por ello se les conoce como las plantas con flores (Scagel *et al.*, 1983; Cronquist, 1986; Heywood, 1985). En el registro fósil, su origen data de hace 130 millones de años, a principios del Cretácico. Aún hoy, cerca de 90 % de las plantas terrestres pertenecen al grupo de las angiospermas, con unas 257 000 especies vivientes, las cuales son responsables de la mayor parte de la diversidad florística (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985).

Las flores de las angiospermas poseen partes ordenadas en sépalos, pétalos, estambres y pistilos, estos últimos encierran a los óvulos y reciben el polen sobre su extremo apical (superficie estigmática) en lugar de directamente sobre el óvulo como los gimnospermas. Otros caracteres distintivos son el tejido de conducción y sostén del tallo (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985; Cronquist, 1986).

En este grupo se observan distintas formas de vida: hay plantas arbustivas y herbáceas, las hay terrestres y acuáticas, se encuentran tanto en los desiertos como en los pantanos, en el nivel del mar como en lo alto de las montañas. Su diversidad de especies es mucho más alta en zonas tropicales y húmedas (alrededor de 60 % de las especies son de zonas tropicales y 75 % tiene un crecimiento óptimo en climas tropicales), donde dominan completamente el paisaje y va disminuyendo su número hacia las latitudes altas, llegando a poseer una representación empobrecida en las floras más frías como la de la tundra (que todavía hoy está dominada por las coníferas) (Scagel *et al.*, 1983; Cronquist, 1986; Heywood, 1985).

Diversidad y distribución

Para México se reportan 26 500 especies de plantas y se calcula que puede rebasar las 30 000 especies. Para Chiapas están documentadas 8 248 especies y se calcula que esta riqueza puede sobrepasar las 10 000 especies (Breedlove, 1981, 1986).

Las angiospermas se clasifican en dicotiledóneas, caracterizadas por tener un embrión con dos cotiledones (hojas embrionarias), raíz pivotante, granos de polen con tres aberturas, hojas nervadas y flores con cuatro o cinco piezas; y las monocotiledóneas caracterizadas por tener un embrión con un cotiledón, raíces adventicias, granos de polen con una abertura, hojas con nervios paralelos y flores con tres piezas.

Chiapas posee 7 584 especies de angiospermas, de las cuales, 1 700 son monocotiledóneas y 5 884 especies dicotiledóneas (Heywood, 1985; Breedlove, 1981, 1986). Más adelante se describen en general algunos grupos para Chiapas.

El herbario CHIP del Departamento de Flora del Instituto de Historia Natural (IHN), fundado por el Dr. Faustino Miranda en 1949, posee cerca de 45 000 ejemplares. De los cuales cerca de 39 000 corresponden a angiospermas de Chiapas: 5 300 ejemplares de 1 260 especies de monocotiledóneas y cerca de 33 700 ejemplares corresponden a 4 420 especies de dicotiledóneas. En forma general, a nivel de angiospermas, se tiene una representación de 70 % de lo reportado por Breedlove en 1981 y 1986 (Farrera y Hernández, 2005).

Referente a la procedencia de los ejemplares, las regiones más representadas son Centro, Fraylesca, Selva, Altos y Soconusco. En cuanto a los ecosistemas, los más representados son los bosques de coníferas, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio y bosque tropical perennifolio (Farrera y Hernández, 2005).

También se cuenta con información respecto al uso de 6 150 ejemplares (cerca de 15%). El más reportado es el medicinal, pero se reportan comestibles, artesanales, maderables, para cercos vivos, insecticidas, tóxicas, forrajeras, mejoradoras y retenedoras de suelos (Farrera y Hernández, 2005).

De las plantas protegidas legalmente en la NOM-059-SEMARNAT.2010 (Semarnat, 2010), para Chiapas se reportan 231 especies (Farrera, 2008)

y se tienen representadas en el herbario CHIP 129 especies, lo que representa 56 % (Farrera, 2008).

Descripción de los grupos de angiospermas

DICOTILEDÓNEAS (MAGNOLIOPSIDA)

Las dicotiledóneas constituyen la clase Magnoliópsidas (Magnoliopsida) de la división Magnoliófitos (Magnoliophyta) o Angiospermofitos (Angiospermophyta).

Son plantas muy diversas: herbáceas, semileñosas o leñosas; pueden ser parásitas, epifitas, volubles, acuáticas o terrestres; según su ciclo de vida existen plantas anuales, bienales o perennes. Presentan solamente un crecimiento primario cuando son herbáceas y un crecimiento secundario cuando son semileñosas o leñosas. Las hojas rara vez están ausentes por reducción o desaparición evolutiva, generalmente poseen hojas anchas de nervadura en forma de red (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985).

Las flores presentan envolturas constituidas por sépalos (cáliz) y pétalos (corola) que pueden estar modificados en escamas o pequeñas brácteas formando flores que se conocen como apétalas. En las llamadas dialipétalas las envolturas florales son vistosas y están libres entre sí, en las simpétalas están fusionadas (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985).

Las flores pueden ser unisexuales, pistiladas cuando son femeninas o estaminadas cuando son masculinas. Pueden, en otros casos, tener los dos órganos reproductivos, pistilo y estambres; en este caso son hermafroditas. Los verticilos florales (cáliz-sépalos, corola-pétalos, androceo-estambres y gineceo-ovario, estilo y estigma) se presentan en número de cuatro o cinco, o en múltiplos de estos números, rara vez en número de tres, por lo que se dice que son pentámeras o tetrámeras (Cuerda s/a).

Las semillas o embriones seminales poseen típicamente dos cotiledones y regularmente no presentan endospermo. El grupo de las dicotiledóneas incluye numerosas familias botánicas por lo que se describirán sólo algunas de las consideradas de mayor importancia económica para el hombre, principalmente como cultivos básicos y frutales. Se conocen cerca de 170 000 especies de dicotiledóneas (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985) (cuadro 1).

Cuadro 1. Plantas magnoliópsidas y liliópsidas de Chiapas (Heywood, 1985; Villaseñor 2004; Farrera y Hernández 2005).

Familia	Núm. spp. Mundo	Núm. spp México	Núm. spp Chiapas	Especies más sobresalientes
Clase Magnoliopsida				
Fabaceae	17 000	2 149	703	Frijol, botil, patashete (<i>Phaseolus</i> spp.), chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>), jícama (<i>Pachyrhizus erosus</i>), guash (<i>Leucaena</i> sp.), tepezcohuite (<i>Mimosa tenuifolia</i>), guanacastle (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>), hormiguillo (<i>Platymiscium dimorphandrum</i>), brasil (<i>Haematoxylum brasiletto</i>).
Asteraceae	25 000	3 308	603	Girasol (<i>Helianthus annuus</i>), la carolina (<i>Zinnia peruviana</i>), las árnicas (<i>Tithonia</i> spp.), el musá o nulibé (<i>Tagetes erecta</i>), penumbra (<i>Montanoa grandiflora</i>), la hierba del perro (<i>Calea urticifolia</i>), el malacate colorado (<i>Perymenium grande</i>).
Cucurbitaceae	700	163	56	Calabazas (<i>Cucurbita</i> spp.) chayote (<i>Sechium edule</i>), pumpo o tocomate (<i>Lagenaria leucantha</i>), chilillo (<i>Cayaponia</i> sp), melón y pepino (<i>Cucumis</i> spp.)
Solanaceae	3 000	365	150	Chiles (<i>Capsicum</i> spp.), la papa (<i>Solanum tuberosum</i>), el jitomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>), la hierbamora (<i>Solanum americanum</i>), la berenjena (<i>Solanum melongena</i>), la flor de campana o toluaches (<i>Brugmansia</i> spp. y <i>Datura</i> spp.), la copa de oro (<i>Solandra</i> spp.).
Malvaceae	1 000	365	125	Flor de jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i>), algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>).
Annonaceae	2 000	55	30	Papusa (<i>Annona diversifolia</i>), guanábana (<i>Annona muricata</i>), chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).
Cactaceae	2 000	726	42	Tunas (<i>Opuntia</i> spp.), nopal (<i>Nopalea karwiskiana</i>), pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>), órgano (<i>Stenocereus griseus</i>) los chacos (<i>Acanthocereus pentagonus</i>), viejito (<i>Cephalocereus nizandensis</i>).
Moraceae	3 000	74	68	Amate (<i>Ficus glabrata</i>), higo (<i>Ficus</i> spp.), matapalo (<i>Ficus</i> spp.), mojú o ramón (<i>Brosimum alicastrum</i>), guarumbo (<i>Cecropia</i> spp.), la cresta de gallo (<i>Dorstenia drakeana</i>).
Lauraceae	2 500	152	96	Aguacate (<i>Persea americana</i>), laurel mesoamericano (<i>Litsea glabra</i>), el palo de humo (<i>Phoebe mexicana</i>), el aguacatillo (<i>Nectandra</i> spp.).
Bignoniaceae	650	88	50	Jícara, morro o guacal (<i>Crescentia</i> spp.), cuajilote (<i>Parmentiera aculeata</i>), candox o tronadora (<i>Tecoma stans</i>), matiliguete (<i>Tabebuia rosea</i>), la primavera de flores amarillas (<i>Tabebuia donnell-smithii</i>).
Caricaceae	30	8	5	Papaya (<i>Carica papaya</i>), la papaya orejona (<i>Jacaratia mexicana</i>).

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Núm. spp. Mundo	Núm. spp México	Núm. spp Chiapas	Especies más sobresalientes
Clase Magnoliopsida				
Euphorbiaceae	5 000	828	256	Flor de nochebuena (<i>Euphorbia pulcherrima</i>), la flor de lechita (<i>Euphorbia leucocephala</i>), chaya (<i>Cnidoscolus</i> spp.), yuca o guacamote (<i>Manihot esculenta</i>), piñón (<i>Jatropha curcas</i>), javilla (<i>Hura polyandra</i>), grosella del trópico (<i>Phyllanthus acidus</i>), chileamates (<i>Sapium macrocarpum</i>) y chichicastle (<i>Tragia</i> spp.).
Myrtaceae	3 000	124	85	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>), pimienta gorda (<i>Pimenta dioica</i>), chasá o cinco negritos (<i>Eugenia americana</i>).
Sapotaceae	800	46	41	Chicle o chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), mamey (<i>Pouteria sapota</i>), zapote amarillo (<i>Pouteria campechiana</i>), caimito (<i>Chrysophyllum cainito</i>), tempisque (<i>Mastichodendron capiri</i>), catpoki (<i>Bumelia</i> spp.).
Sterculiaceae	700	84	34	Cacao (<i>Theobroma cacao</i>), castaño mexicano (<i>Sterculia</i> spp.), cualote negro o guázima (<i>Guazuma ulmifolia</i>) y el árbol de flor de manita (<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>).
Clase Liliopsida				
Familia	Núm. spp. Mundo	Núm. spp. México	Núm. spp. Chiapas	Especies más sobresalientes
Poaceae	9 000	1237	461	Maíz (<i>Zea mays</i>), sorgo (<i>Sorghum</i> spp.), avena (<i>Avena sativa</i>), arroz (<i>Oryza sativa</i>), trigo (<i>Triticum aestivum</i>), diversos otates (<i>Oateia</i> spp., <i>Chusquea</i> spp., <i>Olmea</i> spp., <i>Rhipidocladum</i> spp.), pitutis (<i>Lasiacis</i> spp.).
Orchidaceae	18 000	1 170	514	Vainilla (<i>Vanilla planifolia</i>), especies de los siguientes géneros <i>Encyclia</i> , <i>Sobralia</i> , <i>Lycaste</i> , <i>Arpophyllum</i> , <i>Cattleya</i> , <i>Oncidium</i> .
Liliaceae	4 200	541	124	Magueyes agrupados en el género <i>Agave</i> , y para muchos en la familia, Agavaceae, el caso de la "despeinada" o palma pata de elefante (<i>Beaucarnea goldmani</i>), considerada actualmente en la familia Nolinaceae, ajo (<i>Allium sativum</i>), cebolla (<i>Allium cepa</i>), la azucena (<i>Lilium candidum</i>).
Bromeliaceae	2 000	326	126	Piña (<i>Ananas comosus</i>), heno o pashtle (<i>Tillandsia usneoides</i>), flor de niluyarilu o gallito (<i>Tillandsia guatemalensis</i>), la piñuela (<i>Bromelia pinguin</i>), la pita (<i>Aechmea magdalenae</i>).
Arecaceae	2 780	124	58	Coyol (<i>Acrocomia mexicana</i>), el zitzum o chichón (<i>Astrocaryum mexicanum</i>), la palma real (<i>Sabal mexicana</i>), palma camedor (<i>Chamaedorea</i> spp.), el coco (<i>Cocos nucifera</i>).
Araceae	2 000	139	106	Los anturios, hoja de corazón, oreja de macho (<i>Anthurium</i> spp.), tetesquite o quequeshte o mafafa (<i>Xanthosoma robustum</i>), mimbres o piñanona (<i>Monstera</i> spp.), el famoso teléfono (<i>Philodendron</i> spp.), lechuga de agua (<i>Pistia stratiotes</i>), paleta u hoja elegante (<i>Dieffenbachia</i> spp.), capotillo (<i>Caladium</i> spp.) entre otras más.

MONOCOTILEDÓNEAS

Las monocotiledóneas forman la clase de las liliópsidas (Liliopsida) de la división magnoliófitos (Magnoliophyta) o angiospermos (Angiospermatophyta). Las especies vivas más primitivas pertenecen al orden Alismatales.

Son una de las dos clases de plantas con flor; son casi siempre herbáceas y a ella pertenecen plantas muy conocidas, como lirios, azucenas, orquídeas, gramíneas y palmeras. Diversos caracteres florales y vegetativos las diferencian de las dicotiledóneas, la otra gran clase de angiospermas: piezas florales dispuestas en grupos de tres; un solo cotiledón (hoja de semilla); nervación de la hoja casi siempre paralela; tejido vascular formado por haces dispersos en el tallo y ausencia de crecimiento secundario verdadero (Cuerda s/a, Scagel *et al.*, 1983; Cronquist, 1986; Heywood, 1985).

Se cree que las monocotiledóneas han evolucionado a partir de un grupo primitivo de dicotiledóneas acuáticas por reducción de varios órganos florales y vegetativos. Se conocen unas 50 000 especies de monocotiledóneas, unas tres veces menos que las dicotiledóneas (Scagel *et al.*, 1983; Heywood, 1985; Cronquist, 1986).

Situación

Los miembros de esta división son la fuente de la mayor parte de los alimentos consumidos por la humanidad, así como de muchas materias primas y productos naturales. La mayor parte de la alimentación mundial procede de sólo quince espe-

cies, cuando existen miles de especies comestibles regionales que se registran por medio de los estudios etnobotánicos que bien se pueden explotar de forma sostenida y contribuir a un mejor desarrollo socioeconómico de las regiones principalmente rurales del planeta, solucionando así algunos problemas como los de escasez de alimentos (Heywood, 1985; Isidro *et al.*, 2006).

Por desconocimiento, las altas tasas de pérdida de la cubierta forestal han llevado a la pérdida de especies, la degradación de los suelos y el debilitamiento de poblaciones de muchas especies biológicas. Para México tenemos 987 especies de plantas que poseen un estatus de vulnerabilidad (NOM-059-SEMARNAT-2010) y para Chiapas, esta misma Norma considera 231 especies de plantas vasculares que están en riesgo de la extinción (Farrera, 2008).

Conclusiones y recomendaciones

Los estudios florísticos y el crecimiento de las colecciones de los herbarios regionales ayudan grandemente al conocimiento de la flora. Es importante impulsar más acciones a favor de esta problemática, mediante el apoyo a centros de investigación que generen y sistematicen la información referente a vegetación y flora, debido a que frecuentemente esta información sirve de herramientas básicas para soportar diversos proyectos y programas de desarrollo socioeconómico para la región, además de apoyar investigaciones como el actual cambio climático que nos afecta y preocupa a todos.

Literatura citada

- Breedlove, D. E. 1981. Introduction to flora of Chiapas. California Academy of Sciences USA. 29 p.
- Breedlove, D. E. 1986. Listados Florísticos de México IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología UNAM. México D.F. 246 p.
- Cuerda, Q. J. s/a. Atlas de Botánica. El mundo de las plantas. Ediciones Cultural. Barcelona, España. 112 p.
- Cronquist, A. 1986. Botánica básica. CECSA. México D.F. 655 p.
- Farrera, S. O. y N. F. Hernández. 2005. Herbario. p. 20-22. En: Morales P., J. E., G. E. Hernández y L. R. Vidal. Colecciones Científicas del Instituto de Historia Natural y Ecología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Farrera, S. O. 2008. Las plantas vasculares chiapanecas protegidas por la ley. IX Seminario interno IHNE. p. 11. Tuxtla Gutiérrez. Inst. de Hist. Nat. y Ecol.
- Heywood, V. H. 1985. Las plantas con flores. Reverte. Barcelona, España. 332 p.
- Isidro, M. A., S. O. Farrera y N. F. Hernández. 2006. ¿Cómo conservar nuestras tradiciones y recursos florísticos? El caso de la festividad del niño florero en el centro de Chiapas. IHN. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 20 p.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, G. E. Rouse, W. B. Schofield, J. R. Stein y M. C. Taylor. 1983. El reino vegetal (los grupos de plantas y sus relaciones evolutivas). Edit. Omega. Barcelona, España, 659 p.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Villaseñor, R. J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Biol. Soc. Bot. Mex.* 75: 105-135.

LAS CACTÁCEAS

Mario Ishiki Ishihara, Salvador Arias y Teresa Terrazas

La familia Cactaceae (cactáceas), nativa del Continente Americano, comprende en México cerca de 63 géneros con 913 taxones (669 especies y 244 subespecies), de las cuales, 25 géneros y 518 especies son endémicas (Guzmán *et al.*, 2003).

Chiapas ocupa el lugar 16 con respecto a la riqueza de especies en México (Hernández *et al.*, 1993). Para la familia Cactaceae se han registrado 57 especies (incluyendo siete subespecies) distribuidas en 20 géneros, incluidas en dos subfamilias: Opuntioideae y Cactoideae, esta última con 80 % de las especies presentes en el estado.

La subfamilia Opuntioideae está formada por la especie *Pereskiaopsis kellermanii*, además de varias especies de los géneros *Opuntia* (figura 1) y *Nopalea*, que suman 19 % del total de las especies para la subfamilia.

La subfamilia Cactoideae tiene su mayor representatividad en las regiones semiáridas y subtropicales donde las condiciones ambientales son más cálidas y las heladas escasas, como la Depresión Central y al Noroeste de la Sierra Madre, entre los 750 a 1 250 msnm y su precipitación es inferior a los 1 200 mm anuales. Esta subfamilia está representada por cuatro tribus en el estado:

La tribu Pachycereeae reconocida por sus tallos arborescentes, como las especies *Pachycereus pecten-aboriginum* y varias especies de *Stenocereus* (figura 2), además de los tallos monopódicos de *Pterocereus gaumeri* y dos especies de *Cephalocereus*; todas ellas se observan en la Depresión Central y al Noroeste de la Sierra Madre de Chiapas.

1. La tribu Cereeae, representada por varias especies de *Pilosocereus* y *Melocactus curvispinus* (biznaga, figura 3), que habita en selvas bajas caducifolias sobre suelos arenosos de colores rojizos.

2. La tribu Cacteae, donde se incluyen a las cactáceas esféricas, sólo representada por el género *Mammillaria* con tres especies (figura 4), aunque México es el centro de diversificación del género con más de 150 especies. Cabe señalar que las afinidades fitogeográficas del estado, respecto a la tribu Cacteae, son más cercanas a Centroamérica, donde también se han reportado cerca de tres especies (Arias, 1997). Alguna de sus especies se distribuyen en los bosques de pino-encino entre 2000 y 3000 msnm o pastizales.

3. La tribu Hylocereeae tiene su mayor diversidad en las selvas altas perennifolias, así como en las selvas altas y medianas subperennifolias de las regiones tropicales y subtropicales. Comprende en su mayoría especies trepadoras y epifitas, con flores vistosas, grandes y coloridas, adaptadas a determinados polinizadores, como mariposas nocturnas, murciélagos y colibríes. Los géneros como *Epiphyllum*, *Hylocereus*, *Selenicereus* y *Weberocereus* tienen flores delicadas con tonos blancos y son polinizadas por lepidópteros (mariposas). Aunque la mayoría de los géneros de esta tribu se encuentran en las selvas húmedas y semihúmedas, algunas especies de *Disocactus* (*D. speciosus*) y *Weberiocereus glaber* crecen en bosques mesófilo de montaña en la Sierra Madre de Chiapas. Otros géneros de esta tribu

en Chiapas son *Peniocereus* y *Pseudorhipsalis*. La especie *Acanthocereus chiapensis* se presentan en la selva baja caducifolia sobre rocas calizas en la Depresión Central y la Sierra Madre, mientras que *Acanthocereus tetragonus* (chaco) crece sobre suelos arenosos a lo largo de la costa del Pacífico en los claros de la selva baja caducifolia.

Respecto a algunas relaciones fitogeográficas de las cactáceas en Chiapas, podemos mencionar que del total de especies, 25 (40 %) son compartidas con Guatemala, siete (11 %) se distribuyen únicamente en Chiapas y Oaxaca, e incluye a dos de las especies chiapanecas del género *Cephalocereus* y dos de las tres especies de *Pilosocereus*. Las siguientes tres –*Acanthocereus chiapensis*, *Disocactus macdougallii* y *Epiphyllum laui*–, son endémicas del estado de Chiapas. En este contexto, resulta evidente que Chiapas, Oaxaca y Guatemala, en conjunto, representan la mayor diversidad de la familia para la región mesoamericana (Bravo-Hollis y Arias, 1999; Arias y Véliz, 2006), principalmente de aquellos taxa ubicados en la tribu Hylocereeae y referidos anteriormente. No obstante, la representación de los taxa en Chiapas es aún insuficiente en los herbarios, por lo que se requiere continuar con el trabajo exploratorio intenso que permita depurar el inventario actual, iniciar estudios sobre su interacción en las comunidades



Figura 1. *Opuntia decumbens*. Foto: Mario Ishiki Ishihara.



Figura 2. *Stenocereus laevigatus*. Foto: Salvador Arias.



Figura 3. *Melocactus curvispinus*. Foto: Mario Ishiki Ishihara.

bióticas donde habitan, así como estudios sistemáticos que ayuden a entender los límites en varias especies y géneros.

Las diferentes actividades humanas que implican un cambio en el uso del suelo (apertura de zonas para la agricultura y ganadería, y aprovechamiento forestal) son el factor que más influye en el deterioro de diversas poblaciones de cactáceas en Chiapas. Adicionalmente, consideramos que este factor está relacionado estrechamente con actividades de subsistencia humana en diferentes regiones del estado. Por otra parte, la colecta de plantas silvestres para su comercialización, como plantas ornamentales, no parece ser una actividad relevante en el detrimento de poblaciones de cactáceas en el estado. En la selva baja caducifolia, pinares y encinares, se encuentra la mayoría de las especies de cactáceas en Chiapas, sobre todo de las tribus Hylocereeae y Pachycereeae. El sistema de áreas naturales protegidas está integrado por 16 áreas para Chiapas (March y Flamenco, 1996), pero sólo en dos (Parque Nacional Cañón del Sumidero y Reserva de la Biosfera La Sepultura) existen referencias de presencia de cactáceas, por lo tanto es requerido implementar otras estrategias en la conservación de ecosistemas secos y templados que puedan incluir el aprovechamiento sostenible por parte de las comunidades humanas.

Entre las especies cultivadas, podemos citar a *Nopalea cochenillifera*, *N. dejecta*, *Hylocereus undatus* (pitahaya, pitajaya, figura 5), *Selenicereus grandiflorus* y varias especies de *Stenocereus*. Además, los frutos de *Stenocereus* (pitayo, pitahaya) son consumidos regionalmente por su agradable sabor al paladar.

Las especies más comunes son *Nopalea dejecta* y *Opuntia decumbens* cuya distribución es principalmente en la Depresión Central de Chiapas, y las especies *Pterocereus gaumeri* se encuentran registradas como en peligro de extinción, las *Selenicereus anthonyanus* y *S. chrysocardium* como amenazadas y las especies *Disocactus macdougallii*, *Mammillaria columbiana* subsp. *yucatanensis* y *Peniocereus fosterianus* como sujetos a protección especial en la Norma Oficial Mexicana, NOM-059 -SEMARNAT-2010.



Figura 4. *Mammillaria albilanata* subsp. *tegelbergiana* Foto: Salvador Arias.



Figura 5. *Hylocereus undatus*. Foto: Salvador Arias.

Literatura citada

- Arias, S. 1977. Distribución, grupos taxonómicos y formas de vida. Distribución general. pp. 16-25. En: Valles, C. (Ed.) *Suculentas Mexicanas Cactáceas*. cvs Publicaciones. México.
- Arias, S. y M. Véliz. 2006. Diversidad y distribución de las Cactaceae en Guatemala. En: Cano, E. B. (Ed.) *Biodiversidad de Guatemala* (1): 229-238.
- Bravo-Hollis, H. y S. Arias. 1999. Sinopsis de la familia Cactaceae en Mesoamérica. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 44: 4-19.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM-CONABIO, México.
- Hernández, H., V. Alvarado y R. Ibarra. 1993. Base de Datos de Colecciones de cactáceas de Norte y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 64: 87-94.
- March, I. J. y A. Flamenco. 1996. Evaluación Rápida de la Deforestación en las Areas Naturales Protegidas de Chiapas (1970-1993). Reporte Técnico. Ecosur. Chiapas, México.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Lacandonia schismatica
UNA LÍNEA EVOLUTIVA NUEVA

Esteban Martínez y Clara H. Ramos A.

En el presente apartado, se describen las principales características morfológicas y biológicas de la planta *Lacandonia schismatica* E. Martínez y Ramos, 1989, endémica de Chiapas. Esta planta es considerada como representante de una nueva línea evolutiva entre las plantas, lo que hace que su conservación sea una prioridad para los mexicanos.

Lacandonia schismatica (figura 1) es el único miembro de la familia Lacandoniaceae del orden Triuridales (Monocotiledonae). Todas las plantas de este orden se caracterizan por ser saprófitas, es decir, que no fotosintetizan, sino que viven a expensas de materia orgánica en descomposición, de tal forma que sus hojas están muy reducidas y los individuos no son verdes, sino incoloros o, algunas veces, de tonos rojizos. Cabe resaltar que los fósiles más antiguos de plantas con flor, conocidos a la fecha, forman parte de este grupo (Gandolfo, 2002).

L. schismatica es la única planta conocida hasta ahora que produce una flor con los estambres centrales; es decir, el gineceo, constituido por múltiples ovarios (apocárpico), rodea al androceo, mientras que en el resto de las plantas, los estambres rodean al gineceo (Cronquist, 1988; Márquez-Guzmán *et al.*, 1989; Martínez y Ramos, 1989). También presenta otras singularidades, como que los granos de polen no viajan de la antera a los pistilos, sino que germinan dentro de la antera y los tubos polínicos se desplazan a través del receptáculo penetrando a los ovarios por su parte inferior para realizar la fecundación. Con esto se convierte en la primera planta en la que no se observa la polinización para alcanzar al óvulo y llevar a cabo el proceso de la fecundación (Márquez-Guzmán *et al.*, 1993).

Asimismo, *L. schismatica* tiene un saco embrionario diferente a las demás angiospermas, que se ha llamado saco embrionario tipo *Lacandonia* (Vázquez-Santana *et al.*, 1998) y en sus células se descubrieron tres estructuras nucleares previamente no conocidas en eucariontes: a) Gránulos nucleares tipo *Lacandonia*, b) estructuras anulares, c) estructuras tipo complejo sinaptonémico en células no reproductivas (Jiménez García *et al.*, 1992; Jiménez García *et al.*, 1998). Además, en sus raíces se encuentran micorrizas que conectan a esta pequeña planta con otras plantas fotosintéticas del mismo hábitat. La especie de hongo que las forma no ha sido todavía identificada ni sus relaciones con otros organismos se han esclarecido (Ortega, com. pers.).

Actualmente, esta planta sólo se ha colectado en tres localidades de la Selva Lacandona (municipio de Ocosingo, Chiapas), aún cuando se ha buscado en áreas ecológicamente similares de Guatemala. La localidad Crucero Corozal fue el primer sitio donde se le encontró, por lo que se le conoce como localidad tipo. Cabe resaltar que la población de *L. schismatica* que vive en esta área está a punto de desaparecer a causa de la disminución del agua en el suelo, ya que el arroyo que la alimentaba ha sido desviado. Muestra de ello es que, en noviembre de 2007, solamente se encontraron 17 plantas, cuando en el mismo mes de años anteriores aparecían miles de individuos. Las otras dos localidades son Crucero



Figura 1. Planta en su hábitat. Foto: Esteban Martínez.

San Javier, área que ha sido protegida por los Lacandones, y cercanías de la laguna Miramar.

Todo lo anterior destaca la importancia de la conservación de los bosques y selvas naturales en Chiapas. Cuando desaparezca su hábitat,

Literatura citada

- Cronquist, A. 1988 The evolution and classification of flowering plants. The New York Botanical Garden. New York.
- Gandolfo, M. A., K. C. Nixon y W. L. Crepet. 2002. Triuridaceae fossil flowers from the Upper Cretaceous of New Jersey. *American Journal of Botany* 89 (12): 1940-1957.
- Jiménez-García, L. F., L. T. Agredano-Moreno, M. L. Segura-Valdéz, O. M. Echeverría, E. Martínez, C. H. Ramos y G. H. Vázquez-Nin. 1992. The ultrastructural study of the interphase cell nucleus of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae: Triuridales) reveals a non-typicalextranucleolar particle. *Biol. Cell.* 75: 101-110.
- Jiménez-García, L. F., R. Reynoso, R. Fragoso, L. Agredano-Moreno, M. L. Segura-Valdéz, S. González, C. H. Ramos y E. Martínez. 1998. Biología Celular de *Lacandonia schismatica*. Análisis por Microscopía de Fuerza Atómica. *Bol. Soc. Bot. México* 62: 5-14.



Figura 2. Imagen tomada por el microscopio electrónico y coloreada para contrastar los órganos sexuales; al centro, los tres estambres en color azul-verdoso y alrededor los pistilos color gris-violeta. Foto: Elena Álvarez-Buylla Rocas (Instituto de Ecología de la UNAM).

desaparecerá la especie *L. schismatica* y, con ella, la oportunidad de, al menos, conocer sobre su proceso evolutivo y su interrelación con otras especies.

- Márquez-Guzmán, J., M. Engleman, A. Martínez-Mena E. Martínez y C. H. Ramos, 1989. Anatomía reproductiva de *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae); *Annals of the Missouri Botanical Garden* 76: 124-127.
- Márquez-Guzmán, J., S. Vázquez-Santana, M. Engleman, A. Martínez-Mena y E. Martínez. 1993. Pollen Development and Fertilization in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 891-897.
- Martínez, E., y C. H. Ramos. 1989. Lacandoniaceae (Triuridales): Una nueva familia de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 76: 128-135.
- Vázquez-Santana, S., M. Engleman, A. Martínez-Mena y J. Márquez-Guzmán. 1998. Ovule and seed development of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae). *American Journal of Botany* 85 (3): 299-304.



Version original prohibida su venta.

PLANTAS SUMERGIDAS, FLOTANTES Y EMERGENTES DE LOS HUMEDALES

Antonio Lot Helgueras y Pedro Ramírez-García

Introducción

Chiapas, junto con Oaxaca y Veracruz constituyen los estados con mayor diversidad biológica de México, particularmente en lo relativo a la flora vascular.

Contamos con un conocimiento preliminar y general sobre la flora acuática y la vegetación de los humedales de Chiapas, sin embargo, requiere mayor profundidad en su análisis florístico y en el estudio sobre la ecología de la vegetación, debido a la gran diversidad de ambientes acuáticos existentes en el estado, la mayoría sin explorar botánicamente.

La mayor parte de la información con la que se cuenta sobre antecedentes de plantas acuáticas (hidrófitas) se deriva de los principales estudios generales sobre la flora y vegetación del estado (Miranda, 1952, 1957, 1961; Breedlove, 1981, 1986). Las únicas investigaciones orientadas sobre elementos de la flora acuática de algunas regiones de Chiapas, y que aportan nuevos registros de hidrófitas, son las publicaciones de Rico-Gray (1981) con *Rhizophora harrisoni*, así como las de Ramírez-García y Novelo (1989, 1989a) con *Nymphaea amazonum* y *Spirodela intermedia*. Las contribuciones más importantes acerca de la flora vascular acuática de Chiapas lo constituyen el estudio sobre las monocotiledóneas de Ramírez-García (1991), una actualización del mismo estudio de Ramírez-García e Ishiki (2010) y el estudio de la Reserva Montes Azules de Ramírez-García y Lot (1992).

En lo referente a estudios sobre comunidades de manglar, son importantes las publicaciones de Flores-Verdugo *et al.* (1992), que se refieren a la vegetación costera de este ecosistema en la Reserva La Encrucijada en el Pacífico Mexicano, y el de Ramírez-García y Segura-Zamorano (1994), acerca de la forma en como se agrupa este tipo de vegetación en la laguna Panzacola, Acapetagua (figura 1).

Los numerosos estudios realizados por Faustino Miranda describen diversas comunidades de especies leñosas y herbáceas que constituyen el paisaje de numerosos humedales, ocupados por las selvas inundables, la vegetación ribereña, los manglares, los tintales, los tulares y otras agrupaciones de herbáceas, propias de las sabanas. En un artículo recientemente publicado (Lot, 2007), se presenta una síntesis de las observaciones de Miranda acerca de la vegetación de ambientes palustres y lacustres durante sus múltiples exploraciones botánicas, la mayoría de las cuales las realizó en el estado de Chiapas.

Lot *et al.* (1998, 1999) define a las plantas acuáticas estrictas como aquellas que desarrollan su ciclo de vida completo dentro del agua, ya sea parcialmente sumergidas como las hidrófitas emergentes enraizadas y las hidrófitas libremente flotadoras, o totalmente sumergidas como las hidrófitas enraizadas sumergidas.

Distribución

La extraordinaria diversidad de regiones fisiográficas del estado de Chiapas, con grandes cambios en el relieve que caracterizan las franjas montañosas, con alturas promedio que varían entre los 50 y los 2 000 m de altitud, con llanuras y planicies costeras inundadas por una vasta hidrología y una alta precipitación pluvial, se ve reflejada en el mosaico de ambientes acuáticos y, en consecuencia, en la posibilidad de desarrollar diferentes tipos de vegetación.

Sin embargo, no se cuenta con estudios que documenten la esperada rica flora de los humedales chiapanecos como una visión de conjunto. El único estudio que intenta describir la distribución de la flora acuática vascular desde los hábitats característicos de los lagos de montaña hasta los bajos inundables costeros es el trabajo de Ramírez-García (1991).

Este estudio, si bien se centra en las monocotiledóneas acuáticas estrictas, permitió realizar una intensa exploración botánica en numerosos ríos, lagunas, pantanos, sabanas inundables y diversos humedales en general, por lo que nos da un panorama que documenta la amplia distribución de la vegetación acuática y sobre la flora potencial. Se basa en la recolección de plantas

acuáticas en cinco de las siete regiones fisiográficas que componen al estado. Por ejemplo, en la Planicie Costera del Pacífico existen grandes extensiones pantanosas cubiertas por vegetación acuática y subacuática, conocidas como pampas (Pampa Honda en el municipio de Mapastepec) y abundan los ríos y sistemas lagunares de humedales muy extensos, que abarcan desde las zonas costeras hasta las áreas circundantes inundables, como el complejo lagunar Teculapa-Cerritos-Panzacola, que abarca desde los municipios de Acapetagua hasta Huixtla (Ramírez-García, 1991). En la Planicie Costera del Golfo de México, dentro del territorio que corresponde a Chiapas, dominan variantes de la vegetación emergente con un estrato cercano a cuatro metros de altura conocido como tular y popal, ilustrada en los Llanos de Catazajá. Otro ejemplo de lugares de recolección y estudio de plantas acuáticas son las Montañas del Este, donde se encuentra la Reserva de la Biosfera Montes Azules o Selva Lacandona, región en la cual abundan los lagos y lagunas como Miramar, Lacanja y Ocotal, entre muchas otras, y ríos como Perlas, Jatate y Lacantún, además de pantanos o sabanas inundables como El Huiral, todos pertenecientes al municipio de Ocosingo (Ramírez-García, 1991; Ramírez-García e Ishiki, 2010).



Figura 1. Manglar de *Avicennia germinans* (primer plano), *Laguncularia racemosa* (segundo plano) y *Rhizophora mangle* (al fondo) en una laguna costera. Foto: Pedro Ramírez-García.



Figura 2. Flor de *Echinodorus andrieuxii* (hidrófita enraizada emergente). Inflorescencia en desarrollo. Foto: Antonio Lot Helgueras.

Cuadro 1. Familias acuáticas estrictas del estado de Chiapas.

Familias	Géneros	Especies
Monocotiledóneas		
Alismataceae	2	7
Lemnaceae	4	7
Limncharitaceae	2	2
Mayacaceae	1	1
Najadaceae	1	2
Pontederiaceae	3	7
Potamogetonaceae	1	3
Ruppiceae	1	1
Typhaceae	1	2
Dicotiledóneas		
Cabombaceae	2	2
Ceratophyllaceae	1	1
Elatinaceae	1	1
Menyanthaceae	1	2
Nymphaeaceae	1	4
Podostemaceae	2	3
Total: 15	24	45

Diversidad

La diversidad de regiones fisiográficas y de hábitat acuáticos de Chiapas también se refleja en la variedad de formas de vida de las hidrófitas presentes y en numerosas agrupaciones que constituyen los tipos de vegetación acuática y de ambientes inundables colindantes con las formaciones francamente terrestres.

La diversidad de plantas acuáticas de Chiapas (45 especies) es comparable a la del estado de México (42) y se coloca por detrás de los estados de Oaxaca (50) y Veracruz (60). Una primera explicación sobre la mayor riqueza de hidrófitas en Veracruz se debe a la presencia de fanerógamas marinas (seis especies), que conforman un grupo ausente en el hábitat costero y marino de Chiapas y Oaxaca. Sin embargo, la explicación de fondo está directamente relacionada con la falta de colecciones, reflejo de una escasa exploración botánica en los humedales oaxaqueños y chiapanecos.

FAMILIAS DE ANGIOSPERMAS ACUÁTICAS ERICTAS DE CHIAPAS

Una síntesis de la principal información sobre la botánica, ecología y geografía de los géneros y especies registrados para el estado, se presenta en orden alfabético por familia, iniciando con las monocotiledóneas (Clase Liliopsida) y terminando con las dicotiledóneas (Clase Magnoliopsida). En el cuadro 2, se enumera el listado de especies y sus formas de vida.

Alismataceae

Familia representada con 41 % de las especies conocidas para México y ampliamente distribuida en los humedales de Chiapas, desde el nivel del mar hasta los 1700 msnm (Ramírez-García, 1991). En el estado están presentes los dos géneros registrados para nuestro país (*Echinodorus* y *Sagittaria*), ambos con forma de vida emergente enraizada. Del género *Echinodorus*, sobresale la especie *E. bolivianus*, por ser un registro restringido a Chiapas (Lot et al., 1999). Las especies *E. grandiflorus* y *E. paniculatus* se distribuyen también en Tabasco, Veracruz y Campeche. Por su parte, *E. andrieuxii* es la especie más común de diversos ambientes dulceacuícolas como lagunetas, estanques, ríos y presas; crece desde 100 hasta 830 msnm (figura 2). El género *Sagittaria* se encuentra representado por tres especies: *S. guyanensis* se distribuye en lagunetas de la Depresión Central de Chiapas entre los 550 y los 800 msnm, y florece en septiembre (Ramírez-García, 1991). Para el caso de *S. lancifolia*, se presentan dos subespecies (*S. lancifolia* y *S. media*); la primera se distingue por las brácteas y sépalos estriados y por aquenios con costilla alada de textura granulosa. La segunda subespecie presenta brácteas y sépalos papilosos, además de la costilla de los aquenios de textura lisa. Ambas subespecies se distribuyen en las Montañas del Este y hacia el Norte, en la Planicie Costera del Golfo de México en pantanos y sabanas inundables.

Lemnaceae

Esta familia de plantas con flores es considerada la más pequeña en tamaño entre las angiospermas acuáticas. La forma de vida representativa es libremente flotadora, pero algunas especies

presentan la forma libremente sumergida. En Chiapas se han registrado los cuatro géneros conocidos en México y en el mundo.

El género *Lemna* cuenta con tres especies. *L. aequinoctialis* es la más abundante en el estado: va desde pequeñas charcas hasta estanques y lagunas en la Depresión Central y las planicies costeras del Pacífico y del Golfo de México, desde el nivel del mar hasta los 200 msnm (Ramírez-García, 1991). Del género *Spirodela* se registran dos especies; la más ampliamente distribuida en todo el estado es *S. polyrrhiza*, que se encuentra desde lagunas costeras y cenotes hasta estanques a 300 msnm. Los géneros *Wolffia* y *Wolffiella* están representados por una especie cada uno. *Wolffia brasiliensis* con un registro a 2 070 m de altitud y *Wolffiella welwitschii* hasta los 300 msnm.

Limnocharitaceae

Representada por hidrófitas enraizadas emergentes o de tallos postrados, cuenta con dos géneros (*Hydrocleys* y *Limnocharis*) y dos especies que comparte con Guatemala. *H. parviflora* se distribuye de México (Chiapas) a Sudamérica y es considerada una especie rara en México con sólo tres colectas en la Depresión Central de Chiapas, entre 550 y 650 msnm, recolectada hace más de tres décadas. *Limnocharis laforestii* es dispersada por las aves y por las corrientes de agua y se distribuye entre los 680 a 750 msnm hacia la porción este de la Depresión Central.

Mayacaceae

Familia monogenérica con una especie en México y Guatemala: *Mayaca fluviatilis* es una hidrófita enraizada sumergida de arroyos y estanques de agua transparente, la cual es considerada como rara por las escasas colecciones de localidades únicas en Michoacán, Nayarit, Tabasco, Veracruz y Chiapas. En el estado se colectaron en tres localidades que se encuentran entre los 300 y los 2670 msnm (Planicie Central y Montañas del Este), destacándose La Trinitaria, lagos de Montebello y una en la sabana inundada en El Huiral (municipio de Ocosingo).

Najadaceae

En Chiapas hay dos especies (familia monogenérica) de la forma de vida enraizada sumergida:

Najas guadalupensis de distribución abundante en estanques, represas dulceacuícolas y en arroyos que desembocan a lagunas costeras; con una amplia distribución altitudinal desde el nivel del mar hasta los 2 400 msnm. En contraste, *N. wrightiana*, con la misma forma de vida, se localiza alrededor de los 900 msnm en bordes de lagos y lagunas de aguas alcalinas y dulces (Ramírez-García, 1991).

Pontederiaceae

Familia representada en Chiapas por tres géneros y siete especies de distribución amplia y abundante (Ramírez-García, 1991). La presencia de los tres géneros nativos de México, repartidos en una gran variedad de humedales bajos en las planicies costeras del Pacífico y Golfo de México, en la Depresión Central, Planicie Central y Montañas del Norte hasta los 1 000 msnm, ilustra la alta diversidad de esta familia en el estado y sus relaciones con la flora amazónica y centroamericana (Novelo, 1996).

El género *Eichhornia* se destaca porque la especie *E. heterosperma* (hidrófita enraizada de tallos postrados) está restringida a Chiapas con dos únicos registros de hace seis décadas en las localidades de Santa Elena, Acapetagua y Paredón, Tonalá, por lo que su presencia actual es dudosa. En contraste, la especie *E. crassipes* conocida en casi todo el país como "lirio acuático", es una planta libre flotadora, naturalizada, nativa de la región amazónica, de comportamiento malezoide, que tiende a reducir y sustituir a la flora nativa de los humedales modificados por el hombre. Del género *Heteranthera* se conocen cuatro especies de plantas delicadas de ambientes acuáticos temporales y estacionales, favorecidas por la dispersión de aves. Por su parte, *Pontederia sagittata*, conocida localmente como "lirio de laguna", es una hidrófita enraizada emergente de amplia distribución en el estado en sabanas inundables, pantanos, arroyos y bordes de lagunas desde el nivel del mar hasta los 1 000 m de altitud (figura 3).

Potamogetonaceae

Familia de gran importancia ecológica ya que forma grandes extensiones de comunidades sumergidas en lagos, lagunas y arroyos de montaña que dan alimento y abrigo a la fauna acuática. Su

Cuadro 2. Hidrófitas estrictas del estado de Chiapas.

Familia/especies	Forma de vida
Alismataceae	
<i>Echinodorus andrieuxii</i> (Hook. et Arn.) Small	hee
<i>E. bolivianus</i> (Rusby) Holm-Nielsen	hee
<i>E. grandiflorus</i> (Cham. et Schdl.) M. Micheli	hee
<i>E. paniculatus</i> M. Micheli	hee
<i>Sagittaria guayanensis</i> Kunth subsp. <i>guayanensis</i>	hef
<i>S. lancifolia</i> L. subsp. <i>media</i> (M. Micheli) Bogin	hee
<i>S. montevidensis</i> Cham. et Schdl. subsp. <i>calycina</i> (Engelm.) Bogin	hee
Lemnaceae	
<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.	hlf
<i>L. minuscula</i> Herter	hlf
<i>L. obscura</i> (Austin) Daubs	hlf
<i>Spirodela intermedia</i> W. Koch	hlf
<i>S. polyrrhiza</i> (L.) Schield.	hlf
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	hlf
<i>Wolffiella welwitschii</i> (Hegelm.) Monod	hls
Limnocharitaceae	
<i>Hydrocleys parviflora</i> Seub. in C. Martius	hehf
<i>Limnocharis laforestii</i> Duchass. ex Griseb	hee
Mayacaceae	
<i>Mayaca fluviatilis</i> Aublet	hes/hee
Najadaceae	
<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus	hes
<i>N. wrightiana</i> A. Braun	hes
Pontederiaceae	
<i>Eichhornia crassipes</i> (C. Mart.) Solms	hlf
<i>E. heterosperma</i> Alexander in Smith.	hetp
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	hee
<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pav.	hetp
<i>H. rotundifolia</i> (Kunth) Griseb	hete
<i>H. seubertiana</i> Solms-Laub., in A. DC.	hee
<i>Pontederia sagittata</i> C. Presl	hee
Potamogetonaceae	
<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong	hes
<i>P. nodosus</i> Poir.	hef
<i>P. pusillus</i> L.	hes
Ruppiaceae	
<i>Ruppia maritima</i> L.	hes
Typhaceae	
<i>Typha domingensis</i> Pers.	hee
<i>T. latifolia</i> L.	hee
Cabombaceae	
<i>Brasenia schreberi</i> Gmelin	hes
<i>Cabomba palaeformis</i> Fassett	hes
Ceratophyllaceae	
<i>Ceratophyllum muricatum</i> Cham.	hls
Elatinaceae	
<i>Elatine chilensis</i> Gay	hee/hes

Cuadro 2. Continuación.

Familia/especies	Forma de vida
Menyanthaceae	
* <i>Nymphoides fallax</i> Ornduff	hef
<i>N. indica</i> (L.) Kuntze	hef
Nymphaeaceae	
<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. et Zucc	hef
<i>N. ampla</i> (Salisb.) DC.	hef
<i>N. conardii</i> Wiersema	hef
<i>N. jamesoniana</i> Planchon	hef
Podostemaceae	
<i>Marathrum schiedeanum</i> (Cham.) Tul.	hes
<i>M. tenue</i> Liebm.	hes
<i>Tristicha trifaria</i> (Bory ex Willd.) Spreng.	hes

* especie endémica (Megaméxico II y III**) ° especie introducida;

hee= hidrófita enraizada emergente; hef= hidrófita enraizada de hojas flotantes; hes= hidrófita enraizada sumergida; hlf= hidrófita libre flotadora; hetp= hidrófita de tallos postrados.

**Rzedowski (1998).



Figura 3. Inflorescencia y forma de la hoja de *Pontederia sagittata* (primer plano), comunidad de *Eleocharis interstincta* (segundo plano).

Foto: Pedro Ramírez-García.

representación en el estado es pobre con la presencia de tres de las 10 especies nativas de México: *Potamogeton illinoensis* se distribuye en la Planicie Central y en las serranías del este entre los 800 y los 2500 msnm en represas, estanques y lagunetas dulceacuícolas. *P. nodosus* se ubica en los 1700 m de altitud en ríos y estanques de agua dulce. Finalmente, *P. pusillus*, representado por una sola colecta en San Cristóbal de las Casas, hace 62 años, sin ningún registro más reciente, nos obliga a pensar en su desaparición o sobrevivencia de poblaciones pequeñas y aisladas en hábitat de difícil acceso al hombre.

Ruppiaceae

Familia monogénica de distribución cosmopolita. En Chiapas, *Ruppia maritima* se localiza preferentemente en lagunas costeras salobres de la Planicie Costera del Pacífico y en lagos alcalinos de las Montañas del Este hasta 260 m de altitud. Como en el caso de las especies de *Potamogeton*, esta forma sumergida cubre importantes extensiones de humedales someros y constituyen un excelente recurso alimentario de aves acuáticas marinas. También son altamente significativas como refugio y área de reproducción de la rica fauna de invertebrados y vertebrados que habitan las zonas de unión entre el océano y la línea costera.

Typhaceae

El género *Typha*, con dos especies, conforma un paisaje muy característico de un gran número de humedales conocidos localmente como "pampas" (Ramírez-García, 1991) y caracterizados por el tipo de vegetación denominado tular, dominado por este género, que alcanza hasta cuatro metros de altura como hidrófita enraizada emergente. *Typha domingensis* es la especie más abundante, que presenta un amplio margen de distribución, desde el nivel del mar hasta los 2 000 msnm, conviviendo en las mayores alturas con *T. latifolia*, la cual sólo aparece arriba de los 1 900 msnm.

Esta especie sólo se ha encontrado en estanques y represas de la Planicie Central, registrada por tres colecciones. A diferencia de *T. domingensis*, que se localiza en una gran variedad de humedales que van desde estanques y charcas hasta sabanas inundables, remansos de ríos y potreros inundados, a lo largo y ancho de todo el estado de Chiapas (figura 4).

Cabombaceae

Familia con la que se inician las dicotiledóneas, representada en Chiapas por dos géneros y dos especies: *Brasenia schreberi* es una hidrófita enraizada de hojas flotantes de distribución esporádica y considerada como rara en México (Lot *et al.*, 1999). Además de Chiapas, ha sido registrada en Jalisco, Tabasco y, recientemente, en Chihuahua (Lot *et al.*, 2002). Una de las características sobresalientes de la morfología de la planta es un engrosamiento mucilaginoso que cubre la superficie del envés de las hojas y las partes sumergidas, lo que la hace sumamente resbalosa. La otra especie, llamada *Cabomba palaeformis*, se distribuye en México, Guatemala y Belize. Su forma de vida combina dos tipos de hojas: las sumergidas –que predominan– y las flotantes –que se encuentran enraizadas en lagunas y canales cercanos a las planicies costeras debajo de los 100 msnm. Las dos especies constituyen importantes comunidades sumergidas



Figura 4. *Typha domingensis* (primer plano), en la parte inferior de la figura se observa a *Eichhornia crassipes* (hidrófita libremente flotadora). Foto: Pedro Ramírez-García.

que dan abrigo a numerosas especies de la fauna acompañante, incluyendo a las aves acuáticas.

Ceratophyllaceae

Algunas partes de lagunas, arroyos, canales y pantanos pueden estar cubiertos por *Ceratophyllum muricatum*. Es una hidrófita libre sumergida que en algunas regiones del país y, muy especialmente en Norteamérica, puede representar un problema para la navegación y, en general, en el manejo de cuerpos de agua, por el crecimiento vegetativo masivo de sus poblaciones. Para Chiapas es una especie rara con pocas colecciones de referencia.

Elatinaceae

Familia con dos géneros: *Elatine* y *Bergia*. *Elatine chilensis* sólo se ha registrado para Chiapas en la República Mexicana, a partir de una sola colecta, por lo que está considerada como especie rara. Es una hidrófita enraizada emergente o sumergida; crece en zonas pantanosas en ocasiones salobres a una altitud de 1 700 msnm.

Menyanthaceae

Representada por las dos especies registradas en el país, *Nymphoides indica* y *N. fallax*; ambas presentan la forma de vida de una hidrófita enraizada con hojas flotantes y se encuentran en diversos hábitat desde pequeñas charcas hasta lagos, presas y, de manera esporádica, potreros inundables. *N. fallax* se distribuye en México y Guatemala entre los 1 500 y los 2 600 msnm. Es una especie elegante con un gran potencial ornamental por el contraste de color de sus flores amarillas con las hojas de color verde intenso, y está en floración todo el año. La especie *N. indica* es de distribución mundial; en Chiapas se localiza en lagunetas y ciénegas de grandes planicies costeras en alturas no superiores a los 1 000 msnm (figura 5).

Nymphaeaceae

En Chiapas sólo se han registrado un género y cuatro especies de las 12 agrupadas en tres subgéneros para el territorio nacional (Bonilla, 2000). El género *Nymphaea* está representado por tres especies de floración nocturna (*N. amazonum*, *N. jamesoniana* y *N. conardii*) y una especie (*N. ampla*) con antesis diurna, que es la más abundan-

te en lagos y lagunas de las planicies costeras y otros humedales por debajo de los 1 400 msnm (figura 6). Esta especie de hojas flotantes es bien conocida en Chiapas bajo los nombres de “flor de laguna” y “flor de loto”, y se tiene registrado el dato de que el rizoma es alucinógeno (Bonilla, 2000). La especie *N. conardii* se distribuye en pantanos y canales de la planicie costera del Pacífico y es conocida popularmente como “varona”.

Podostemaceae

Familia muy diversa y de gran interés fitogeográfico y ecológico en el mundo, caracterizada por hidrófitas enraizadas sumergidas que se fijan a las rocas y troncos de rápidos y cascadas (figura 7). En Chiapas, se han registrado dos géneros y tres especies: *Marathrum schiedeanum* y *M. tenue* se distribuyen de México a Costa Rica y *Tristicha trifaria* tiene una distribución más amplia (de México al norte de Argentina, las Antillas y África).

Importancia

La vegetación acuática en su conjunto, tanto de comunidades leñosas como de herbáceas, contribuyen de manera crucial en los procesos hidrodinámicos del heterogéneo y complicado sistema fisiográfico del estado. Los servicios ambientales que aportan los humedales y, en particular, la flora, son fundamentales en la regulación, infiltrado y recarga del agua tanto superficial como de los mantos freáticos, así como la formación y estabilización del sedimento y reciclaje de nutrientes.

La fauna acompañante y asociada a la vegetación acuática, conformada por invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves acuáticas y algunos mamíferos, dependen de las comunidades vegetales, ya que éstas constituyen áreas de refugio, anidación, reproducción y alimentación.

Este significativo valor ecológico se traduce en un beneficio económico para el hombre en el manejo y aprovechamiento del agua y de la fauna comercial.

Situación, amenazas y conservación

Como resultado de un análisis realizado en el Taller de Planeación Ecorregional del centro y occidente de México, en el año de 2007, con la participación de expertos (Pronatura México y



Figura 5. *Nymphoides indica* con su llamativa flor blanca, asociada a *Myriophyllum heterophyllum*, creciendo de forma abundante. Foto: Antonio Lot Helgueras.



Figura 6. *Nymphaea ampla*, mostrando las hojas flotantes, asociada a *Thypha domingensis* y a dos especies libre flotadoras (*Pistia* y *Salvinia*). Foto: Pedro Ramírez-García.



Figura 7. *Marathrum schiedeanum* creciendo en los rápidos de un río sobre las rocas. Foto: Antonio Lot Helgueras.

The Nature Conservancy), pudimos establecer elementos de conservación sobre la biodiversidad de aguas continentales de tan vasta región, donde se ubica Chiapas. Las plantas vasculares acuáticas, junto con otros objetos de conservación, como las libélulas, los peces y los anfibios, permitieron asignar una serie de valores sobre la endemidad, situación de riesgo, nivel ecológico y vulnerabilidad del hábitat. El análisis nos permitió identificar las especies clave para el diseño de estrategias de conservación y rehabilitación de humedales, resaltando la potencial riqueza de plantas acuáticas en el estado, pero, por otro lado, también se puso en evidencia la

falta de información florística y ecológica de Chiapas. La principal amenaza y elemento clave en la pérdida de la diversidad vegetal, resultado del análisis, es la alta vulnerabilidad del hábitat en combinación con la distribución restringida y especializada de las especies de plantas acuáticas de la región. En este sentido, es fundamental y urgente aplicar acciones orientadas a la conservación y rehabilitación de los ambientes acuáticos del estado y al estudio de la flora bioindicadora en la identificación rápida del no experto sobre la salud y mejor entendimiento del manejo del ecosistema.

Literatura citada

- Bonilla, B. J. 2000. Sistemática del género *Nymphaea* (Nymphaeaceae) en México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. pp 122.
- Breedlove, D. 1981. Introduction to the Flora of Chiapas. En: D. Breedlove (Ed.) Flora de Chiapas Part I, California Academy of Sciences, San Francisco, California, 1-35.
- Breedlove, D. 1986. Listados Florísticos de México IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, UNAM, México, pp 246.
- Flores Verdugo, F., F. González-Farías, D. Segura-Zamorano y P. Ramírez-García. 1992. Mangrove ecosystem of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. En: Seeliger, E. (Ed.) Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press, New York. 269-288.
- Lot, A. 2007. Visión de Faustino Miranda sobre la vegetación inundable de México. pp 303-310. En: F. Dosil (Coord.) Faustino Miranda, una vida dedicada a la botánica. Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México; Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid (CSIC), España. Michoacán, México.
- Lot, A., A. Novelo y P. Ramírez-García. 1998. Diversidad de la flora acuática mexicana. 563-578 pp. En: Ramamoorthy T. P. et al. (Eds). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Primera edición en Español. UNAM, México, D.F. pp 792.
- Lot, A., A. Novelo, M. Olvera y P. Ramírez-García. 1999. Catálogo de angiospermas acuáticas de México: hidrófitas estic-tas emergentes, sumergidas y flotantes. Serie Cuadernos 33, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Lot, A., F. Ramos y P. Ramírez-García 2002. *Brasenia schreberi* J. F. Gmel. (Cabombaceae), un nuevo registro para Chiuhua, México. *Bol. Soc. Bot. 70*: 87-88.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno de Chiapas, México. Vols. 1 y 2, pp 265.
- Miranda, F. 1957. Vegetación de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas (México) y sus relaciones florísticas. *Proc. Eighth Pacif. Sc. Con. 4*: 438-453.
- Miranda, F. 1961. Tres estudios botánicos en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Bol. Soc. Bot. México 26*: 133-176.
- Novelo, R. A. 1996. Sistemática de la familia Pontederiaceae en México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. pp 171.
- Ramírez-García, P. 1991. Flora acuática vascular (Monocotiledóneas) del estado de Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. pp 113.
- Ramírez-García, P. y A. Novelo. 1989. *Nymphaea amazonum* (Nymphaeaceae) en México; clave de las especies del subgénero *Hydrochallis* en el país. *Anales del Inst. Biol. UNAM*, 58: 87-92.
- Ramírez-García, P. y A. Novelo 1989a. Nota sobre *Spirodela intermedia* (Lemnaceae) en México y Costa Rica. *Anales del Inst. Biol. UNAM 59*: 103-105.
- Ramírez-García, P. y A. Lot. 1992. Vegetación acuática de la Reserva de La Biosfera Montes Azules, Chiapas, En: Vázquez-Sánchez, M. y M. Ramos (Eds.). Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación. *Publ. Esp. Ecosfera 1*: 87-99.
- Ramírez-García, P. y D. Segura-Zamorano 1994. Ordenación de la vegetación de manglar de la Laguna Panzacola, Chiapas. Serie *Grandes Temas de la Hidrobiología: Los Sistemas Litorales*. UAMI, UNAM, (2): 105-113.
- Ramírez-García, P. y M. Ishiki I. 2010. Monocotiledóneas hidrófitas de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, en revisión.
- Rico-Gray, V. 1981. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro de las costas de México. *Bol. Soc. Bot. México*, 41: 163-165.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. pp 129-145. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM.



Version original prohibida a la venta.

PLANTAS EPÍFITAS

Anne Damon

Introducción

Las epífitas son plantas que viven apegadas a otras plantas, usualmente árboles, pero también crecen encima de arbustos, lianas, palmas y helechos arbóreos, entre otros (Benzing, 1990). No son parásitas puesto que no absorben la savia de sus anfitriones (árboles de soporte) y no les causan ningún daño directo. Sin embargo, se ha mencionado la posibilidad de que las epífitas actúan como piratas nutricionales (Benzing, 1979) porque intervienen en la caída de material orgánico a la tierra donde se encuentran las raíces del anfitrión, sin embargo, las epífitas pueden considerarse como parásitas mecánicas (Montana *et al.*, 1989), porque aprovechan las estructuras ya hechas de otras plantas y, de esta manera, evitan la necesidad de producir troncos, tallos, ramas y las células, órganos y estructuras reforzadas propias, como las que tiene la mayoría de las plantas vasculares (Benzing, 1990).

La reproducción vegetativa, o asexual, de las epífitas consiste en la clonación de la planta madre, extendiendo la planta en forma densa en un hábitat ya probado (Benzing, 1990). La reproducción sexual representa un reto para las epífitas y depende de diversas estrategias para atraer sus polinizadores (Kessler y Kromer, 2000), y en el caso de varias especies de orquídeas, el proceso es complejo, especializado e incierto, y depende de una o pocas especies de insectos (Tremblay, 1992; Gravendeel *et al.*, 2004; Cozzolino y Widmer, 2005; Tremblay *et al.*, 2005; Damon y Salas-Roblero, 2007).

Desafortunadamente, de la mayoría de los grupos de epífitas se sabe muy poco y solamente dos familias: Bromeliaceae y Orchidaceae, han sido y siguen siendo estudiadas en detalle. Las primeras se reconocen por la forma de roseta arreglada en espiral y por que cada roseta florea una vez y, posteriormente, muere. Las orillas de las hojas a menudo son defendidas por dientes o espinas y muchas especies presentan hojas de colores fuertes y/o variegadas y esto hace que se aprecian como plantas de ornato (Benzing y Friedman, 1981; Rauh, 1992). Por su parte, las orquídeas presentan mucha mayor diversidad morfológica y número de especies que las bromelias, con una gran variedad de formas de crecimiento y adaptaciones a la vida epífita. Algunas especies son caducifolias (Benzing *et al.*, 1982) y pierden sus hojas al principio de la época de seca que es muy pronunciada en la zona costera y alturas medianas en el sureste de México. Ejemplos de éstas son *Mormodes lineata*, *Catasetum integerrimum* y *Cycnoches ventricosum*.



Diversidad y distribución

Aproximadamente, 10 % de las plantas vasculares en el mundo son epífitas, incluyendo un número importante de helechos, orquídeas, aráceas (como los anturios) y bromelias, y en menor grado, las familias Gesneriaceae, Piperaceae, Cactaceae, Ericaceae, Melostomataceae y Rubiaceae. Además, hay un sin fin de otras clases de epífitas no vasculares, como los líquenes, briofitas, musgos y algas, entre otros (Benzing, 1990). La mayoría de las epífitas se encuentra en las selvas y bosques tropicales del mundo, pero existen orquídeas en casi todos los ecosistemas terrestres, menos los desiertos y los polos (Pridgeon, 2000).

En cuanto a su distribución en Chiapas, tanto las orquídeas como las bromelias se encuentran en todos los ecosistemas terrestres del estado, desde las orillas de los manglares hasta el límite de la vegetación en la Sierra Madre, con una mayor diversidad en las zonas que corresponden a los bosques mesófilas de montaña (o bosque de neblina) y las selvas bajas, altas y medianas perennifolias (Hágsater *et al.*, 2005), todos ellos amenazados por las actividades humanas. En el mundo se estima un total de más de 3 000 especies de bromelias (Leme y Marigo, 1993). En el estado de Chiapas las cifras varían de 101 (Wolf y Flamenco-S., 2003; Wolf y Flamenco-S., 2005) hasta 127 (Santiago *et al.*, 2006) especies de bromelias, de las cuales, 29 fueron encontradas en la región del Soconusco (Santiago *et al.*, 2006). A cambio, la familia Orchidaceae es más diversa y abundante con aproximadamente 30 000 especies en el mundo (Pridgeon, 2000), 1 400 especies en México (Hágsater *et al.*, 2005), entre seis a 700 para el estado de Chiapas (Cabrera-Cachón, 1999) y 144 especies por debajo de 1 500 msnm en la región del Soconusco (Damon y Colin, 2005).

El estudio de las epífitas en Chiapas

Las epífitas de Chiapas aparecen en listados reconocidos como los de Miranda (1945), Matuda (1950) y Breedlove (1981), aunque en la actualidad estos documentos son difíciles de aprovechar por la falta de imágenes que faciliten la identificación de las especies, así como por los cambios de nomenclatura y asignación de las mismas. Asimismo, se han realizado algunos

estudios regionales detallados como los de: Oberg (1959) en la laguna Ocotol Grande; Zuill y Lathrop (1975) al norte de Los Altos de Chiapas; Maeve del Castillo (1983) y Soto-Arenas (1986) en Bonampak; Long y Heath (1991) en la Reserva de la Biosfera El Triunfo; López-Sánchez (1993) en diversos sitios del estado; y Soto Arenas (2001) en El Mormon-Las Margaritas-Montebello.

Otros trabajos más recientes sobre las epífitas de Chiapas incluyen el estudio de las bromelias en Los Altos de Chiapas por Wolf (2005), un listado bromelias del Soconusco (Santiago *et al.*, 2006), un listado provisional de los líquenes de Chiapas (Sipman y Wolf, 1998) y el libro sobre las orquídeas del Chiapas por Cabrera-Cachón (1999). Además, se cubre el estado en detalle en los diferentes capítulos del libro "Orquídeas de México" (Hágsater *et al.* 2005).

Finalmente, cabe mencionar que en 2010 terminó un proyecto de investigación sobre la ecología general, polinización, afinidades fitogeográficas, estado de conservación y un listado de las orquídeas del corredor biológico Boquerón-Tacanán, en colaboración con Rodolfo Solano de CIIDIR-IPN, Oaxaca y estudiantes de Oaxaca y Chiapas (Damon, 2011). Como resultado se propone la cifra de 293 especies de orquídeas para esta importante región, incluyendo tres nuevas especies y dos nuevos registros para el país.

Importancia

Estas plantas son de gran importancia para el ecosistema puesto que cumplen con diversas funciones. Por ejemplo, de la diversidad total de los bosques y selvas neotropicales y tropicales húmedos, se estima que entre 35 y 50 % de las especies de plantas vasculares son epífitas, las cuales hacen una contribución significativa a la biomasa total del ecosistema (Gentry y Dodson, 1987; Benzing, 1990; Wolf y Flamenco, 2003); en los bosques de pino y encino no perturbados del estado de Chiapas, las bromelias pueden alcanzar hasta 3.2 ha (Wolf, 2005).

Asimismo, su importancia se atribuye a que atraen la convivencia de una alta proporción de las especies de insectos, arañas, reptiles y aves que se encuentran en los ecosistemas boscosos tropicales, con las cuales han desarrollado interacciones y dependencias fascinantes y complejas (Benzing, 1999; Ellwood *et al.*, 2002; Teixeira

et al., 2002). Estos otros seres dependen de las flores, follaje, semillas, néctar floral y néctar extrafloral producidas por las epífitas, así como los sitios de apareamiento y de refugio que proporcionan, sin los cuales no podrían persistir sus poblaciones. Las interacciones entre hormigas y plantas son especialmente importantes para la persistencia de estos ecosistemas (Dejean, 1995; Blüthgen, 2001) y en este caso las plantas ofrecen refugio y alimento a las hormigas y las hormigas defienden y abonan las plantas.

Las epífitas también son de suma importancia por su efecto estabilizador del clima (Stuntz *et al.*, 2002), el reciclaje de material orgánica en el ecosistema y para la captura de nutrimentos, especialmente nitrógeno proveniente de fuentes alóctonos (es decir, que provienen de afuera del hábitat) como la lluvia, el polvo y el aire (Nadkarni y Matelson, 1991; Benzing, 2000; Walter y Ataroff, 2004).

Finalmente, las orquídeas, bromelias y algunas otras epífitas tienen gran importancia cultural al cumplir una importante y legítima función para ciertos rituales que forman parte de las costumbres de las poblaciones de Chiapas. Destaca el aprovechamiento de la bromelia "pashti", *Tillandsia usneioides* para las navidades y de las orquídeas *Laelia superbiens* y *Guarianthe skinneri* para las celebraciones de Candelaria y San Sebastián (Hágsater *et al.*, 2005).

Situación

Como actualización del trabajo de Damon y Colin-Martínez (2005), ahora se propone la cifra de 144 especies de orquídeas para las alturas bajas y medias del Soconusco (por debajo de 1 500 m). Una proporción importante del total de especies se encontró una vez y solamente 28 especies se encuentran con regularidad (apéndice VIII. 4) y, efectivamente, estas 28 especies caracterizan la orquideoflora de las zonas bajas y mediana del Soconusco en la actualidad. Se encontraron 38 especies de orquídeas aparecen en la Norma Oficial Mexicana de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).

De manera similar, de la cifra de 293 especies de orquídeas para el corredor biológico Tacaná Boquerón (Damon, 2011), 63 especies con registros históricos ya no se registraron, con 28 especies relativamente abundantes que hoy en día caracterizan la parte alta de la región del

Soconusco. En conjunto ambos trabajos registran un total de 298 especies para la región (apéndice VIII.4).

De las especies no incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontraron nueve especies calificadas como vulnerables por Cabrera Cachón (1999), con una densidad muy baja: *Coelia macrostachya*, *Cycnoches ergotonianum*, *Maxillaria meleagris*, *Ornithocephalus tripterus*, *Prosthechea chondylobulbon*, *Prosthechea rhyrachophora*, *Stanhopea graveolens*, *Trichocentrum microchilum* y *Trichopilia tortilis*. Desgraciadamente algunas de las especies se puedan considerar funcionalmente extintas en la región, según el criterio de Koopowitz (2000), por tener distribución y tamaños poblacionales reducidos y no viables.

Cabe destacar que algunas especies como *Notylia barkeri* y *Trichocentrum candidum* son abundantes pero en la actualidad, se encuentran únicamente creciendo en los troncos, ramas y ramilletes en los cafetales sombreados y hasta los 1 600 m que es el límite para la siembra de café; este agroecosistema es un refugio importante para varias especies de orquídeas que se han quedado sin hábitats en el último siglo.

Amenazas

Las orquídeas y bromelias son saqueadas en alarmantes cantidades cada año para la venta ilegal local y el tráfico de especies al extranjero. En Tapachula, por ejemplo, se han observado vendedores ambulantes con canastas llenas de las orquídeas *Encyclia cordigera*, *Oncidium sphacelatum*, *Guarianthe aurantiaca*, *G. skinneri*, *Barkeria skinneri* y hasta plantas de la abundante *Prosthechea chacaoensis* pero con flores de nardo fijadas encima (figura 1). Durante la Navidad, llegan a los mercados cantidades enormes de tapetes de musgos sacados de los bosques de los Altos de Chiapas donde con frecuencia se observan plantas maduras y plántulas de orquídeas. Por la ilegalidad, clandestinidad y falta de conocimientos, estas plantas se venden en mal estado y a muy bajo precio y no representan un valor real o actividad económica rentable o sustentable; incluso, la mayoría de estas plantas están destinadas a la basura.

En la actualidad, las plantas epífitas se ven amenazadas por la destrucción de los bosques, así como por su colecta en grandes cantidades.

La deforestación entre 1990 y 2000 en los Altos de Chiapas procedió a una alarmante tasa anual de 4.8 % (Cayuela *et al.*, 2006a) y actualmente, menos de 28 % del área todavía está cubierta con selvas y bosques (Cayuela *et al.*, 2006b). En comparación con las plantas terrestres, las epífitas son particularmente vulnerables a la reducción y alteración del bosque, más que nada por su susceptibilidad a los cambios que ésta provoca en el clima de los bosques (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Padmawathe *et al.*, 2004; Turner *et al.*, 1994). Además, estas perturbaciones convierten a los bosques de pino-encino en bosques solamente de pino (González-Espinosa *et al.*, 1991), lo cual repercute aún más en las poblaciones de epífitas dado que los encinos tienden a ser mejores anfitriones que los pinos (Castro-Hernández, *et al.* 1999)(figura 2). Por ejemplo, Krömer y Gradstein (2003) reportaron que las bromelias fueron entre las plantas más afectadas por los disturbios antropogénicos de los bosques de Bolivia.

Además de la reducción y alteración del bosque, la sobreextracción de epífitas para el comercio y usos tradicionales ha tenido un efecto negativo en sus poblaciones. En México, el volumen de epífitas comercializadas de manera ilícita en mercados locales excede el volumen de exportaciones legales y pone en peligro a muchas especies, incluyendo las bromelias.

Por otro lado, es muy importante tomar en consideración que la conservación de cualquier planta depende no solamente de la conservación de sus poblaciones y su hábitat, sino también de los servicios biológicos de los que depende su desarrollo y reproducción. Las epífitas, por ejemplo, necesitan nutrimentos que vienen del reciclaje del material orgánico en el hábitat, además de pequeñas pero importantes cantidades de agua traídas con la lluvia y la neblina. Necesitan también los servicios de insectos o aves polinizadores para la transferencia de polen entre flores y así asegurar la permanencia, dispersión y diversidad genética de las futuras poblaciones. Muestra de ello es que las bromelias no prosperan si no cuentan con insectos, reptiles y aves que, a la vez de aprovechar el agua y refugio de sus tanques, depositan sus restos de alimentos, orina, heces y cadáveres en ellos, los cuales sirven de alimento para las bromelias (Benzing, 1990). Asimismo, la gran mayoría de las plantas depende de una estrecha



Figura 1. *Guarianthe skinneri*, la orquídea más conocida y cotizada de la región del Soconusco. Ahora, por el saqueo descontrolado, esta especie es casi extinta en la naturaleza y sobrevive como planta domesticada en los patios de la gente en comunidades rurales y urbanas. Foto: Anne Damon.



Figura 2. *Rhynchostele bictoniensis*, orquídea que fue descubierta por primera vez en el Soconusco a finales del año 2010, cuando apareció a la venta en las calles y mercados de Tapachula. Se rastreó la población de origen que es tan pequeña que por el saqueo es probable que haya desaparecido a los pocos meses de haberse descubierto. Foto: Anne Damon.

interacción con bacterias y hongos micorrízicos para una adecuada asimilación de nutrimentos, especialmente en el caso de las orquídeas. Si logramos entender la importancia y complejidad de estas interacciones, podríamos empezar a entender cómo nuestras actividades afectan la sobrevivencia de la flora y fauna y, en este caso, de las plantas epífitas.

Conservación

Para la conservación de las epífitas las colecciones *ex situ* en jardines botánicos e *in situ* en reservas son útiles, pero inestables, debido a fraude, presiones demográficas, cambios económicos y políticos, guerras y desastres naturales. Además, es peligroso depender de una o pocas opciones.

Un gran número de especies de orquídeas son altamente cotizadas en mercados nacionales e internacionales y han atraído seguidores y fanáticos en todo el mundo, pero así son aun más propensas a tácticas extremas y devastadores para su obtención. Una buena estrategia es cumplir con las demandas y avaricias del mercado mediante la amplia cultivación de especies raras y presionadas por sobreexplotación, derivadas de cultivos *in vitro*, u otra forma de cultivo artificial o sustentable. Además, cultivos de epífitas con un valor comercial se pueden intercalar con otros cultivos en agroecosistemas ya establecidas o por diseñarse. Idóneamente se iniciarían los cultivos por semilla para conservar la diversidad genética, aunque para el mercado la clonación no tiene ningún inconveniente si las plantas no se destinan a la reintroducción a la naturaleza. Un problema es que muchas epífitas son de muy lento crecimiento y las plantas pueden tardar entre cuatro y 15 años para alcanzar la maduración sexual y florear, que en la mayoría de los casos es la parte atractiva (Rauh, 1992). Sin embargo, en el caso del pashti, *Tillandsia usneoides*, y otras plantas de aire de color gris y cubiertas en escamas brillosas, es el cuerpo de la planta lo que se aprecia (Rauh, 1992) y se logra un producto vendible en menos tiempo.

De las recomendaciones presentadas en la literatura y tres importantes compilaciones sobre la conservación de orquídeas (IUCN/SSC Orchid Specialist Group, 1996; Koopowitz, 2001; Dixon *et al.*, 2003), se sugieran las siguientes estrategias para la conservación de las epífitas en el estado de Chiapas:

1. La promoción de sistemas de manejo de bosques con tala selectiva, dejando en pie suficientes árboles maduros y cargados de epífitas para pasar sus semillas a árboles emergentes. Así también se esperaría conservar la microflora y otros organismos y servicios biológicos importantes para estas plantas. Este régimen de manejo se podría incorporar dentro de las normas para la certificación de sistemas agroforestales y las diferentes categorías de café orgánico o ecológico, además de ofrecer recompensas a nivel comunitario para el manejo de sus recursos.

2. La difusión y estimulación de cambios en el manejo de los cafetales, enfatizando la importancia de no quitar las epífitas de las matas de café y mantener una diversidad de árboles de sombra. Plantaciones de café tradicional y orgánico ofrecen un ambiente propicio para la conservación de un gran número de especies, incluyendo epífitas. Sin embargo, la economía cafetalera está en crisis, lo que ha resultado en abandono (que podría favorecer la conservación de epífitas), o cambios de uso de suelo, con resultados devastadores. Es urgente la implementación de estrategias para la regeneración y diversificación económica de la zona cafetalera.

3. Programas de rescate y reubicación de epífitas creciendo en árboles talados y podados, especialmente cuando se abran brechas en áreas vírgenes por motivos de la construcción de carreteras, el desarrollo de campos de cultivo, etcétera.

4. Presupuesto y capacitación para difundir y aplicar la ley en las calles de las ciudades, mercados, centros comerciales, puertos y aeropuertos.

5. Presupuesto y capacitación para cumplir con la protección de poblaciones en Áreas Naturales Protegidas.

6. Inversión en pequeños y grandes negocios para saturar el mercado con plantas y flores atractivas y baratas, producidas de manera sustentable.

7. Activación del sistema de otorgar permisos para cultivos sustentables pero con un sustento serio, factible y entendible.

8. La oferta amplia de capacitación sobre el cultivo sustentable de plantas con algún valor comercial, dirigido a las comunidades rurales, especialmente aquellos que aprovechan especies de bromelias y orquídeas para sus festejos y rituales. Se sugiere, además, un programa para juntar y capacitar a los saqueadores y vendedores ambulantes para que se incorporen

en esta capacitación y se conviertan en vendedores legales.

9. Programas de educación ambiental y difusión en la televisión y escuelas.

Conclusiones y recomendaciones

Las epifitas son plantas especializadas que dependen de la integridad de las selvas y bosques y, a su vez, contribuyen enormemente a la salud y persistencia de los mismos. Son objeto de la sobreexplotación y vulnerables a los disturbios provocados por las actividades humanas, aunque actualmente la información detallada sobre la diversidad, abundancia y estado de conservación de las epifitas de Chiapas es muy escasa, existen suficientes estudios que exponen claramente cuáles son los problemas y estos coinciden en sus indicaciones de las acciones necesarias para frenar esta destrucción (por ejemplo, Rauh, 1992; Ortiz-Espejel y Toledo, 1998; Flores-Palacios y García-Franco, 2004; Espejo-Cerna, 2005; Flores-Palacios y Valen-

cia-Díaz, 2005; Solís-Montero *et al.*, 2005; Wolf, 2005; Cayuela, 2006).

La restauración de las poblaciones de estas fascinantes e importantes plantas, y su conservación a largo plazo, depende de la disponibilidad y voluntad de todos a asimilar y abordar las recomendaciones de los expertos. Los pobladores de las comunidades rurales dentro y fuera de las Áreas Protegidas necesitan orientación y capacitación sobre alternativas rentables y sustentables para cubrir sus necesidades económicas, educativas y culturales. Los pobladores de los centros urbanos requieren de información y una diversidad de opciones para poder evitar ser partícipes en la destrucción, contaminación y saqueo de los recursos naturales de nuestro estado. Las varias instancias del Gobierno deben ejercer y cumplir honestamente con sus funciones, aplicar las leyes correspondientes, otorgar los permisos correspondientes, capacitarse a sí mismos primero y luego cumplir con los programas de capacitación y asesoría en las ciudades, los pueblos, las comunidades rurales y las Áreas Protegidas de Chiapas.

Literatura citada

- Benzing, D. H. 1979. Alternative interpretations for the evidence that certain orchids and bromeliads act as shoot parasites. *Selbyana* 5 (2): 135-144.
- Bending, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press. USA.
- Bending, D. 1999. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climate change* 39: 519-540.
- Bending, D. H. 2000. Bromeliaceae: Profile of adaptive radiation. Cambridge University Press. UK.
- Bending, D. H., A. Bent. D. Moscow, G. Peterson y A. Renfrow. 1982. Functional correlates of deciduousness in *Catasetum integerrimum* (Orchidaceae). *Selbyana* 7 (1): 1-9.
- Bending, D. H. y W. E. Friedman. 1981. Patterns of foliar pigmentation in bromeliaceae and their adaptive significance. *Selbyana* 5 (3-4): 224-240.
- Blüthgen, N., V. Schmit-Neuerburg, S. Engwald, y W. Barthlott. 2001. Ants as epiphyte gardeners: comparing the nutrient quality of ant and termite canopy substrates in a Venezuelan lowland rainforest. *Journal of Tropical Ecology* 17: 88-894.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas, part 1. Introduction to the Flora of Chiapas. California Academia of Sciences, San Francisco.
- Brighigna, L., P. Montaini, F. Favilli, y C. Trejo. 1992. Role of nitrogen-fixing bacterial microflora in the epiphytism of *Tillandsia* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* 79: 723-724.
- Cabrera-Cachón, T. 1999. Orquídeas de Chiapas. Instituto de Historia Natural y Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Castro-Hernández, J. C., J. H. D. Wolf, J. G. García-Franco y M. González-Espinosa. 1999. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 47, 763-773.
- Cozzolino, S. y A. Wider. 2005. Orchid diversity: an evolutionary consequence of deception? *Trends in Ecology and Evolution* 508: 1-8.
- Cayuela, L., J. M. R. Benayas y C. Echeverría. 2006a. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). *Forest Ecology and Management* 226: 208-218.
- Cruz Blasi, J. 2007. Colonización micorrízica y diversidad de hongos micorrízicos de algunas especies de orquídeas epifitas tropicales en el sureste de México. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

- Damon A. y P. Salas-Roblero. 2007. A survey of pollination in remnant orchid populations in Soconusco, Chiapas, Mexico. *Tropical Ecology* 48: 1-14.
- Damon, A. y H. Colin Martínez. 2005. El estado actual de las poblaciones de orquídeas en al región del Soconusco, Chiapas. *Amaranto. El Boletín de la Asociación de Jardines Botánicos de México* 3: 2-16.
- Damon, A. 2011. Informe Final FOMIX CHIS-2006-C06-45802. 2007-2010.
- Demean, A., I. Olmstead y R. R. Snelling. 1995. Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Kaman Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Biotropica* 27: 57-70.
- De Jong, B. H. J., M. A. Cairns, P. K. Haggerty, N. Ramírez-Marcial, S. Ochoa-Goanna, J. Mendoza-Vega, M. González Espinosa y I. March-Mifsut. 1999. Land-use change and carbon flux between 1970s and 1990s in the central highlands of Chiapas, México. *Environmental Management* 23: 373-385.
- Dixon, K. W., S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Cribb. 2003. Orchid Conservation. Natural History Publications (Borneo) Son. Bhd. Sabah, Malaysia.
- Ellwood, M. D., D. T. Jones, y W. A. Foster. 2002. Canopy ferns in lowland dipterocarp forest support a prolific abundance of ants, termites, and other invertebrates. *Biotropica* 34: 575-583.
- Espejo-Cerna, A., A. R. López-Ferrari y R. Jiménez Machorro. 2005. Las orquídeas de los cafetales de México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* 53: 73-84.
- Flores-Palacios, A. y S. Valencia-Díaz. 2007. Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372-387.
- Flores-Palacios, A. y J. G. García-Franco. 2004. Effect of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 17: 259-269.
- Gentry, A. H. y C. H. Dodson. 1987. Contribution of non-trees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19: 149-156.
- González-Espinosa, M., P. F. Quintana-Ascencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gayatán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed *Pinus-Quercus* forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 351-360.
- Graven eel, B., A. Smithson, F. J. W. Silk y A. Schuitman. 2004. Epiphytism and pollinator specialization: drivers for orchid diversity? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*. 359: 1523-1535.
- Hamster, E., M. Soto, G. Salazar, R. Jiménez, M. López y R. Dressler. 2005. Las Orquídeas de México. Instituto Chinoín, México.
- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1995. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6: 719-728.
- IUCN/SSC Orchid Specialist Group. 1996. Orchids-Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Kamuela, L., D. J. Guiltier y J. M. Rey-Benayas. 2006b. The extent, distribution, and fragmentation of vanishing montage cloud forest in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica* 38: 544-554.
- Kessler, M. y T. Kramer. 2000. Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Plant Biology* 2: 659-669.
- Koopowitz, H. 2001. Orchids and their conservation. B. T. Batsford. Londres.
- Kramer, T. y S. R. Gradstein, 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 24: 190-195.
- Lame, E. M. C. y L. C. Marigo. 1993. Bromeliads in the Brazilian wilderness. Margo Comunicação Visual. Brazil.
- Long A. y M. Heath. 1991. Flora of the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, México: A preliminary floristic inventory and the plant communities of polygonon 1. Anals del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, *Botánica* 62 (2): 133-172.
- López-Sanchez, C. (recopilador) 1993. Lecturas Chiapanecas vi. Gobierno del Estado de Chiapas, México. 791 pp.
- Maeve del Castillo J. A. 1990. Estructura y composición de la selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. *Seria Arqueología*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- Matuda, E. 1950. A contribution to our knowledge of the wild and cultivated flora of Chiapas: I. Districts of Soconusco and Mariscal. *The American Midland Naturalist* 44: 513-616.
- Mehlreter, K. A. Flores-Palacios y J. G. García-Franco. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz. *Journal of Tropical Ecology* 21: 651-660.
- Miranda, F. 1942. Observaciones preliminares sobre la vegetación de la región de Tapachula. *Anales del Instituto de Biología de México*. Tomo XIII, pp. 53-70.
- Montana, C., R. Dirzo, y A. Flores. 1989. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid system. *Biotropica* 29: 517-521.
- Nadkarni, N. M. y T. J. Matelson. 1991. Fine litter dynamics within the tree canopy of a tropical cloud forest. *Ecology* 72: 2071-2082.
- Oberg, R. 1959. Orchids collected at Laguna Ocotol Grande, Mexico. *Orchid Journal* 3: 280.
- Ochoa-Gaona, S. y M. González-Espinosa. 2000. Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography* 20: 17-42.

- Ortiz-Espejel, B. y V. M. Toledo. 1998. Tendencias en la deforestación de la Selva Lacandona (Chiapas, México): el caso de las cañadas. *Interciencia* 23: 318-327.
- Padmawathe, R., Q. Qureshi y G. S. Rawat. 2004. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of Eastern Himalaya, India. *Biological Conservation* 119: 81-92.
- Pridgeon, A. 2000. The illustrated encyclopedia of orchids. Timber Press.
- Rasmussen, H. N. 2002. Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant and Soil* 244: 149-163.
- Rauh, W. 1992. Are Tillandsias endangered plantas? *Selbyana* 13: 138-139.
- Santiago, D., A. Ruiz, L. Adriano, M. Salvador y I. Ovando-Medina. 2006. Current list of the native bromeliads of Soconusco, Chiapas, Southeast Mexico. *International Journal of Botany* 2: 64-68.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sipman, H. J. M y J. H. D. Wolf. 1998. Provisional checklist for the lichens of Chiapas. *Acta Botánica Mexicana* 45: 1-29.
- Solis-Montero, L., A. Flores-Palacios y A. Cruz-Angón. 2005. Shade-coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 908-916.
- Soto Arenas, M. A. 2001. Diversidad de orquídeas en la región El Mormon-Las Margaritas-Montebello, Chiapas, México. Reporte final del proyecto R225. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Soto Arenas, M. A. 1986. Orquídeas de Bonampak, Chiapas. *Orquidea (Méx.)* 10 (1): 113-132.
- Stuntz, S., U. Simon, y G. Zotz. 2002. Rainforest air-conditioning: the moderating influence of epiphytes on the microclimate in tropical tree crowns. *International Journal of Biometeorology* 46: 53-59.
- Teixeira, R. L., J. A. P. Schneider y G. I. Almeida. 2002. The occurrence of amphibians in bromeliads from a southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon bruno* (Anura: Hylidae). *Brazilian Journal of Biology* 62: 263-268.
- Tremblay, R. L., J. D. Ackerman, J. K. Zimmerman y R. C. Calvo. 2005. Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of the Linnean Society* 84: 1-54.
- Tremblay, R. L. 1992. Trends in the pollination ecology of the Orchidaceae: evolution and systematics. *Canadian Journal of Botany* 70: 642-650.
- Turner, I. M., H. T. W. Tan, Y. C. Wee, A. B. Ibrahim, P. T. Chew y R. T. Corlett. 1994. A Study of Plant-Species - Extinction in Singapore - Lessons for the Conservation of Tropical Biodiversity. *Conservation Biology* 8: 705-712.
- Walter, R. y M. Ataroff. 2004. Nutrients in the Canopy. *Lyonia* 7: 7-14.
- Wolf, J. H. D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest and Ecology Management* 212: 376-393.
- Wolf, J. H. D. (publicación inminente). Embracing epiphytes in sustainable forest management: a pilot study from the Highlands of Chiapas, Mexico. In *Tropical montane cloud forests* (eds Juvik & Scatena). University of Hawaii, Hawaii.
- Wolf, J. H. D. y S. A. Flamenco. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography* 30: 1689-1707.
- Wolf, J. H. D. y S. A. Flamenco. 2005. Distribución y riqueza de epífitas de Chiapas. En *Diversidad biológica en Chiapas* (Eds. M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial & L. Ruiz-Montoya), pp. 127-162. Plaza y Valdes, S.A. de C.V., Mexico D.F., Mexico.
- Zuill H. A. y E. W. Lathrop. 1975. The structure and climate of a tropical montane rain forest and associated temperate pine-oak-liquidambar forest in the northern highlands of Chiapas, Mexico. *Anales Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Botánica* 46: 73-118.
- Zotz, G., P. Heitz y G. Schmidt. 2001. Small plants, large plants: the importance of plant size for the physiological ecology of vascular epiphytes. *Journal of Experimental Botany* 52: 2051-2056.



Version gratuita disponible su venta.

CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE BROMELIAS EPÍFITAS EN LOS ALTOS DE CHIAPAS

Jan H. D. Wolf

En el presente estudio de caso se describe el efecto de la extracción de bromelias del género *Tillandsia* de remanentes de bosque de encino por los indígenas de los Altos de Chiapas para satisfacer la demanda comercial y ceremonial (Beutelspacher, 1989; Breedlove y Laughlin, 1993). En algunas áreas, estas especies ya desaparecieron o se consideran como raras, y queda claro que su supervivencia está severamente amenazada por estas prácticas.

En 16 parcelas inventariadas, cada una de 35 árboles de encino (*Quercus* spp.) (Wolf, 2005; Wolf y Flamenco, 2006; Wolf, 2010), la familia Bromeliaceae era la mejor representada con diez especies, contribuyendo con más de 95 % de la biomasa total de epífitas. Como fue previsto, la tala y resepa de los encinos redujo tanto el número de especies de epífitas como su abundancia. También se observó un cambio hacia una mayor representación de especies resistentes a la sequedad (metabolismo MAC), como *Tillandsia fasciculata* y *T. seleriana*, y una notable reducción de las menos resistentes como *Tillandsia guatemalensis* (Castro-Hernández *et al.*, 1999) en los bosques severamente talados. En cambio, en los sitios donde no se talaron los árboles grandes se aumentó considerablemente la resistencia de la comunidad epífita. Tales árboles de rescate podrían proveer un hábitat especial y servir como fuente de semillas para asegurar la colonización del bosque durante el periodo de regeneración.

Con base en estos resultados, se proponen varias medidas de conservación. Primero, establecer reservas en donde las especies más susceptibles a la desecación y/o dependientes de árboles viejos podrían refugiarse. Segundo, para cumplir con las necesidades de subsistencia se recomienda que la tala de árboles sea selectiva y continua (no cíclica), en el cual se dejan ilesos los árboles grandes cargados de epífitas, como árboles de rescate. Tercero, el reclutamiento de bromelias podría ser aumentado mediante la siembra de plantas directamente en los árboles. Toledo-Aceves y Wolf (2008) recomendaron sembrar plantas de *Tillandsia eizii* desarrolladas en laboratorio y lo más grandes posibles para lograr la repoblación de los árboles. Cuarto, es esencial realizar estudios previos y Wolf y Konings (2001) concluyeron que la cosecha de epífitas silvestres podría ser sustentable únicamente si la densidad poblacional es excepcionalmente alta, si las plantas tienen una distribución pareja entre árboles y si se presentan tanto en la copa de los árboles como en la parte inferior del bosque. Con una rotación de cuatro años, estimaron que de un bosque de 160 ha cerca de San Cristóbal de las Casas sería posible cosechar de manera sustentable cerca de 700 rosetas solitarias de *T. vicentina* /ha/año del sotobosque, dando un rendimiento anual de 112 000 rosetas, es decir, 3 % de la cantidad total de rosetas en dicho bosque.

Para el aprovechamiento sustentable de bromelias, la única opción será la propagación masiva. Casi todas las especies de bromelias epífitas producen una buena cantidad de semillas con una alta tasa de viabilidad, aunque con una tasa

de crecimiento muy baja en el caso de las especies con metabolismo MAC (Hietz *et al.*, 2002); por ejemplo, se estima que *Tillandsia eizii*, una especie cuya inflorescencia se cosecha para ciertas ceremonias, necesita hasta 15 años para llegar a la madurez sexual y florecer (Wolf, datos no publ.).

Literatura citada

- Beutelspacher, C. R. 1989. Bromeliáceas asociadas a la fiesta del "niño florero" en Chiapa de Corzo, Chiapas. *Cactáceas y suculentas mexicanas* 34: 44-47.
- Breedlove, D. E. y R. M. Laughlin. 1993. *The flora. In The flowering of man. A tsotsil botany of Zinacantán.* D. E. Breedlove y R. M. Laughlin (Eds.), Smithsonian. Contr. Anthropol. 35, Washington, D.C.
- Castro-Hernández, J. C., J. H. D. Wolf, J. G. García-Franco y M. González-Espinosa. 1999. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. *Revista De Biología Tropical* 47: 763-773.
- Hietz, P., J. Ausserer y G. Schindler. 2002. Growth, maturation and survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest. *Journal of Tropical Ecology* 18: 177-191.
- Toledo-Aceves, T. y J. H. D. Wolf. 2008. Germination and establishment of the epiphyte *Tillandsia eizii* L. B. Smith in the canopy of a pine-oak forest in the Highlands of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 40: 246-250.
- Wolf, J. H. D. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 212: 376-393.
- Wolf, J. H. D. 2010. Embracing epiphytes in sustainable forest management: a pilot study from the Highlands of Chiapas, Mexico. *In Tropical montane cloud forests.* L. A. Bruijnzeel, F. N. Scatena y L. S. Hamilton (Eds.). pp. 652-658. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Wolf, J. H. D. y C. J. F. Konings. 2001. Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: a pilot study from the highlands of Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 101: 23-31.
- Wolf, J. H. D. y S. A. Flamenco. 2006. Vascular epiphytes and their potential as a conservation tool in pine-oak forests of Chiapas, Mexico. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* M. Kappelle (Ed.) 185: 375-391. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

ORQUÍDEAS

Carlos R. Beutelspacher Baigts e Iván Moreno-Molina

Introducción

La familia Orchidaceae (orquídeas) está considerada una de las familias más grandes de plantas con flores, ya que se compone aproximadamente de 700 géneros y unas 25 000 especies que se encuentran alrededor del mundo (Salazar *et al.*, 2006). No obstante, la mayor diversidad de orquídeas se concentra en las regiones tropicales del planeta, en países como Colombia, Ecuador y Perú.

Las orquídeas son hierbas perennes, epifitas, trepadoras o hemiepifitas, litófitas, terrestres, semiacuáticas o raras veces saprófitas. Las raíces son carnosas o delgadas, a veces se modifican formando tubérculos y poseen una capa absorbente especializada llamada velamen. Los tallos pueden ser cortos o largos, cilíndricos o abultados (seudobulbos). Las hojas son simples, en general alternas, rara vez opuestas, verticiladas o basales formando rosetas; pueden ser suculentas, delgadas o reducidas a escamas, con el margen entero y venación secundaria inconspicua. Tienen inflorescencias en racimos, espigas o panículas, y algunas veces las flores solitarias. Sus flores generalmente son bisexuales y cuentan con seis segmentos florales, tres sépalos y tres pétalos. Los tres sépalos, por lo regular, presentan la misma morfología, aunque a veces el sépalo dorsal (aquel que se encuentra opuesto al labelo) posee ciertas diferencias con respecto a los dos restantes (sépalos laterales). Sólo a dos de los pétalos, que suelen ser idénticos entre sí, se les denomina de esa manera. Al pétalo restante se le conoce como labelo y, por lo regular, es de diferente forma, tamaño, color y suele presentar diversos tipos de ornamentaciones. Los estambres y el estilo están unidos formando una estructura llamada columna; polen agregados en masas (polinios); columna muy variable, anteras apicales o laterales, estigmas en la cara ventral; una parte no receptiva del estigma se modifica en un apéndice con una porción adhesiva (rostelo), la cual ayuda en la polinización; tiene un ovario inferior y óvulos numerosos. Sus frutos son capsulares, elipsoides, esféricos o vainas, secos o rara vez carnosos y se abren longitudinalmente; las semillas, por otra parte, son tan diminutas que se asemejan al polvo.

Debido a su tamaño y heterogeneidad, la familia Orchidaceae se divide en cinco subfamilias: Apostasioideae, Vanilloideae, Cyripedioideae, Orchidoideae y Epidendroideae. De éstas, sólo la primera carece de representantes para Chiapas y México (Chase *et al.*, 2003; Hágsater *et al.*, 2005).

En el siguiente apartado se describe a grandes rasgos la diversidad de orquídeas de Chiapas, su distribución en el estado, su estatus de conservación y las principales amenazas a las que se enfrentan. Finalmente, se emiten recomendaciones para incrementar su conocimiento y se sugieren acciones para hacer más eficiente las estrategias de conservación.



Diversidad y distribución

En nuestro país, Chiapas es el principal estado en cuanto a diversidad de orquídeas, pues se tienen registrados 149 géneros y 719 especies (apéndice VIII.5), lo que constituye 61.55 % del total del país, cuyo total es de 1 168 especies (Soto-Arenas *et al.*, 2007).

La diversidad de orquídeas de Chiapas semeja la del estado de Oaxaca, que alcanza las 692 especies (Soto-Arenas y Salazar, 2004); de éstas, 425 coexisten en ambos estados, lo cual equivale a 59.10 % del total para Chiapas.

Podemos encontrar orquídeas en todas las regiones fisiográficas de Chiapas, desde las selvas secas en la Depresión Central donde habitan especies como *Catasetum integerrimum*, *Clowesia russelliana* o *Cyrtopodium macrobulbon*, hasta las selvas húmedas de las Montañas del Norte o del Oriente donde encontramos *Epidendrum isomerum*, *Maxillaria tonsoniae*, *Sobralia macrantha*, por mencionar algunas. Si bien su distribución es amplia en el estado, la mayor diversidad de orquídeas la encontramos en las regiones más húmedas. Soto Arenas (1986) reportó 126 especies en un radio de tan sólo 3 km, en la zona arqueológica de Bonampak, en la Selva Lacandona. De igual manera, Soto Arenas (2001) registró 333 especies, una cuarta parte de la diversidad nacional, en los bosques de neblina de la Meseta Central en la región de El Momón-Margaritas-Montebello.

LA NOM-059-SEMARNAT-2010 enlista 188 especies de orquídeas dentro de alguna categoría de riesgo; de ellas, 104 especies (55.32 %) se encuentran en Chiapas.

Importancia

Las orquídeas son ampliamente conocidas por su uso como plantas ornamentales o en floricultura y han motivado a un extenso público que estudia, cultiva y colecciona sus especies. Básicamente, el comercio de las orquídeas nativas en Chiapas es de manera informal, en parques y mercados, principalmente en municipios como Berriozábal, San Cristóbal de las Casas o Comitán, por lo que la cantidad de plantas y las ganancias que generan su venta son imposibles de cuantificar. En el ámbito productivo, las especies de mayor importancia son del género *Vanilla*; como *V. planifolia* Jacks, de la que es extraída la vainilla, un conjunto de sustancias aromáticas que son usadas para dar sabor y olor. Desde la época prehispánica, fueron bien conocidas, cultivadas y ampliamente utilizadas las vainas producidas de estas plantas terrestre-trepadoras.

Por otra parte, las orquídeas participan activamente en el proceso de captura de carbono y, por sus características estructurales, actúan como reservorios de agua. Las raíces de otras especies, como *Maxillaria densa* y *M. ringens* son utilizadas como sitios de anidación de especies pequeñas de aves.

Otras tienen importancia religiosa, como la Flor de Candelaria o *Guarianthe skinneri*, que es comercializada a principios de febrero para la festividad religiosa de la virgen de la Candelaria. En temporada navideña, es común ver en los mercados de Tuxtla Gutiérrez especies como *Epidendrum cardiochilum*, *Dinema polybulbon* o *Stelis* spp., junto a plantas como bromelias y musgos, utilizadas para adornar nacimientos.

A algunas se les atribuyen propiedades curativas, como es el caso de las hojas de *Epidendrum radicans*, las cuales se utilizan para el tratamiento de quemaduras, o los seudobulbos machacados de *Prosthechea ochracea*, utilizados en la región de los Altos para tratar edemas (Cabrera, 1999).

El conocimiento de las orquídeas en Chiapas

En 1943, se llevó a cabo en Tuxtla Gutiérrez el “Primer Congreso Internacional de Orquideófilos”, donde se presentó el primer listado de orquídeas para Chiapas, el cual contenía un total de 198 especies y fue elaborado por el orquideólogo Otto Ángel (Cabrera, 1999). Posteriormente, el Gobierno del estado publicó la obra *Las Orquídeas de Chiapas* en la que se ilustraron 57 especies (Hartmann, 1992). Posteriormente, Cabrera (1999) publicó el libro *Orquídeas de Chiapas*, donde se incluye un listado de 608 especies, además de fotografías y descripciones de 130 de ellas.

Por otra parte, investigadores de la Asociación Mexicana de Orquideología, A. C., como los Doctores Gerardo Salazar y Miguel Ángel Soto-Arenas, así como el Ingeniero Eric Hágsater, han realizado importantes colectas de orquídeas en el estado, de las cuales, muchas han sido nuevas para la ciencia, por ejemplo, *Epidendrum alvarezdeltoroi*, *Lepanthes martinezii* y *Sobralia macdougalii*. Destaca también el estudio realizado en la región de El Momón-Las Margaritas-Montebello, en el que se registra cerca de la mitad de las especies conocidas para Chiapas (Soto-Arenas, 2001). En 2002, la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas editó el libro *Orquídeas de Ocozocoautla, Chiapas*, en el que se registraron 33 especies para dicha zona (Miceli, 2002).

Finalmente, en 2005, se publicó la obra *Las Orquídeas de México*, en el que se ilustran aproximadamente 450 especies (Hágsater et al., 2005). A la par de dicha obra, se editó un CD que contiene un catálogo digital en el que se ilustran cerca de 1 100 especies de las orquídeas mexicanas (Soto Arenas et al., 2007).

Cabe mencionar que desde hace varios años está en proceso una obra que pretende reunir mayor información sobre las especies de esta interesante y hermosa familia de plantas en nuestro estado; de ella se ha derivado el listado más actualizado de las orquídeas de Chiapas (ver apéndice VIII.5), el cual contiene hasta el momento 719 especies.

Amenazas

No obstante la enorme riqueza tanto en la flora como en la fauna de Chiapas, el proceso de destrucción de la vegetación original avanza a paso veloz, principalmente para dar paso a la agricultura o al establecimiento de pastizales para la ganadería; anualmente se considera una pérdida de unas 50000 ha de la superficie vegetal original. Aunado a la construcción de vías de comunicación y a los nuevos asentamientos humanos, se está traduciendo en una fragmentación del hábitat impresionante con la consiguiente pérdida de los seres vivos que ahí habitan. La problemática de los incendios forestales tiene una mención especial; Soto Arenas (2001) menciona que a raíz de los incendios forestales de 1998 en la región de Montebello, desaparecieron del país poblaciones de 24 especies de orquídeas, entre ellas las de *Cochleanthes flabelliformis*, *Epidendrum roseoscriptum*, *Lepanthes guatemalensis* y *Rossioglossum williamsianum*.

De igual manera, la extracción indiscriminada de las poblaciones naturales para su comercialización como plantas de ornato es una amenaza para la supervivencia de ciertas especies que tienen rangos de distribución restringidos, o bien, su tamaño poblacional es muy bajo, como por ejemplo *Cypripedium irapeanum*, *Lacaena bicolor* y *Phragmipedium exstaminodium*.

Las orquídeas no están exentas del efecto de las especies invasoras. Se ha observado que la especie terrestre africana *Oeceoclades maculata* compite por el mismo microhábitat con otras orquídeas terrestres nativas. Este efecto se ha

traducido en la disminución de la población de *Pelexia longipetiolata* en la selva de los alrededores de Bonampak (Hágsater *et al.*, 2005).

Conclusiones y recomendaciones

La familia de las orquídeas es la más extensa de todas las familias botánicas en Chiapas y, a la vez, Chiapas es el estado con la mayor diversidad del país, ya que cuenta con 61.55 % del total nacional.

Debido a la importancia económica, ecológica y cultural, aunada al acelerado proceso de fragmentación y destrucción de sus hábitats naturales, se deben implementar estrategias de conservación que garanticen la permanencia de este hermoso grupo de plantas.

El establecimiento de un orquidario donde se cultiven, propaguen y estudien las orquídeas de Chiapas, a fin de evitar la inminente extinción de muchas especies, así como de conformar un centro de investigación, difusión y fomento a la conservación de este grupo y la naturaleza en general. Asimismo, es muy importante la asignación de recursos para la consolidación de investigaciones enfocadas al conocimiento y conservación de este grupo, como el proyecto "Orquídeas de Chiapas", que actualmente están llevando a cabo los autores.

Literatura citada

- Cabrera, C. T. 1999. Orquídeas de Chiapas. Libros de Chiapas, Gobierno de Chiapas. 194 pp. Láms. Color.
- Chase, M. W., K. M. Cameron, R. L. Barrett y J. V. Freudenstein. 2003. Dna data and Orchidaceae systematics: A nex phylogenetic classification. En K. W. Dixo, S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Criba (Eds.) *Orchid Conservation*, pp. 68-89. Natural History Publications (Borneo), Kota Kinabalu, Sabah.
- Hágsater, E., M. A. Soto Arenas, G. A. Salazar Ch., R. Jiménez M., M. A. López R. y R. L. Dressler, 2005. *Las Orquídeas De México*. Edic. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V., 302 pp.
- Hartmann, W., 1992. *Las Orquídeas de Chiapas*. Consejo Estatal de Fomento a la Investigación y Difusión de la Cultura. Colección Científica 3, Gobierno del Estado de Chiapas. 70 pp.
- Miceli, M. C. L. 2002. Orquídeas de Ocozocoautla, Chiapas. Edit. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez. 71 pp.
- Salazar, G. A., Reyes, S. J., Brachet, C. & J. Pérez. 2006. Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada Cuicatlán, Oaxaca, México. UNAM. México D.F., 175 pp.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Soto Arenas, M. A. 1986. Orquídeas de Bonampak, Chiapas. *Orquidea* 10 (1): 113-132.
- Soto Arenas, M. A. 2001. Diversidad de orquídeas en la región El Momón-Las Margaritas-Montebello, Chiapas, México. Reporte final del proyecto R225, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. Final report of CONABIO Project R225, from Nov. 30, 1998 to Sept. 30, 2001.
- Soto Arenas, M. A., G. A. Salazar y E. Hagsater. 2001. The Orchidaceae of Mexico, a Taxonomic Synopsis. Reporte final del proyecto P107 Orquídeas de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Soto Arenas, M. A. y G. A. Salazar. 2004. Orquídeas. pp. 271-295. En: *Biodiversidad De Oaxaca*. A. J. García-Mendoza, M. De J. Ordoñez, M. Briones-Salas (coordinadores y editores generales). Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund., México.
- Soto-Arenas M. A., E. Hágsater, R. Jiménez Machorro, G. A. Salazar Chávez, R. Solano Gómez, R. Flores González e I. Ruíz Contreras. 2007. Catálogo Digital. *Las Orquídeas de México*.

EL CULTIVO SUSTENTABLE DE LAS ORQUÍDEAS DEL SOCONUSCO

Anne Damon

Debido a que en el estado de Chiapas cada año se extraen miles de orquídeas de los cafetales y fragmentos de selvas y bosques tomadas de poblaciones cada vez más reducidas, y a que la mayoría de estas plantas termina en la basura a cambio de unos pocos pesos, desde el año 2000 se desarrolló el *Programa para el Cultivo Rústico y Sustentable de las Orquídeas del Soconusco* como un intento para ofrecer una alternativa sustentable y rentable que además podría contribuir al control del saqueo ilegal de orquídeas y la destrucción de su hábitat en la región.

Este programa consiste en un proceso de capacitación (Damon, 2000) y concientización, seguido por asesoría continúa, dirigido a las comunidades rurales. Para el cultivo, las orquídeas se cuelgan del techo de galeras hechas de horcones y alambre o usando estructuras metálicas o de concreto, que aseguran buenas condiciones de aireación y luz. Para iniciar los cultivos, se recolectan plantas tiradas en el piso, en ramas podadas de cafetos y árboles de sombra, en árboles secos o enfermos y en árboles talados dando preferencia a las especies con flores atractivas y especies escasas o incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se limpian, se curan y se dividen las plantas y se amarran a sustratos tales como tejas de barro, la corteza de árboles como el cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Tabebuia rosea*) y chicozapote (*Manilkara zapota*), y para especies pequeñas se usa la cáscara de la semilla del pataxte (*Theobroma bicolor*, del mismo género que el cacao, *T. cacao*) (Damon, 2006 a,b; Damon, et al., 2005).

Hasta el momento se ha capacitado y dado seguimiento a un total de 65 productores en ocho comunidades en la región. Cada productor mantiene en su galera entre 50 y 200 plantas y en total se ha logrado rescatar aproximadamente 7 000 plantas de orquídeas de unas 50 especies, varias de las cuales se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como: *Guarianthe skinneri*, *Cycnoches ventricosum*, *Cyrtochiloides ochmatochila*, *Pleurothallis saccatilabia* y *Specklinia lateritia*.

Cabe mencionar que la comercialización de orquídeas bajo estas condiciones presenta varios inconvenientes, especialmente el difícil acceso a la mayoría de las comunidades y la posibilidad de que la venta de estas plantas motive una aceleración de la actividad de los saqueadores y vendedores ilegales. Por ello, se ha decidido comercializar únicamente artesanías usando las flores secas y procesadas, lo que permite conservar y guardar las flores durante mucho tiempo, y da tiempo para elaborar y guardar las artesanías para venderlas en cantidad en días festivos seleccionados. Por otro lado, el proyecto se encuentra en la etapa de gestión de todas los permisos oficiales para ampliar la comercialización, lo que en ocasiones representa una limitante, proceso que también fue documentado por Koopowitz (2001).

Se mantiene la esperanza de ofrecer a los productores marginados una alternativa rentable que les ayude elevar su bienestar económico y, a la vez, ofrecerles un incentivo para que conserven intactos sus cafetales y cacaotales tradicionales y los fragmentos de selvas y bosques en los alrededores de sus comunidades, logrando así la conservación de los frágiles suelos y asegurando la persistencia



de estos hábitats que en estos tiempos constituyen los únicos refugios de los remanentes de la flora y fauna de la región del Soconusco.

Literatura citada

- Damon, A. 2000. El cultivo rústico y sustentable de orquídeas nativas: una opción para los productores del Soconusco. Una guía práctica. Ecosur.
- Damon, A. 2006a. El rescate de las orquídeas: Programa para el Cultivo Rústico y Sustentable de Orquídeas en el Soconusco. *Boletín de la Asociación Mexicana de Orquideología* 6-9 y 8-11.
- Damon, A. 2006b. Soconusco has a chance to rediscover and protect its disappearing orchids. IUCN. Orchid Specialist Group. *Orchid Conservation News* 8: 6-13.
- Damon, A., M. A. Soriano y M. del L. Rivera. 2005. Substrates and fertilization for the rustic cultivation of *in vitro* propagated native orchids in Soconusco, Chiapas. *Renewable Agriculture and Food Systems*, CABI 20: 214-222.
- Koopowitz, H. 2001. Orchids and their conservation. B. T. Batsford. Londres.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Prohibida su venta.

Versión gratuita.

Version original. Prohibida su venta.



Resumen invertebrados

Laura Rubio Delgado

A lo largo de esta sección se hace una breve revisión del estado del conocimiento de algunos de los grupos de invertebrados acuáticos y terrestres chiapanecos, tanto de los actuales como de los que poblaron el territorio chiapaneco hace algunos millones de años. Es importante apuntar que no es una revisión acabada y que este primer esfuerzo se deberá considerar para trabajos futuros.

La fauna de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas de Chiapas comprende especies de parásitos de peces cíclidos y poecílidos que constituyen las familias de peces representativas en la región. Cada familia tiene un conjunto propio de helmintos parásitos, de los cuales, actualmente, se conocen 67 especies, 52 géneros y 37 familias de los tres phyla de helmintos (Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda).

En relación a los invertebrados acuáticos, Chiapas posee 2.1 % de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos. Por su composición, la fauna de equinodermos del estado se asemeja a las de los estados de Guerrero y Oaxaca, con las cuales comparte aproximadamente 90 % de sus especies. Para el estado se han reportado, hasta la fecha, 14 especies: cinco de Asteroidea (estrellas de mar), una de Ophiuroidea (cacerolitas de mar), seis de Echinoidea (erizos de mar) y dos de Holothuroidea (pepinos de mar). Las 14 especies están distribuidas en 11 géneros, 10 familias, ocho órdenes y cuatro clases. Sólo la clase Crinoidea (lirios de mar) no se ha registrado para el estado.

Para los invertebrados terrestres, concretamente para los del filum Mollusca, en Chiapas hasta el momento se han registrado 21 familias y 111 especies de moluscos terrestres (caracoles y babosas), alrededor de 9.3 % de la fauna de moluscos total del país. El caracol terrestre del género *Semiconchula*, endémico para Chiapas, representa una nueva línea evolutiva dentro de la familia Xanthonychidae.

Para los arácnidos, en esta publicación se reportan 487 especies, incluidos en 211 géneros y 51 familias, correspondiendo a 22.6 % de las especies, a 50.1 % de los géneros y a 78.5 % de las familias de la República Mexicana. Las familias con mayor riqueza de especies son Araneidae (105), Theridiidae (101) y Salticidae (56) que, en conjunto, contienen 53.8 % de las especies del estado. Pese a esto, el conocimiento es más amplio en determinadas regiones y hacia determinados grupos (tejedoras de redes), que han sido los más estudiados, por lo que es necesario ampliar el estudio a todo el estado y todos los grupos de arácnidos chiapanecos.

Chiapas es el estado con mayor número de especies conocidas de opiliones (arañas patonas), sumando hasta el momento 54 taxones y 52 especies, de estas especies, que representan el 19 % del total nacional, la mayoría se han registrado en lugares cálidos y húmedos. Cabe resaltar que el grado de endemismo de los opiliones en Chiapas es importante, 48 % (25 especies) son endémicas para el estado, 12 especies (23 %) se encuentran también en otros estados de la república (aunque son exclusivas de México) y 15 especies (29 %) se encuentran distribuidas en diferentes regiones de América.

La relación de las especies de insectos registradas actualmente incluyen un total de 4 109 especies, correspondientes a 2 500 géneros, 110 familias y 20 órdenes taxonómicos. La fauna de efemerópteros (efímeras) en Chiapas se compone de 35 especies, repartidas en 19 géneros, seis familias, dos superfamilias y cinco subórdenes; es importante mencionar que 20 % de las especies registradas son endémicas para Chiapas. La fauna perteneciente al orden Megaloptera se compone de nueve especies, ocho de Corydalidae (Corydalinae) y una de Sialidae, que constituyen casi 70 % de las especies registradas en México. Los coleópteros (orden Coleoptera) son uno de los grupos de insectos con mayor número de especies, con 1 152, por lo que a nivel nacional, Chiapas ocupa el primer lugar en cuanto a diversidad de escarabajos (Scarabaeoidea) con 596 especies.

Particularmente, para el orden Diptera (moscas y mosquitos), se han registrado menos de mil especies, pero cuenta con 46.5 % de las especies de Culicidae (mosquitos), se registra 40 % de las especies de Simuliidae (moscas negras) y 27.3 % de las especies de Ceratopogonidae (chaquistes), del total de especies conocidas en el país. En un trabajo realizado en la Reserva de la Biosfera El Triunfo se registró un total de 228 morfoespecies distribuidas en cinco familias y 68 géneros. Las familias de mayor importancia por el número de géneros representados fueron Apidae, Halictidae, Megachilidae, Colletidae y Andrenidae.

Lepidoptera es el orden taxonómico de mayor representación en Chiapas. La riqueza de mariposas de la entidad es de las más diversas e importantes de México con el 62 % del total de especies del país y el 6.5 % a nivel mundial, comprende 1 252 especies, representados por seis familias, 25 subfamilias y 465 géneros. Para las palomillas, se estima que existen 13 000 especies de las que, probablemente 8 000 – 9 000 especies habitan en Chiapas; no obstante, al momento, únicamente se conocen 552 especies en el estado. En relación a las mariposas tigre o mariposas avispadas, de las 719 especies registradas para México, en esta sección se registran 331 especies (46 %), entre las que destacan las que se consideran plagas agrícolas o forestales.

El conocimiento de los insectos en Chiapas es fragmentario y varía enormemente entre grupos taxonómicos y regiones. En algunas familias es probable que más del 90 % de las especies haya sido ya nombrado (por ej., Papilionidae y Sphingidae), mientras que en otras, quizás menos de 10 % de las especies, ha recibido un nombre (por ej., Curculionidae).

En el estudio se considera también la biodiversidad chiapaneca de épocas pasada, en esta sección se describen los crustáceos fósiles chiapanecos conocidos en la actualidad que comprenden 20 géneros descritos y se sugiere el estudio de otras áreas donde se ha reportado su presencia, como en los municipios de Palenque, Marqués de Comillas y Ocosingo.

Finalmente, es importante rescatar el conocimiento tradicional que muchas de las etnias de Chiapas tienen sobre grupos de insectos (escarabajos) y hacer útil ese conocimiento para el control de plagas y aportes nutrimentales, principalmente a las dietas de las familias. Además, es importante considerar su utilidad como indicadores de perturbación o contaminación del medio, debido a su alta susceptibilidad a los cambios provocados por la actividad humana. A lo largo de la sección se puntualiza que, para todos los grupos de invertebrados, es necesario realizar estudios sobre autoecología, taxonomía, biología evolutiva, ecología y sobre el estado de conservación, las oportunidades de protección y sus amenazas.



MOLUSCOS TERRESTRES: CARACOLES Y BABOSAS

Edna Naranjo-García, Allyn G. Smith y Manuel J. Avendaño Gil

Introducción

Los moluscos pertenecen a un grupo animal de invertebrados que habitan el medio marino, dulceacuícola y terrestre. La mayoría son de vida libre aunque existen algunos parásitos. Los moluscos terrestres americanos son organismos solitarios (Burch, 1962), que habitan en sitios húmedos, debajo de rocas o troncos, de cortezas de árboles o en la superficie, durante la temporada de lluvias y algunas veces se les encuentra en lugares insospechados (Bequaert y Miller, 1973), como entre hojas de bromelias y raíces de orquídeas. En la actualidad, se conocen 130 000 especies vivientes y unas 35 000 especies fósiles. Se trata, por lo tanto, de un grupo de organismos en plena expansión evolutiva y hoy en día constituyen uno de los grupos más grandes de animales (Barnes, 1984; Sequeiros, 1989; Storch y Welsch, 2001).



Figura 1. Ejemplar del gasterópodo terrestre *Orthalicus* cf. *O. zoniferus* Strebel, 1882, sobre una hoja de árbol de naranja, en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Foto: Javier Avendaño Gil.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO

En el cuerpo de los moluscos se distinguen frecuentemente cabeza, pie y una masa visceral. La cabeza contiene el ganglio cerebral, está provista de los órganos sensoriales (tentáculos y ojos) y la boca. El pie es la parte ventral de la unidad funcional del tubo músculo-cutáneo, dotado de una poderosa musculatura; el saco visceral es la joroba dorsal, envuelta por una fina piel. El manto o palio es la pared del cuerpo que segrega la concha. En el interior de los espacios cubiertos por el manto, el surco o la cavidad del manto, se localizan los órganos respiratorios, el osfradio (órganos sensoriales) y la glándula hipobranquial. En la cavidad del manto se abre el ano y los conductos eferentes del órgano excretor y reproductor (Storch y Welsch, 2001). La piel es desnuda y muy rica en células glandulares grandes, cuando no está cubierta por la concha, presenta a menudo cilios, espinas o escamas, por eso es resbaladiza y blanda, de ahí el nombre de Mollusca ('animales blandos') (Storch y Welsch, 2001).

El grupo es tan diverso que los moluscos pueden presentar concha (caracoles) o estar ausente (babosas), o se ha reducido en diversos grados hasta ser solamente unos gránulos sobre el manto (algunas babosas); es externa o interna –calamares– (Naranjo-García y Meza, 2000).

EL ESTUDIO DE LOS MOLUSCOS EN CHIAPAS

El trabajo de Bequaert (1957) "Land and freshwater mollusks of the selva Lacandona, Chiapas" ('Moluscos terrestres y dulceacuícolas de la selva Lacandona, Chiapas'), cuyo título sugiere la exclusiva referencia a los moluscos de la selva Lacandona, reúne el conocimiento de estudios en el estado, sobre este grupo durante los 100 años anteriores a esa obra. En ella también se refiere a las relaciones faunística, a la biodiversidad esperada y registra un total de 88 especies de moluscos continentales (dulceacuícolas y terrestres); asimismo, enfatiza que el número puede elevarse a 200 especies o más. De entonces a la fecha se han hecho varias contribuciones al conocimiento de este grupo de animales, registrando nuevas especies (cuadro 1).

Diversidad y distribución

Hasta el momento se han registrado para el estado de Chiapas 21 familias y 111 especies (y subespecies) de moluscos terrestres, alrededor de 9.3 % de la fauna de moluscos total del país (apéndice VIII.6).

Entre estas especies, 67 se han registrado en una sola localidad (apéndice VIII.6), lo cual representa un cuarto (26 %) del total de la fauna de moluscos terrestres conocida para Chiapas. Desconocemos si esas especies son endémicas o no, si existen aún o están en riesgo, cualquiera que sea la situación sería necesario seguir explorando el estado para resolver su situación.

Las especies más ampliamente conocidas son: *Lysinoe ghiesbreghti* que se distribuye en Chiapas y Guatemala (Bequaert, 1957); *Helicina tenuis* se distribuye desde Jalisco y Guanajuato hacia el sureste de México (Fischer y Crosse, 1870-1902; Martens, 1890-1901; Baker, 1922), Guatemala, Belize, Honduras, El Salvador y Costa Rica (Richling, 2004); *Orthalicus princeps* (figura 1) es de amplia distribución y se localiza en toda la vertiente del Golfo de México hasta Costa Rica (Pérez y López, 2003; Barrientos, 2003).

Por su parte, *Sarasinula dubia* y *Allopeas gracile* son especies introducidas. *S. dubia* es originaria de Saint Thomas, Islas Vírgenes (Thomé, 1989) fue registrada para dos localidades, una cerca de la Finca Custepec, en el curso del

Cuadro 1. Especies de moluscos terrestres más recientemente descritos para el estado.

<i>Choanopoma (Choanopomops) terecostatum</i> (Thompson, 1966)
<i>Lindiella sulfureus</i> (Thompson, 1967)
<i>Epirobia lurida</i> (Thompson, 1976)
<i>Epirobia swiftiana alternans</i> (Thompson, 1976)
<i>Semiconchula custepecana</i> (Naranjo-García, Polaco y Pearce, 2000)
<i>Semiconchula breedlovei</i> (Naranjo-García, 2003)

río Custepec (Sierra Madre de Chiapas) y la otra en los alrededores de Teopisca; en otras partes del mundo ha sido transportada en plantas o como huevecillos en la tierra (Naranjo-García *et al.*, 2007).

Allopeas gracile fue descrita como especie de la India en Mirzapur y en la actualidad se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo; sin embargo, Pilsbry (1946) piensa que es originaria de algún lugar de la América tropical. Esta especie es posible que también haya sido transportada en plantas ornamentales y tierra.

El descubrimiento del género *Semiconchula* (Naranjo-García *et al.*, 2000), fue un nuevo género para la ciencia, el cual abrió una nueva línea evolutiva dentro de la familia Xanthonychidae (Naranjo-García, 2003a); hasta el momento se conoce exclusivamente en el estado de Chiapas.

Por otro lado, se han encontrado moluscos de los cuales, en la actualidad, desconocemos el género y la familia. Con esos indicios podría pensarse que en el estado hay una rica fauna, con particularidades que han pasado desapercibidas.

Finalmente, en cuanto a micromoluscos, se han registrado algunas especies de los géneros *Schasicheila*, *Spiraxis* y *Thysanophora*; aún falta por registrar *vitridos* y géneros como *Euconulus*, *Cecilioides* y *Gastrocopta*, representativos de bosques tropicales de México (Naranjo-García, 2003b) y Centroamérica (Barrientos, 2003; Pérez y López, 2003).

Dentro del marco de las colecciones científicas, cabe resaltar que en México ahora existe la Colección Nacional de Moluscos en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual alberga especies principalmente continentales, donde se encuentran representadas 54 % de las especies terrestres y 24 % del total de familias dulceacuícolas registradas¹ (Naranjo-García, 1993).

En México se ha dado mayor atención al estudio profesional de los moluscos marinos dejando de lado a los terrestres y dulceacuícolas, a pesar de la importancia para la economía y la salud. Por ejemplo, algunas especies de moluscos terrestres y dulceacuícolas pueden convertirse en plagas

agrícolas (*Helix aspersa*) o ser transmisores de enfermedades parasitarias para los animales silvestres, domésticos y del ser humano (Naranjo-García, 1994); varios géneros de moluscos (*Polygyra*, *Deroceras*) terrestres transmiten el parásito causante de la muleriosis (bronconeumonía vermicosa o bronquitis parasitaria) al ganado caprino, ovino y animales silvestres como el borrego cimarrón, chital, corzo y gamuza (Figueroa, 1995; Gaxiola, 1997). Esta enfermedad del ganado algunas veces causa la muerte; otros efectos lo constituyen disminución en la producción de leche, de carne, lana, retraso en el crecimiento, alteración de la fertilidad; en casos extremos de infestación, la carne puede ser decomisada en el rastro (Huesca, 2002). La enfermedad hasta ahora no ha sido registrada en Chiapas.

En cuanto a los moluscos introducidos, estos representan un problema de suma importancia, puesto que afectan los cultivos como el café; en Veracruz, el manejo de la tierra posiblemente disparó el crecimiento desmedido de poblaciones de *Cecilioides consobrinus veracruzensis*, un caracol nativo diminuto (2.5 mm de altura), que a inicio de la década de 1980 causó gran daño a plántulas de cafeto (Aranda, 1987). El efecto de moluscos introducidos en Chiapas se desconoce. Posiblemente, *Sarasinula dubia* permanezca localmente sin desplazarse a zonas prístinas, como se ha observado en la Estación de Biología de Los Tuxtles en Veracruz, donde sólo se encuentra en los jardines sin aparente daño a las plantas (Naranjo-García *et al.*, 2007). Por otro lado, algunos moluscos son utilizados como alimento. Por ejemplo, en San Cristóbal y sus alrededores se busca como alimento a la especie *Lysinoe ghiesbreghti* conocida como *ton tob* en tsotsil; este es un caracol de grandes dimensiones que habita los Altos de Chiapas. Se desconocen datos estadísticos sobre su consumo.

Finalmente, otro aspecto de importancia es su utilidad como indicadores de perturbación o contaminación del medio, debido su alta susceptibilidad a los cambios provocados por la actividad humana (Olivera y Polaco, 1991).

¹ La mayoría de los ejemplares tipo o en los que se basó la descripción de moluscos se encuentran depositados en colecciones de Europa y Estados Unidos (Naranjo-García, 1993). Hace algunos años, el Laboratorio de Paleozoología del Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) inició la formación de una colección Tipológica de Comparación, la cual será la referencia para identificar correctamente los moluscos provenientes de contextos arqueológicos; además, pretende representar todas las especies mexicanas (Polaco, 1986).

Tendencias de cambio

En todo el mundo, así como en Chiapas, los retos y amenazas a los que se enfrentan las poblaciones de moluscos terrestres son diversos. Por ejemplo, sus comunidades naturales se ven fuertemente presionadas por:

1. Los asentamientos humanos,²
2. El desarrollo de las telecomunicaciones (Cerro Huitepec).
3. La agricultura, el río Lacantún presenta florecimiento de algas en su curso, cercano a Montes Azules, muy posiblemente por descargas de fertilizantes hacia el río.
4. La explotación forestal de bosques,³: el bosque de los alrededores de la Reserva de los Montes Azules ha prácticamente desaparecido
5. El cultivo de plantas ornamentales (laderas del Cerro Huitepec).
6. Los desechos y la contaminación.
7. La destrucción y la modificación del hábitat⁴ (producción de carbón y sobrepastoreo (Tipper, 2004).
8. Disminución de las especies arbóreas.

Aunque varios autores han constatado que los bosques utilizados para el cultivo del cafeto bajo sombra conservan en buena medida la biodiversidad del área (Peeters *et al.*, 2003; Perfecto *et al.*, 2005), el bajo costo del café en grano (en los últimos 30 años el precio del café ha sido el más bajo en 100 años) ha propiciado que se siembren variedades más productoras con mayores requerimientos de iluminación solar y poda de árboles, lo cual ocasiona la disminución de la biodiversidad, incluyendo a los moluscos, por la mayor exposición al sol y el uso de plaguicidas y fertilizantes. De esta manera, los caracoles y babosas nativas que ahí habitan están a merced de sus cambios, además del desconocimiento que persiste por lo que sería interesante inventariar los caracoles de al menos un cafeto bajo las diferentes formas de manejo existentes en el estado.

Conclusiones

Tanto a nivel nacional como en el estado de Chiapas, aún se está en la fase de reconocimiento de la malacofauna pues, aunque se han registrado aproximadamente 1 500 y 111 especies respectivamente, los registros en el estado representan 9.3 % de la fauna de moluscos total del país. En 1957, Bequaert registró 73 especies de moluscos terrestres y ahí reunió el conocimiento de estudios sobre los moluscos continentales en el estado (de los 100 años anteriores a la publicación de esa obra). Asimismo, el conocimiento de su sistemática y de su biología es deficiente.

Tres especies se distribuyen ampliamente en Chiapas y Guatemala: *Lysinoe ghiesbreghti* y en el país *Helicina tenuis* (Jalisco y Guanajuato hacia el sureste de México) y *Orthalicus princeps* (en toda la vertiente del Golfo en la República Mexicana hasta Costa Rica). Se desconocen los efectos que puedan causar las especies introducidas *Sarasinula dubia* y *Allopeas gracile* en las comunidades naturales. El género *Semiconchula*, solamente conocido para el estado de Chiapas, representa una nueva línea evolutiva dentro de la familia Xanthonychidae. Se piensa que existe en el estado una rica fauna por descubrirse, esperando que aparezcan entre ellas géneros representativos de bosques tropicales de México y Centroamérica (por ejemplo: *Euconulus*, *Cecilioides* y *Gastrocopta*).

Los moluscos son fuente de proteínas (como alimento) o indicadores de perturbación o contaminación del medio; también transmiten enfermedades (como la muleriosis) y pueden ser plagas agrícolas.

Las comunidades naturales y los moluscos en ellas se ven fuertemente presionadas por 1) los asentamientos humanos, 2) el desarrollo de las telecomunicaciones, 3) la agricultura, 4) la explotación forestal de los bosques, 5) el cultivo de plantas ornamentales, 6) los desechos y la

² Avendaño *et al.* (2004) observaron en el ejido Bella Ilusión del municipio de Maravilla Tenejapa, que colinda con la Reserva de Montes Azules, una marcada disminución del número de individuos por especie entre la zona colindante con la Reserva y el asentamiento humano.

³ Se ha calculado que en los últimos 25 años se ha perdido 50 % del bosque, precisamente por la demanda de tierras de cultivo y la extracción de madera –Cayuela *et al.*, 2006; Tipper R., 2004. www.unep-wcmc.org/forest/restoration/globalpartnership/docs/Mexico.pdf.

⁴ creación de pastizales para el ganado –el área calculada para el estado era de 53 %, o se dedicaba a la agricultura en tierras que albergaban selva alta perennifolia o bosque bajo caducifolio (Challenger, 1998).

contaminación, 7) la destrucción y la modificación del hábitat y 8) la disminución de las especies arbóreas. Sería recomendable que se continúe con el cultivo del cafeto bajo sombra, que conserva la biodiversidad del área.

Se sugiere inventariar los caracoles de al menos un cafeto bajo las diferentes formas de manejo existentes en el estado para valorar con cuánto se cuenta.

Entender la fauna malacológica de un lugar toma tiempo, a veces la búsqueda de los moluscos en el campo es tediosa y muy frecuentemente decepcionante, y encontrar un ejemplar vivo adulto es un trofeo invaluable. Un primer paso para cuantificar las poblaciones de moluscos sería explorar el estado y comprobar que las

especies siguen ahí; por el momento estamos imposibilitados para cuantificar la fauna de moluscos ya que la mayoría de los organismos registrados, tanto en el estado de Chiapas como en toda la república Mexicana, fueron descritos con ejemplares en concha.

El trabajo que realizó el extinto Instituto de Historia Natural (IHN) con relación al conocimiento de los moluscos terrestres de Chiapas, fue pionero, como en varios aspectos de los recursos naturales del estado.

En el año 2002, se formó la colección de gasterópodos terrestres y dulceacuícola del estado de Chiapas con el registro sistemático de la región de Ixcán y de otras regiones del estado.

Literatura citada

- Aranda Delgado, E. 1987. Una nueva plaga de los semilleros y viveros de café en México. "El caracolito de las raíces" *Ceciliooides consobrinus veracruzensis* (Crosse y Fischer). First International Congress of Medical and Applied Malacology, Monterrey, Nuevo León. 2-6 junio. Abstracts.
- Avendaño-Gil, M. J., G. Carbot Ch. y E. D. Ovalles. 2004. Inventario de gasterópodos terrestres y dulceacuícolas del área focal de Ixcán. Informe del proyecto "Y015". Instituto de Historia Natural y Ecología-CONABIO. México D.F. 30 pp.
- Baker, H. B. 1922. The Mollusca collected by the University of Michigan Walker Expedition in Southern Veracruz, Mexico I. Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan, No. 106, 61 pp.
- Barnes, R. 1984. Zoología de invertebrados. Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V. México, D.F. 1157 pp.
- Barrientos, Z. 2003. Lista de especies de moluscos terrestres (Archaeogastropoda, Mesogastropoda, Archaeopulmonata, Stylommatophora, Soleolifera) informadas para Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 51 (Supl. 3): 293-304.
- Bequaert, J. C. 1957. Land and freshwater mollusks of the Selva Lacandona, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard* 116 (4): 204-227.
- Bequaert, J. C. y W. B. Miller. 1973. The mollusks of the arid Southwest, with an Arizona check list. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 271 pp.
- Burch, J. B. 1962. How to know the Eastern land snails. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 214 pp.
- Cayuela, L., J. M. R. Benayas y C. Echeverría. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975-2000). *Forest Ecology and Management* 226 (1-3): 208-218.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente, futuro. CONABIO, Instituto de Biología, Agrupación Sierra Madre, 847 pp.
- Figueroa Castillo, J. A. 1995. *Muellerius capillaris* en cabras, eliminación de larvas. Hospederos intermediarios y su relación con factores climáticos. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 53 pp.
- Fischer, P. H. y J. C. H. Crosse. 1870-1872. Etudes sur les Mollusques Terrestres et Fluviales de Mexique et du Guatemala. Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale, *Recherches Zoologiques* 7 (1): 1-702.
- Fischer, P. H. y J. C. H. Crosse. 1900-1902. Etudes sur les Mollusques Terrestres et Fluviales de Mexique et du Guatemala. Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale, *Recherches Zoologiques* 7 (2): 1-731.
- Gaxiola Camacho, S. M. 1997. Infestación natural por *Muellerius capillaris* en cabras, moluscos intermediarios y su relación con factores climáticos, en Tepetzingo, Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 67 pp.
- Huesca Guillen, A. A. 2002. Infección experimental de *Polygyra* sp. como hospedero intermediario de *Muellerius capillaris* *in vitro*. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 42 pp.
- Martens, von E. 1890-1901. Biología Central-Americana. Land and freshwater Mollusca. Londres. 706 pp.
- Naranjo-García, E. 1993. La Colección Malacológica del Instituto de Biología. pp. 25-32. En: H. Brailovsky y B. Gómez Varela (Comps.). Colecciones Zoológicas. Colecciones Biológicas Nacionales. Instituto de Biología. UNAM. México D.F.

- Naranjo-García, E. 1994. Estudios de los moluscos terrestres en México. En: E. Naranjo-García, M. T. Olivera y O. J. Polaco (Comps.). Seminario "La situación actual de la Malacología Médica y Aplicada en Latinoamérica". Cap. Mexicano de la Sociedad Internacional de Malacología Médica y Aplicada. México, 78 pp.
- Naranjo-García, E. 2003a. A new species of *Semiconchula* from Central Chiapas, Mexico (Pulmonata: Xanthonychidae). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 54 (12): 225-230.
- Naranjo-García, E. 2003b. Malacofauna de la hojarasca. Págs.141-161. En J. Álvarez-Sánchez y E. Naranjo-García (Eds.). "Ecología del suelo en la Selva Tropical Húmeda de México". Inst. de Ecología, A.C., Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM. Xalapa, México. 302 pp.
- Naranjo-García, E. y G. Meza Meneses. 2000. Moluscos. pp. 309-404. En: G. de la Lanza E., S. Hernández P. y J. L. Carbajal P. (Comps.). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Comisión Nacional del Agua, Instituto de Biología, UNAM y Plaza y Valdés, 633 pp.
- Naranjo-García, E., O. J. Polaco y T. A. Pearce. 2000. A new genus and species of semi-slug from southern Chiapas (Pulmonata: Xanthonychidae). *Archiv für Molluskendunde* 128 (1/2): 153-161.
- Naranjo-García, E., J. W. Thomé y J. Castillejo. 2007. A review of the Veronicellidae from Mexico (Gastropoda: Soleolifera). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78 (1): 41-50.
- Olivera, M. T. y J. O. Polaco. 1991. Breve reseña histórica y bibliográfica básica de las investigaciones sobre los moluscos continentales mexicanos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 34: 109-121.
- Peeters, L. Y. K., L. Soto-Pinto, H. Perales, G. Montoya y M. Ishiki. 2003. Coffee production, timber, and firewood in traditional and Inga-shaded plantations in Southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 481-493.
- Pérez, A. M. y A. López. 2003. Listado de la malacofauna continental (Mollusca: Gastropoda) del Pacífico de Nicaragua. *Revista Biología Tropical* 51 (3): 405-451.
- Perfecto, I., J. Vandermeer, A. Mas y L. Soto Pinto. 2005. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. *Ecological Economics* 54: 435-446.
- Pilsbry, H. A. 1946. Land Mollusca of North America (North of Mexico). Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monographs 3 (ii), part 1. pp. i - vi + 520.
- Polaco, O. J. 1986. La Colección de Moluscos del Departamento de Prehistoria. Memorias de la II Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología, Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 219-227.
- Richling, I. 2004. Classification of the Helicinidae: review of morphological characteristics base on a revision of the Costa Rican species and application to the arrangement of the Central American mainland taxa (Mollusca: Gastropoda: Neritopsina). *Malacologia* 45 (2): 195-440.
- Sequeiros, L. 1989. Atlas de los fósiles. Jover, España.
- Solem, A. 1961. A preliminary review of the Pomatiasid land snails of Central America (Mollusca, Prosobranchia). *Archiv fur Molluskenkunde* 90 (4/6): 191-213.
- Storch, V. y U. Welsch. 2001. Curso práctico de zoología de Kükenthal. Ariel, S.A. Barcelona, España. 604 pp.
- Thomé, J. W. 1989. Annotated and illustrated preliminary list of the Veronicellidae (Mollusca: Gastropoda) of the Antilles, and Central and North America. *Journal of Medical and Applied Malacology* 1: 11-28.
- Thompson, F. G. 1966. A new pomatiasid from Chiapas, Mexico. *The Nautilus* 80 (1): 24-28.
- Thompson, F. G. 1967. A new land snail of the family Proserpinidae from Chiapas, Mexico (Gastropoda: Prosobranchia). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 80: 61-64.
- Thompson, F. G. 1976. The genus *Epirobia* in Chiapas, Mexico. *The Nautilus* 90 (1): 41-46.
- Thompson, F. G. 1995. New and little known land snails of the family Spiraxidae from Central America and Mexico (Gastropoda, Pulmonata). *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences* 39 (2): 45-84.



Version gratuita disponible su venta.

GASTERÓPODOS TERRESTRES Y DULCEACUÍCOLAS DEL ÁREA FOCAL IXCÁN, CHIAPAS

Manuel J. Avendaño Gil, Edna Naranjo García, Gerardo F. Carbot Chanona y
Ernesto Ovalles Damián

En la zona focal de Ixcán, Chiapas, se realizó el inventario de gasterópodos dulceacuícolas y terrestres así como la formación de una colección de referencia y su base de datos.

El área focal de Ixcán se encuentra inmersa en la Selva Lacandona, ubicada en la porción centro-este del estado de Chiapas, cerca de la frontera de México con el país centroamericano de Guatemala. Las coordenadas geográficas que fueron asignadas por CONABIO son: 91° 18' 54''W, 16° 04' 26'' N; 91° 18' 54'' W, 16° 14' 35'' N; 91° 06' 11'' W, 16° 14' 35'' N; 91° 06' 11'' W, 16° 04' 26'' N. Lo anterior nos ubica entre las subregiones de Marqués de Comillas y Margaritas (Montes *et al.*, 1999).

El trabajo de campo consistió en recolectar ejemplares durante 50 días espaciados en el transcurso del año 2002, así como durante los meses de enero y febrero del año 2003. Para tal efecto, se dividió el área de Ixcán en cuadrantes y dentro de estos se escogieron 45 puntos de recolecta de ejemplares y toma de datos. Se recolectaron 1 172 especímenes, los cuales fueron depositados en la Dirección de Investigación del Instituto de Historia Natural y Ecología.

El trabajo taxonómico dio como resultado la determinación de 35 especies que incluyen 23 géneros y 14 familias. De las 35 especies determinadas (Avendaño *et al.* 2010) en el área focal de Ixcán (cuadro 1), 29 son terrestres y seis dulceacuícolas. Anexo a la colección, se tiene un catálogo con 277 registros con las siglas: IHN-MO (Instituto de Historia Natural-Moluscos) y una base de datos (Biótica 4.0).

Debido a lo restringido de sus requerimientos, los moluscos continentales presentan una alta susceptibilidad a los cambios provocados por la actividad humana, lo que los convierte en excelentes indicadores de perturbación o contaminación del medio (Olivera *et al.*, 1991).

Los moluscos de la familia Pachychilidae, conocidos como shutis, han sido consumidos ampliamente y la evidencia arqueológica y paleontológica nos muestra que este recurso se ha explotado durante 10 000 años sin problemas. Actualmente, sólo se explotan en forma local y se encuentran afectados por cambios ambientales más que por una sobreexplotación (Naranjo *et al.*, 1994).

Lo anterior queda de manifiesto en el presente estudio al recolectarse gran número de individuos de las especies *Pachychilus schumoi* y *Pachychilus indiorum* dentro de la zona focal de Ixcán que actualmente presenta bajo impacto humano en comparación a otras zonas dentro del estado, como la Depresión Central de Chiapas, en donde tradicionalmente se consumía y actualmente es difícil encontrarlo debido al "desarrollo humano" de esta región.

El trabajo taxonómico que se realizó con los ejemplares recolectados detectaron la existencia de dos nuevas especies del género *Aroapyrgus* (Edna Naranjo. com. pers.).



Cuadro 1. Relación de especies reportadas para Ixcán.

1	<i>Amphicyclotus texturatus</i>
2	<i>Aroapyrgus</i> sp.
3	<i>Aroapyrgus</i> sp.
4	<i>Averellia coactiliata</i>
5	<i>Averellia</i> sp.
6	<i>Brachypodella dubia</i>
7	<i>Bulimulus unicolor</i>
8	<i>Coelocentrum tomacella</i>
9	<i>Choanopoma radiosum</i> cf. <i>Ch.r. sargi</i>
10	<i>Choanopoma terecostatum</i>
11	<i>Drymaeus dominicus</i>
12	<i>Drymaeus</i> sp.
13	<i>Euglandina albersi</i>
14	<i>Euglandina decussata</i>
15	<i>Guppya</i> sp.
16	<i>Helicina amoena</i>
17	<i>Helicina rostrata</i>
18	<i>Helicina</i> sp.
19	<i>Lamellaxis</i> cf. <i>L. martensi</i>
20	<i>Lamellaxis</i> cf. <i>L. micra</i>
21	<i>Lucidella (Poenia) lirata</i>
22	<i>Melanoides tuberculata</i>
23	<i>Microceramus concisus</i>
24	<i>Neocyclotus</i> cf. <i>N. disoni ambiguus</i>
25	<i>Oligyra oweniana coccinostoma</i>
26	<i>Oligyra oweniana oweniana</i>
27	<i>Opeas</i> sp.
28	<i>Orthalicus</i> cf. <i>O. zoniferus</i>
29	<i>Pachychilus indiorum</i>
30	<i>Pachychilus schumoi</i>
31	<i>Pomacea flagellata</i>
32	<i>Salasiella guatemalensis</i>
33	<i>Salasiella</i> sp.
34	<i>Spiraxis</i> sp.
35	<i>Streptostyla</i> sp.

Dentro del marco de las colecciones científicas cabe resaltar que en México existen pocas colecciones científicas de moluscos continentales

Literatura citada

- Avendaño Gil, M. J., G. Carbot-Chanona y E. Naranjo-García. 2010. Moluscos gasterópodos terrestres y dulcea-cuícolas del área focal Ixcán, Chiapas, México. *Lacandonia* 4 (1): 29-36.
- Montes, Q. S., I. J. March, S. R. Hernández, C. R. Jiménez y M. A. Tovar. 1999 Diagnóstico socioeconómico y ambiental del Ejido Ixcán, Conservación Internacional México, A.C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 154 pp.
- Naranjo, G. E. 1993. La Colección Malacológica del Instituto de Biología. pp. 25-32. En: H. Brailovsky y B. Gómez Valera (Comp.). Colecciones Zoológicas. Colecciones Biológicas Nacionales. Inst. de Biología. UNAM. México D.F.



Figura 1. Los moluscos de la familia Pachychilidae, conocidos como shutis, son consumidos de manera local. Foto: Javier Avendaño.

con la presente (Polaco, 1986; Naranjo, 1993), pues aún cuando el material colectado es abundante, se encuentra depositado en colecciones pertenecientes a museos o universidades de Europa y Estados Unidos (Olivera *et al.*, 1991).

- Naranjo-García, E., M. T. Olivera y O. J. Polaco (Comp.). 1994. Seminario. La situación actual de la malacología médica y aplicada en América Latina. Capítulo mexicano de la Sociedad Internacional de malacología médica y aplicada. Museo del Templo Mayor, México, D.F. 15-17 marzo de 1990. 78 p.
- Olivera, M. T. y P. J. Óscar. 1991. Breve reseña histórica y bibliográfica básica de las investigaciones sobre los moluscos continentales mexicanos. *An. Esc. nac. Cienc. Biol., Méx.* 34: 109-121.
- Polaco, O. J. 1986. La Colección de Moluscos del Departamento de Prehistoria. Mem. II Reunión. Nac. Malacología y Conquiliología, Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 219-227.



Version para venta.

HELMINTOS PARÁSITOS DE PECES DE AGUA DULCE

Guillermo Salgado-Maldonado, Juan M. Caspeta-Mandujano,
František Moravec, Eduardo Soto-Galera, Guillermina Cabañas-Carranza,
Rocío Rodiles-Hernández

Descripción

Se conoce como helmintos a los gusanos parásitos de los phyla Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda. Los platelmintos o gusanos planos (incluyen a los tremátodos, monogéneos y céstodos) son hermafroditas y poseen un aparato digestivo ciego, carente de ano en la mayor parte de los casos. Los acantocéfalos son gusanos que presentan sexos separados (es decir, hay machos y hembras), tienen una proboscis anterior armada de ganchos y carecen de aparato digestivo. Los nemátodos también presentan sexos separados y aparato digestivo completo.

Hay helmintos con ciclo de vida directo (es decir, que parasitan a un solo hospedero), pero en general los helmintos tienen ciclos de vida complejos, donde las diferentes etapas larvarias se van desarrollando en distintos hospederos hasta alcanzar el estadio adulto (maduro sexualmente) en el hospedero definitivo.

Como ejemplo de un ciclo de vida directo están los monogéneos que, en su mayoría, son parásitos de peces. Los parásitos adultos ponen huevos de los cuales eclosiona una larva denominada oncomiracidio, que puede invadir otros peces. Hay también monogéneos que son vivíparos y se transmiten directamente de pez a pez.

Ejemplos de ciclos de vida indirectos se pueden observar en los tremátodos: algunas especies maduran en peces, como *Crassicutis cichlasomae* que es parásito de las mojarras (Cichlidae). Con los excrementos del pez salen los huevos, de los cuales eclosiona una larva (miracidio) que infecta caracoles dentro de los que se multiplica asexualmente y donde pasa por varias etapas larvarias, hasta dar lugar a cercarias que salen del caracol e infectan a los peces. Aún más complejo es el ciclo de vida de *Posthodiplostomum minimum*, un tremátodo ampliamente distribuido en México, que ocupa a los peces de agua dulce como hospederos intermediarios y madura en aves que se alimentan de peces ictiófagas. Los huevos del parásito caen al agua junto con el excremento de las aves, luego el miracidio penetra en un caracol donde eclosionan las larvas llamadas cercarias que son infectivas para los peces; finalmente, en estos se transforman en metacercarias que se enquistan en diversos órganos y tejidos como el hígado, mesenterios, músculos y ojos. El ciclo se cierra cuando el ave depreda estos peces infectados y el parásito alcanza la madurez en dicho hospedero.

Los helmintos parasitan en todos los grupos de vertebrados. Los peces pueden ser hospederos intermediarios de muchas especies de helmintos y hospederos definitivos de otras. En este trabajo nos ocupamos únicamente de los helmintos parásitos de peces de agua dulce de Chiapas.

Diversidad taxonómica de helmintos parásitos de peces de agua dulce de Chiapas

Aunque desde luego no se cuenta con el conocimiento completo, la fauna de helmintos parásitos de peces de agua dulce de Chiapas está bien documentada (Pineda-López, 1985; Moravec *et al.*, 1993; Vidal-Martínez, 1995; Mendoza-Franco *et al.*, 2000; Vidal-Martínez *et al.*, 2001; González-Solís y Moravec, 2002, 2004; Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003; Caspeta-Mandujano *et al.*, 2005, Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado *et al.*, 2011).

Hasta la fecha, se han examinado 52 especies de 16 familias de peces dulceacuícolas de los cuerpos de agua en la zonas Norte, el Altiplano Central, la región Altos, la Selva Lacandona y en los ríos del sur que desembocan al océano Pacífico, es decir, la cobertura de los muestreos se ha extendido en las regiones representativas del estado. De las 52 especies examinadas, 20 son especies de cíclidos (Teleostei: Cichlidae) y 10 de poecílicos (Teleostei: Poeciliidae), los cuales son las familias más numerosas de peces de agua dulce en la región.

La diversidad taxonómica de helmintos parásitos de peces de agua dulce de Chiapas reconocida hasta la fecha incluye 67 especies, 52 géneros y 37

familias de los tres phyla de helmintos (cuadro 1). Si bien falta mucho por hacer, el inventario de especies con el que se cuenta constituye una base científica sólida para el trabajo futuro.

Entre los istmos de Tehuantepec y Panamá se encuentra una fauna de peces dulceacuícolas típica del área centroamericana, distinta de las faunas sudamericana y norteamérica. Asociada con estos peces se encuentra también una fauna de helmintos parásitos típica, distintiva y diversa (Salgado-Maldonado, 2006, 2008). Los helmintos parásitos de los peces dulceacuícolas de Chiapas son parte de esta gran fauna centroamericana (Salgado-Maldonado, 2008), la cual es muy similar a la registrada en la península de Yucatán y Tabasco (Pineda-López *et al.*, 1985; López-Jiménez, 2001; Salgado-Maldonado *et al.*, 2005b; Salgado-Maldonado, 2006).

La fauna de helmintos de peces dulceacuícolas de Chiapas es diversa y se caracteriza por las especies de helmintos parásitos de cíclidos y poecílicos (cuadro 2) que constituyen las familias de peces representativas en la región. Cada familia de peces tiene un conjunto propio de helmintos parásitos que se distribuyen junto con ella (Pérez y Choudhury, 2005; Salgado-Maldonado *et al.*, 2005; Salgado-Maldonado, 2006). La fauna helmintológica de una región está determinada entonces por su composición ictiológica: los parásitos de los peces más abundantes son también los parásitos más abundantes en el área. También se encuentran bien representados en Chiapas los helmintos parásitos de los peces Characidae (*Astyanax*, *Brycon*), Heptapteridae (*Rhamdia*) e Ictaluridae (*Ictalurus*); en tanto que los eleótridos (las guavinas como *Dormitator*) comparten bastante la fauna de helmintos de los cíclidos (cuadro 2).

En conjunto, la fauna de helmintos parásitos de peces de Chiapas se caracteriza por la predominancia de especies de tremátodos y nemátodos. Al igual que en otras áreas estudiadas de México, los cestodos y los acantocéfalos son los grupos menos numerosos (cuadro 1). La fauna de monogéneos de Chiapas es rica, pero está muy poco estudiada.

La ausencia de especies endémicas de helmintos en el registro actual, tanto en los cuerpos de agua del estado como en la mayor parte del neotrópico mexicano, se explica con lo anterior. Es posible que algunos peces endémicos aporten una fauna parasitológica también endémica,

Cuadro 1. Diversidad taxonómica de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas.

	Familias	Géneros	Especies
Tremátoda			
Adultos	8	10	12
Metacercarias	8*	10	14
Monogenea	2	5	12
Cestoda			
Adultos	2	2	2
Metacéstodos	1	1	1
Acanthocephala	1	2	2
Nematoda			
Adultos	7	8	15
Larvas	8*	9	9

Fuente: Salgado-Maldonado *et al.*, 2011.

* Tanto entre los tremátodos como en los nemátodos, una familia se repite entre adultos y larvas.

sin embargo, aún no se cuenta con datos suficientes para explorar esta hipótesis. Es el caso del bagre de Chiapas, *Lacantunia enigmatica*, de la cual únicamente hemos examinado dos ejemplares en los que se ha encontrado sólo un par de especies de helmintos generalistas, metacercarias del tremátodo *Diplostomum* sp. y larvas de nemátodos del género *Contracaecum*. Quizá la fauna más particular de helmintos se encuentre asociada con las especies de *Profundulus* (*Profundulidae*) endémicas de Centroamérica. En estos peces, hasta el momento se han descrito dos especies nuevas de nemátodos: *Rhabdochona salgadoi* y *Spinitectus humbertoi* (Caspeta-Mandujano y Moravec, 2000) y se ha encontrado una diversidad de tremátodos y monogéneos aún no descrita.

Amenazas para los hospederos

Entre los helmintos de peces de Chiapas distinguimos dos especies introducidas, las metacercarias, de *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (cuadro 3) y el céstodo asiático *Bothriocephalus acheilognathi* (Yamaguti, 1934) (cuadro 4). Ambas

especies constituyen un riesgo considerable para la conservación de la biodiversidad así como para las actividades de producción acuícola y explotación artesanal de pesquerías. En el registro de helmintos de Chiapas también destaca la presencia de larvas del nemátodo *Gnathostoma* sp., en el músculo de *Rhamdia guatemalensis* (figura 1), cuya naturaleza zoonótica (posibilidad de infectar al hombre) constituye en sí un foco de atención. Cada uno se describe a continuación.

Metacercarias de *Centrocestus formosanus*

Estas formas larvares de tremátodos se encuentran ampliamente distribuidas entre los peces dulceacuícolas de México (ver registro completo de hospederos en Salgado-Maldonado, 2006). Su presencia en las aguas continentales del país se asocia con la dispersión de su primer hospedero intermediario, el caracol *Meloides tuberculata* (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000). Los adultos de *C. formosanus* son parásitos intestinales de algunas aves, como *Butorides striatus* que es el único hospedero definitivo registrado en Méxi-

Cuadro 2. Algunos helmintos parásitos de las familias más comunes de peces dulceacuícolas de Chiapas; este listado es sólo indicativo de las especies más frecuentes de helmintos en cada familia.

Familia de hospederos (ejemplo de algunos géneros)	Especies de helmintos registradas en Chiapas, *especies típicas de la familia
Characidae (<i>Astyanax</i> , <i>Brycon</i>)	Trematoda: <i>Prosthenthystera obesa</i> *, <i>Magnivitellinum simplex</i> *, <i>Diplostomum</i> sp., <i>Posthodiplostomum minimum</i> , <i>Uvulifer ambloplitis</i> , <i>Ascocotyle (Ascocotyle) tenuicollis</i> , <i>Apharyngostrigea</i> sp.; Monogenea: <i>Urocleidoides costarricensis</i> *, <i>Urocleidoides strombicirrus</i> *; Nematoda: <i>Rhabdochona acuminata</i> , <i>Rhabdochona mexicana</i> *
Cichlidae (<i>Cichlasoma</i> , <i>Petenia</i>)	Trematoda: <i>Crassicutis cichlasomae</i> *, <i>Campechetrema herrerae</i> *, <i>Oligogonotylus manteri</i> *, <i>Genarchella isabellae</i> *, <i>Clinostomum complanatum</i> , <i>Diplostomum</i> sp., <i>Ascocotyle (Ascocotyle) tenuicollis</i> , Proterodiplostomidae; Monogenea: <i>Sciadiclithrum meeki</i> *, <i>Sciadiclithrum mexicanum</i> *; Acanthocephala: <i>Neoechinorhynchus golvani</i> *; Nematoda: <i>Orientattractis chiapasensis</i> *, <i>Procamallanus (Spirocamallanus) rebecae</i> *, <i>Raillietnema kritscheri</i> *, <i>Mexiconema cichlasomae</i> *, <i>Rhabdochona kidderi</i> *
Eleotridae (<i>Gobiomorus</i>)	<i>Clinostomum complanatum</i> , Proterodiplostomidae,
Heptapteridae (<i>Rhamdia</i>)	Monogenea: <i>Ameloblastella chavarriai</i> *, <i>Aphanoblastella travassosi</i> *
Ictaluridae (<i>Ictalurus</i>)	Nematoda: <i>Spinitectus tabascoensis</i> *
Poeciliidae (<i>Poecilia</i> , <i>Poeciliopsis</i>)	<i>Stunkardiella minima</i> , <i>Clinostomum complanatum</i> , <i>Diplostomum</i> sp., <i>Posthodiplostomum minimum</i> , Proterodiplostomidae, <i>Apharyngostrigea</i> sp.,

Fuente: Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2011 y www.ibiologia.unam.mx

co (Scholz *et al.*, 2001). Los huevos del parásito caen en el agua junto con los excrementos del ave y de ellos eclosiona una primera larva que penetra al caracol (primer hospedero intermediario) donde se multiplican asexualmente. Los peces son los segundos hospederos intermediarios y se parasitan con larvas que salen de los caracoles. En el pez, las larvas se enquistan sobre los filamentos branquiales. Estas metacercarias pueden llegar a ser muy abundantes y causar problemas en los tejidos branquiales e interferir con el intercambio gaseoso; se han reportado casos de parasitosis muy altas que deforman las branquias, incluso los opérculos. Es frecuente la mortandad de peces cuando la presencia de estas metacercarias se conjunta con factores como el decremento de oxígeno en el agua, por cambios en la temperatura, en el suministro de agua o por la densidad de peces en acuarios y estanques de

(Scholz y Salgado-Maldonado, 2000).

Hemos registrado las metacercarias de *Centrocestus formosanus* en al menos 12 especies de seis familias de peces de Chiapas (cuadro 3), primordialmente en ríos y arroyos con fondos pedregosos, en los cuales encontramos abundantes poblaciones del caracol *Melanooides tuberculata*. Este caracol se ha introducido a diversas regiones del mundo primordialmente para el combate de la esquistosomiasis, una enfermedad humana causada por tremátodos del género *Schistosoma*, que en México no se presenta. Sin embargo, la resistencia física, la capacidad de dispersión colonizadora y competitiva del molusco son destacables, lo que ha potenciado su amplia distribución actual (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000). Este caracol también es usado y recomendado en las prácticas de acuarismo para limpiar las paredes de los

Cuadro 3. Registro de hospederos de *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Trematoda: Heterophyidae) y localidades donde se colectaron en Chiapas. Las metacercarias (larvas) del parásito se enquistan en los filamentos branquiales de los peces. Puede observarse un video de esta infección y fotografías de las metacercarias en www.ibiologia.unam.mx > directorio > Guillermo Salgado Maldonado.

Hospedero	Localidad	Fecha de colecta
<i>Archomenidia alvarezi</i>	La Reversa, río Lacantún	diciembre de 2004
<i>Astyanax aeneus</i>	Arroyo Palenque Ríos Pedregal y Vado Ancho	abril de 2002 enero de 2003
<i>Cichlasoma robertsoni</i>	Arroyo Palenque	enero de 2002
<i>Vieja synspila</i>	Arroyo Palenque	enero de 2002
<i>Gobiomorus maculatus</i>	Río Vado Ancho	enero de 2003
<i>Heterophallus echegarayi</i>	Arroyo Palenque	enero de 2002
<i>Poecilia mexicana</i>	Río Vado Ancho José María Garza; puente río Pando, puente El Tablón	enero de 2003 febrero de 2004
<i>Poecilia</i> sp.	El Raizal (Lago Paraiso)	abril de 2002
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	Río Vado Ancho	enero de 2003
<i>Poeciliopsis grasilis</i>	Río Vado Ancho	enero de 2003
<i>Priapella compressa</i>	Arroyo Palenque	enero, abril de 2002
<i>Rhamdia laticauda</i>	Puente río Pando, puente El Tablón Ríos Chicomusuelo, Pedregal y Vado Ancho	febrero de 2004 enero de 2003
<i>Xiphophorus helleri</i>	Arroyo Palenque	enero-abril de 2002

Localidades: la Reversa, desembocadura del río Chajul en el río Lacantún (16°04'52"N, 90°56'55"W); arroyo Palenque, Palenque (17°12'57"N, 92°06'22"W); río Pedregal, Tonalá (15°55'01"N, 93°32'43"W); río Vado Ancho, Villa Comaltitlán (15°14'47"N, 92°35'58"W); José María Garza (no georeferenciado); puente río Pando, Ángel Albino Corso (16°12'46"N, 93°16'08"W), río San Juan, puente El Tablón, Villa Flores (16°21'01"N, 93°30'56"W); río Chicomusuelo (15°44'38"N, 92°16'50"W).

acuarios. Todo lo cual ha favorecido la dispersión del tremátodo, siendo en la actualidad una de las especies de parásitos más ampliamente distribuidas en México y en el mundo (Scholz y Salgado-Maldonado, 2001).

Bothriocephalus acheilognathi

La presencia del cestodo asiático en los peces de Chiapas (cuadro 4) debe asociarse con la introducción de carpas asiáticas, como la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*. La presencia de este cestodo en México está bien documentada (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003); en la actualidad, es el parásito de peces de agua dulce más exitoso por el número de especies de peces que infecta en el mundo (Salgado-Maldonado, 2006). Los peces son los hospederos definitivos del parásito que habita en su intestino; sus huevos salen junto con los excrementos y eclosionan en una larva coracidio que es ingerida por un copépodo ciclópido (por ejemplo *Cyclops*, *Mesocyclops*). El ciclo se completa cuando los peces se infectan al ingerir estos copépodos parasitados.

Algunas prácticas de acuicultura favorecen la introducción y dispersión del cestodo en los cuerpos de agua del país, primordialmente la introducción de carpas asiáticas, base de la producción de ciprínidos (Arredondo-Figueroa y Juárez-Palacios, 1986; Arredondo-Figueroa y Lozano-Gracia, 2003), que incluye la siembra de crías de carpas en cuerpos de agua naturales (lagos) o artificiales (bordos, presas) (Juárez-Palacios y Palomo, 1987). Los huevos del parásito quedan en los fondos lodosos de los cuerpos de agua y persisten viables aún en aquellos que se secan temporalmente. La dispersión posterior por medio de los copépodos hospederos intermediarios se da durante las inundaciones y

desbordamientos durante las épocas de lluvia.

La granja piscícola de Tezontepec de Aldana, en Hidalgo, posee un largo historial respecto de la presencia de este cestodo. La producción de crías de carpas en estos centros (Juárez-Palacios y Palomo-Martínez, 1985) y su siembra posterior tienen como efecto secundario facilitar la amplitud de la distribución del cestodo que infecta no sólo ciprínidos, sino virtualmente cualquier otra familia de pez dulceacuícola. En particular, los gupies y charales (poecílicos y aterinópsidos) se ven muy afectados por esta especie de helminto y actúan como dispersores de la infección a otros medios.

La patología del cestodo tiene manifestaciones graves en el pez, como descamación y bloqueo intestinal y causa mortandad en condiciones de cultivo (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003). Aunque en otros países se ha documentado la mortandad de peces, inducida por parásitos, en ambientes naturales (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003), se carece de datos en la región. Sin embargo, este es un factor que es necesario tener en cuenta para la conservación de la biodiversidad.

Gnathostoma sp.

La Gnathostomiasis humana está bien documentada en México (Lamothe-Argumedo y Osorio-Sarabia, 1998). Esta enfermedad se adquiere por el consumo de carne de pescado cruda, infectada con larvas del nemátodo. Estas larvas se han encontrado en diversos peces dulceacuícolas en varios estados de la República Mexicana (Almeyda-Artigas, 1991; Kifune *et al.*, 2003; Lamothe-Argumedo, 2003; Osorio-Sarabia *et al.*, 2003). El hallazgo de larvas de *Gnathostoma* en el músculo de *Rhamdia guatemalensis* en el

Cuadro 4. Registro de hospederos de *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) y localidades donde se colectaron en Chiapas. El cestodo adulto habita en el intestino de los peces.

Hospedero	Localidad	Fecha de colecta
<i>Brycon guatemalensis</i>	Río Lacantún	noviembre de 2007
<i>Cichlasoma grammodes</i>	José María Garza	febrero de 2004
<i>Petenia splendida</i>	Puente La Calzada	abril de 2002
<i>Poecilia</i> sp.	Lago Montebello	abril de 2002
<i>Strongylura hubbsi</i>	Río Lacantún	noviembre de 2007



Figura 1. *Gnathostoma* sp. ex. *Rhamdia guatemalensis*. Colectada en arroyo El Venado, río Lacantún, Chiapas, noviembre de 2007. Foto: Guillermo Salgado-Maldonado.



Figura 2. *Contracaecum* sp. Mesenterios de *Cichlasoma managuense* lago el Oaxaco, Selva Lacandona, noviembre de 2007. Foto: Guillermo Salgado-Maldonado.



Figura 3. *Clinostomum* sp. sobre intestino. *Vieja intermedia*. río Lacantún, Selva Lacandona, noviembre de 2007. Foto: Guillermo Salgado-Maldonado.

río Lacantún, en plena Selva Lacandona, en realidad no es sorprendente ya que este parásito había sido registrado en el mismo hospedero en Pantanos de Centla, Tabasco (López-Jiménez y García-Magaña, 2000).

Importancia

Los parásitos y patógenos tienen implicaciones directas para la producción, la salud humana, la agricultura, la acuicultura y la explotación pesquera artesanal, así como para la conservación de los sistemas naturales y la preservación de la biodiversidad. Respecto de la biología de la conservación, los parásitos tienen un significado doble. Como patógenos pueden representar amenazas para la aplicación y éxito de programas de manejo

y recuperación de ambientes y especies amenazadas o en peligro. Alternativamente, los parásitos pueden controlar las poblaciones de hospederos y, de esta manera, juegan un papel primordial en el mantenimiento de la diversidad genética y en la estructuración de las comunidades de vertebrados e invertebrados de vida libre. Los parásitos son un componente vital de la biósfera y constituyen una fuerza evolutiva y ecológica de suma importancia en los ecosistemas.

Conclusiones y recomendaciones

La presencia de parásitos es normal en la naturaleza y no debe verse como un proceso asociado a la contaminación o a la actividad antropogénica. Los parásitos son parte de la biodiversi-

dad, es decir, el parasitismo es un fenómeno biológico de suma importancia. Dado que los parásitos regulan la densidad poblacional de sus hospederos es necesario tenerlos en cuenta para la toma de decisiones respecto de los planes de conservación de ambientes y biodiversidad, repoblación, producción y explotación (en pesquerías artesanales, por ejemplo). Por lo tanto, es importante continuar la documentación y el estudio de los parásitos de peces de Chiapas, con el fin de lograr un inventario lo más completo posible, donde se incluyan datos sobre la biología, ecología, transmisión, registro de hospederos e importancia de las especies.

La introducción de parásitos sí es un problema grave derivado de las actividades humanas y debe ser detenido y prevenirlo de manera inmediata. Basar el desarrollo de la acuicultura y la explotación artesanal de pesquerías en la introducción de peces como carpas, tilapias, bagre del canal o lobinas conlleva el riesgo de la introducción de parásitos y patógenos, cuyos efectos en las poblaciones nativas de peces son graves. Existe una cantidad de documentación científica de los efectos nocivos que la introducción de peces causa en los cuerpos de agua naturales y artificiales del país. Debe también sumarse esta valoración adversa a los efectos de la introduc-

ción de parásitos, asociados con esta actividad. Las poblaciones nativas de peces carecen de defensa inmunológica y biológica alguna en contra de estos patógenos introducidos, cuyos efectos pueden ser devastadores en las poblaciones silvestres. Los datos de parásitos introducidos presentados en este trabajo y otros disponibles en la literatura científica (por ejemplo, respecto de parásitos de tilapias y sus efectos ver Jiménez-García *et al.*, 2001) deben ser tomados en cuenta para la toma de decisiones a este respecto.

Si bien en este trabajo únicamente hemos hecho hincapié en el hallazgo de larvas de *Gnathostoma* en peces dulceacuícolas de Chiapas, es posible que estos nemátodos no sean el único riesgo zoonótico para la población humana. En efecto, con base en las experiencias reportadas en otros países, existen otras especies de helmintos registradas en los peces de Chiapas que pudieran representar problemas de salud humana, en particular, las larvas de tremátodos de la familia Heterophyidae y Clinostomidae, así como los nemátodos de la familia Anisakidae. En este sentido, es importante documentar el registro de hospederos de estas especies, su distribución y biología.

Literatura citada

- Aguilar-Aguilar, R., R. Báez-Valé, C. Mendoza-Palmero, G. Salgado-Maldonado y G. Barrios-Quiroz. 2003. Nuevos registros de *Serpinema trispinosum* (Leidy, 1852) (Nematoda: Camallanidae) para México. *Universidad y Ciencia* 19: 62-65.
- Almeyda-Artigas, R. J. 1991. Hallazgo de *Gnathostoma binucleatum* n. sp. (Nematoda: Spirurida) en felinos silvestres y el papel de peces dulceacuícolas y oligohalinos como vectores de la gnathostomiasis humana en la cuenca baja del río Papaloapan, Oaxaca, Veracruz, México. UNAM. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 18: 137-155.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y J. R. Juárez-Palacios. 1986. Cíprinicultura. Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. Pachuca de Soto, Hidalgo, México, 121 pp.
- Arredondo-Figueroa, J. L. y S. D. Lozano-Gracia. 2003. La acuicultura en México. Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F. 266 pp.
- Caspeta-Mandujano, J. M., G. Cabañas-Carranza, G. Salgado-Maldonado, A. E. Gosztonyi y F. Cremona. 2005. Nematode parasites of the characid freshwater fish *Brycon guatemalensis* in the Usumacinta River, Chiapas, Mexico. *Helminthologia* 42: 41-44.
- Caspeta-Mandujano, J. M. y F. Moravec. 2000. Two new intestinal nematodes of *Profundulus labialis* (Pisces, Cyprinodontidae) from fresh waters in Mexico. *Acta Parasitologica* 45: 332-339.
- González-Solís, D. y F. Moravec. 2002. A new attractid nematode, *Atractis vidali* sp. n. (Nematoda: Atractidae), from cichlid fishes in southern Mexico. *Folia Parasitologica* 49: 227-230.
- González-Solís, D. y F. Moravec. 2004. Two new nematode species, *Orientattractis campechensis* n. sp. and *Orientattractis chiapasensis* n. sp. (Nematoda: Atractidae) from cichlid fishes in southern Mexico and Nicaragua. *Journal of Parasitology* 90: 1443-1449.

- Jiménez-García, M. I., V. M. Vidal-Martínez y S. López-Jiménez. 2001. Monogeneans in introduced and native cichlids in Mexico: evidence for transfer. *Journal of Parasitology* 87: 907-909.
- Juárez-Palacios, J. R. y G. G. Palomo-Martínez. 1985. Acuicultura. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. México D.F. 95 pp.
- Juárez-Palacios, J. R. y G. G. Palomo-Martínez. 1987. La acuicultura en México: antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982. pp. 37-89 En S. Gómez-Aguirre y V. Arenas-Fuentes (Eds.) Contribuciones en Hidrobiología. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 278 pp.
- Kifune, T., R. Lamothe-Argumedo, L. García-Prieto y A. Ocegüera-Figueroa. 2003. Present condition of the advanced third-stage larvae of *Gnathostoma* sp. in some fresh-water fishes collected in Tabasco, Mexico. *Bulletin of Central Research Institute Fukuoka University* 1: 221-225.
- Lamothe-Argumedo, R. 2003. Present knowledge of *Gnathostomosis* in Mexico. *Bulletin of Central Research Institute Fukuoka University* 1: 199-205.
- Lamothe-Argumedo, R. y D. Osorio-Sarabia. 1998. Estado actual de la gnatostomiasis en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 69: 23-37.
- López-Jiménez, S. 2001. Estudio parasitológico de los peces de aguas dulces del estado de Tabasco. *Gaceta Sigolfo Sistema de Investigación del Golfo de México* 2001: 8-10.
- López-Jiménez, S. y L. García-Magaña. 2000. Estudio de larvas de *Gnathostoma* sp. en tres especies de peces de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 16: 41-48.
- Mendoza-Franco, E., V. Vidal-Martínez, L. Aguirre-Macedo, R. Rodríguez-Canul y T. Scholz. 2000. Species of *Sciadicleithrum* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of cichlid fishes from southeastern Mexico and Guatemala: new morphological data and host and geographical records. *Comparative Parasitology* 67: 85-91.
- Moravec, F., G. Salgado-Maldonado y R. Pineda-López. 1993. *Raillietnema kritscheri* sp. n. (Nematoda: Cosmoceridae) from *Cichlasoma* spp. (Pisces) from Mexico. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 94/95: 35-40.
- Osorio-Sarabia, D., A. Ocegüera-Figueroa, L. García-Prieto, R. Lamothe-Argumedo y H. Akahane. 2003. Gnathostomiasis in Papaloapan river basin, Mexico. *Bulletin of Central Research Institute Fukuoka University* 1: 213-219.
- Pérez, P. G. y A. Choudhury. 2005 Biogeography of helminth parasites of freshwater fishes in Mexico: the search for patterns and processes. *Journal of Biogeography* 32: 645-659.
- Pineda-López, R. 1985. Estudio del control sanitario de la piscifactoría Benito Juárez y en los vasos de las presas de Malpaso y La Angostura, Chiapas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco y Secretaría de Pesca, México D.F., 309 pp.
- Pineda-López, R., V. Carballo-Cruz, M. G. Fukugauchi-Suárez de Real, y L. García-Magaña. 1985. Metazoarios parásitos de peces de importancia comercial de la región de Los Ríos, Tabasco, México. pp. 196-270. En: Usumacinta, Investigación Científica en la Cuenca del Usumacinta. Gobierno del estado de Tabasco, Secretaría de Educación Cultura y Recreación. Villahermosa Tabasco, México.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes of Mexico. *Zootaxa* 1324: 1-357.
- Salgado-Maldonado, G., R. Aguilar-Aguilar, G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera y C. Mendoza-Palmero. 2005. Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. *Parasitology Research* 96: 69-89.
- Salgado-Maldonado, G. y R. F. Pineda-López. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions* 5: 261-268.
- Salgado-Maldonado, G., R. Pineda-López, L. García-Magaña, S. López-Jiménez, V. M. Vidal-Martínez, y M. L. Aguirre-Macedo. 2005. Helminthos parásitos de peces dulceacuícolas. pp. 145-166. En: Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. (Eds.) *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Salgado-Maldonado, G. J. M. Caspeta-Mandujano, F. Moravec, E. Soto-Galera, G. Cabañas-Carranza y R. Rodiles-Hernández. 2011. Helminth parasites of freshwater fishes from Chiapas, Mexico. *Parasitology Research* 108: 31-59.
- Scholz, T., M. L. Aguirre-Macedo y G. Salgado-Maldonado. 2001. Trematodes of the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: a review of species and new host and geographical records. *Journal of Natural History* 35: 1733-1772.
- Scholz, T. y G. Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *American Midland Naturalist* 143: 185-200.
- Vidal-Martínez, V. M. 1995. *Processes structuring the helminth communities of native cichlid fishes from Southern Mexico*. Ph. D. Thesis University of Exeter, UK, 164 pp.
- Vidal-Martínez, V. M., M. L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís y E. F. Mendoza-Franco. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Praha. 165 pp.

EQUINODERMOS (ECHINODERMATA)

Francisco A. Solís-Marín y Alfredo Laguarda-Figueras

Introducción

Los equinodermos (del griego *echinos* 'espinoso' y *dermatos* 'piel'), son invertebrados estrictamente marinos que están representados por las estrellas de mar y sus afines (lirios de mar, estrellas quebradizas u ofiuros, erizos y pepinos de mar). El phylum Echinodermata es un linaje muy antiguo y no muy distante del phylum Chordata.

Por lo menos, 6 500 especies de equinodermos habitan el planeta actualmente, y se han reconocido cinco clases: 1) los crinoideos (clase Crinoidea, aprox. 700 especies), 2) las estrellas de mar (clase Asteroidea, aprox. 1 800 especies) 3) los ofiuroideos (clase Ophiuroidea, aprox. 2 000 especies), 4) los erizos de mar (clase Echinoidea, aprox. 900 especies) y 5) los pepinos de mar (clase Holothuroidea, aprox. 1 200 especies).

México alberga una significativa diversidad de equinodermos. Hasta el momento, se han reportado casi 600 especies que habitan nuestro mar territorial, o sea, aproximadamente 10 % de las especies de equinodermos existentes en el planeta (Solís-Marín *et al.*, 1993).

Chiapas posee 2.1 % de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos. Por su composición, la fauna de equinodermos del estado de Chiapas se asemeja a las de los estados de Guerrero y Oaxaca con las cuales comparte aproximadamente 90 % de sus especies.

Para Chiapas, se han reportado hasta la fecha 14 especies: cinco de Asteroidea, una de Ophiuroidea, seis de Echinoidea y dos de Holothuroidea (apéndice VIII.7). Las 14 especies están distribuidas en 11 géneros, 10 familias, ocho órdenes y cuatro clases (cuadro 1). Sólo la clase Crinoidea no se ha registrado para el estado.

Los reportes de los equinodermos de Chiapas en este capítulo varían en un rango de profundidad que va de los cero a los 18 m, dado que las recolectas de estos organismos, en este caso, y a los 18 m de profundidad, provienen de arrastres de pesca de camarón (Puerto Madero). Los equinodermos son elementos constantes en la pesca de acompañamiento de camarón.

Cuadro 1. Número de órdenes, familias, géneros y especies de equinodermos reportados para el estado de Chiapas.

Clase	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Asteroidea	2	3	3	5
Ophiuroidea	1	1	1	1
Echinoidea	3	4	5	6
Holothuroidea	2	2	2	2
Total	8	10	11	14

Fuente: Solís-Marín, F. A. y A. Laguarda-Figueras.

Distribución

Los equinodermos se distribuyen en todos los mares del planeta y a todas las profundidades; en zonas profundas de los océanos llegan a constituir 90 % de la biomasa presente. Son especialmente más abundantes en las zonas tropicales y subtropicales, aunque algunos grupos, como las estrellas de mar y los holoturoideos, alcanzan una gran diversidad a la altura de los polos. La mayor diversidad de equinodermos se conoce de los cero a los 300 m de profundidad.

La especialización corporal de los equinodermos hace que estos se distribuyan de diferentes maneras, por ejemplo, no todos los holoturoideos descansan siempre en el fondo marino; se conoce una especie (*Rynkatropa pawsoni*), asociada a un pez: que vive entre sus branquias. Un buen número de especies de este grupo son nadadoras y su corona tentacular se ha transformado en un *velum* que usan a manera de paracaídas y que les permite desplazarse en la columna de agua.

Los erizos que viven en la zona de alta energía (rompiente) están sujetos a las rocas con ayuda de sus pies suctores, así, la forma y disposición de sus espinas amortigua el golpe de las olas. En cambio, los erizos que habitan a grandes



Figura 1. *Luidia tesellata*. Chiapas, 2008. Foto: A. Martínez Melo.

profundidades tienen sus esqueletos más suaves y soportan las altas presiones hidrostáticas que podrían aplastar a cualquier otro erizo; además, las espinas de las especies que habitan en las trincheras oceánicas son muy delgadas y largas, lo que disminuye considerablemente su peso corporal, situación que los favorece ya que habitan sobre fondos blandos.

El estudio de los equinodermos en Chiapas

El inicio de los estudios sobre los equinodermos de Chiapas, y en general del Pacífico mexicano, comenzó desde el siglo XIX con las revisiones de material de distintas colecciones zoológicas provenientes de expediciones en las costas del Pacífico. Entre los primeros estudios en el Pacífico Mexicano destacan los realizados por Verrill (1871) sobre material recolectado desde Baja California hasta las costas de Panamá. Poco después, las expediciones realizadas por el barco británico "Challenger", en el Pacífico Mexicano, generaron diversas publicaciones sobre las clases de equinodermos para esa zona: Lyman (1879, 1882), Théel (1879), Agassiz (1881), Carpenter (1884) y Sladen (1889).

Varios autores han realizado numerosas revisiones morfológicas y sistemáticas, entre los que destacan: Fisher (1906), Caso (1945, 1961, 1970, 1978, 1980, 1983), H. L. Clark (1917, 1940, 1948), Deichmann (1938, 1941, 1958), Ziesenhenné (1940, 1942), Domantay (1953) y Maluf (1988).

Las primeras recolectas de equinodermos del estado de Chiapas datan de 1944 cuando el Dr. Alejandro Villalobos, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), recolectó la galleta de mar *Mellita longifissa* en las costas arenosas de este estado. De igual forma, las excursiones del Instituto de Biología (UNAM) en 1965, por la Dra. Caso en esas mismas zonas, revelaron la existencia de *Mellita notabilis*. Solís-Marín et al. (1993), a bordo del barco escuela MARSEP XVII recolectó varias especies de equinodermos frente a Puerto Madero.¹ Las localidades del estado con información sobre equinodermos son Playa San Benito, Puerto Madero, Tapachula y Punta Arista.

¹ Dichos ejemplares se encuentran depositados en la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Chiapas también ha sido objeto de algunos trabajos sobre paleontología de equinodermos, entre los que destacan los de Mullerried (1951) sobre fósiles de erizos de mar del Terciario Inferior de Chiapas; Buitrón (1974a,b, 1978) sobre fósiles de erizos de mar del Jurásico Superior, Cretácico Superior y Paleógeno de Chiapas; Blake (1986) menciona una estrella de mar del post Paleozoico de Chiapas y Esquivel *et al.* (2004) sobre crinoideos fósiles del Paleozoico Superior de Chiapas.

Es de gran interés e importancia que en las costas de Chiapas esté presente la estrella de mar, *Luidia (Platasterias) latiradiata* Gray, cuyos caracteres arcaicos la definen como uno de los asteroideos más primitivos que habitan en el litoral mexicano. De hecho, es un fósil viviente cuyo registro data de hace 500 millones de años (desde el Ordovícico). La mortalidad incidental de esta especie, debida a la explotación del camarón, puede ocasionar un decremento de tal magnitud en la población que dé lugar a la desaparición de la misma.

Importancia

La importancia de los equinodermos estriba fundamentalmente en el papel que desempeñan en la trama trófica (nichos), así como en su capacidad para modificar las condiciones del substrato en el que viven. Además de su importancia ecológica, tienen una relevancia económica. Al respecto, el pepino de mar es uno de los

recursos pesqueros de México poco conocidos. En otros países se consume principalmente en sopas y ensaladas (recetas de países asiáticos); generalmente se deshidrata primero para después comercializarse. También se extraen diversas sustancias de los pepinos de mar para elaborar productos farmacéuticos de consumo humano. Al grupo de saponinas obtenidas a partir de los pepinos de mar (holoturoideos) se les ha llamado holoturinas y poseen principios activos capaces de inhibir el crecimiento de células cancerosas; además, actúan directamente sobre las células de la sangre y del sistema nervioso central de muchos animales vertebrados; estas sustancias se están investigando en diversos laboratorios del mundo, especialmente de Europa y Asia. En México, existen algunos investigadores que están trabajando (o han trabajado) en la extracción de estas sustancias.

Conclusiones y conservación

Es necesario remarcar que la biodiversidad de los equinodermos de México sólo podrá ser entendida y evaluada en la medida que se fomente la formación de especialistas en este campo y se brinden recursos para incrementar los estudios sobre ellos, tanto en las zonas someras como en las profundas de las costas mexicanas, cuya fauna de equinodermos es poco conocida por los estudiosos de la biota marina mexicana.

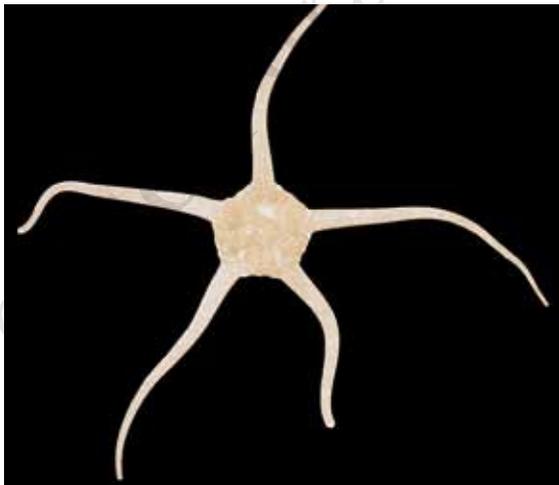


Figura 2. *Diopederma danianum*. Chiapas, 2008. Foto: A. Martínez Melo.

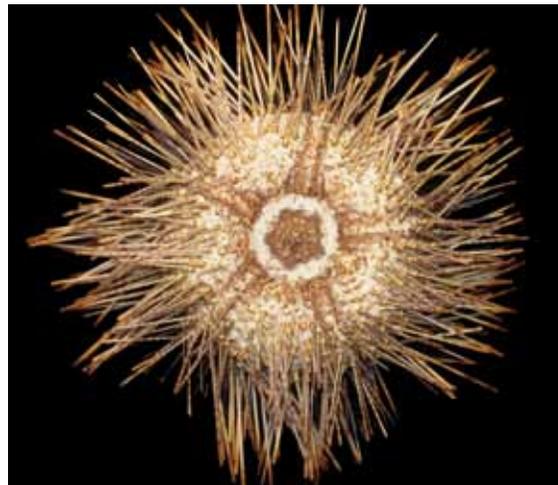


Figura 3. *Astropyga pulvinata*. Chiapas, 2008. Foto: A. Martínez Melo.



Figura 4. *Trachythyone peruana*. Chiapas, 2008. Foto: A. Martínez Melo.

Literatura citada

- Agassiz, A. 1881. Report of the echinoidea dredged by the H. M. *Challenger* during the year 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage of the H. M. S. *Challenger* during the years 1873-1876. *Zoology* 3 (9): 1-321.
- Blake, D. B. 1986. Some new post-paleozoic sea stars (Asteroidea: Echinodermata) and comments on taxon endurance. *Journal of Paleontology* 60 (5): 1103-1119.
- Buitrón, B. E. 1974a. Algunos equinoideos (Echinoidea) del Oligoceno de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 39: 29-53.
- Buitrón, B. E. 1974b. Algunas especies de la Familia Canulidae Lambert, 1911 (Echinoidea) del Cretácico Superior de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 39: 5-27.
- Buitrón, B. E. 1978. Hemicidáridos (Echinodermata, Echinoidea) del Jurásico Superior de Oaxaca y Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Rev.* 2: 65-68.
- Carpenter, P. H. 1884. Report of the crinoidea collected by H. M. S. *Challenger* during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the Voyage of the H. M. S. *Challenger* during the years 1873-1876. *Zoology* 3 (32): 1-32.
- Caso, M. E. 1945. Modificación de la Familia Luidiidae Verrill. Las subfamilias nuevas de la Familia Luidiidae y observaciones de *Platasterias latiradiata*. UNAM. *Anales del Instituto de Biología* 16 (2): 459-473.
- Caso, M. E. 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 338 pp.
- Caso, M. E. 1970. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. Situación taxonómica actual, morfología externa y datos ecológicos de *Platasterias latiradiata* Gray. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología* 41 (1): 1-62.
- Caso, M. E. 1978. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Órdenes Cidaroida y Aulodonta; Parte 2. Órdenes Stiridonta y Camarodonta. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ. esp.*, (1): 244.
- Caso, M. E. 1980. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte Tercera. Orden Clypeasteroida. *Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación Especial* (4): 1-252.
- Caso, M. E. 1983. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte Cuarta. Órdenes Cassiduloida y Spatangoida. *Instituto Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación Especial* (6): 1-200.
- Clark, H. L. 1917. Ophiuroidea. Report xviii and xxx on the scientific results of the tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz, on the U. S. Fish Commission steamer "Albatross" from August, 1899, to March, 1900 and from October, 1904, to March, 1905. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 61 (12): 429-453.
- Clark, H. L. 1940. xxi Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. *Zoologica* 25 (22): 331-352.
- Clark, H. L. 1948. A report of the Echini of the warmer Eastern Pacific, based on the collections of the "Velero" III. *Allan Hancock Pac. Exped.* 8 (5): 225-351.
- Deichmann, E. 1938. 18. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. xvi. Holothurians from the western coasts of Lower California and Central America, and from Galápagos Islands. *Zoologica* 23 (18): 361-387.
- Deichmann, E. 1941. The holothuroidea collected by the Velero III during the years 1932 to 1938. Part I. Dendrochirota. The University of Southern California Publications, *Allan Hancock Pacific Expeditions* 8 (3): 61-195.

- Deichmann, E. 1958. The Holothuroidea collected by the Velero III and IV during the years 1932 to 1954. Part. II. Aspidochirota. The University of Southern California Publications, *Allan Hancock Pacific Expeditions* 11 (2): 253-348.
- Domantay, J. S. 1953. A brief summary of the Pacific and Atlantic Holothuroidea of the Allan Hancock Foundation Collections. *The Philippine Journal of Science* 82 (2): 133-140.
- Esquivel Macías, C., Solís-Marín F. A. y B. E. Buitrón-Sánchez. 2004. Nuevos registros de placas columnares de crinoideos (Echinodermata, Crinoidea) del Paleozoico Superior de México, algunas implicaciones paleogeográficas y paleoambientales. *Coloquios de Paleontología* 54: 15-23.
- Fisher, W. K. 1906. New starfishes from the Pacific Coast of North America. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 8: 111-139.
- Lyman, T. 1879. Ophiuridae and Astrophytidae of the exploring voyage of H. M. S. "Challenger", under Prof. Sir W. Thomson, F. R. S. Part II. Ophiuridae and Astrophytidae of the "Challenger" expedition. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College* 6 (2): 17-83.
- Lyman, T. 1882. Report on the Ophiuroidea dredged by H. M. S. "Challenger" during the years 1873-1876. *Report of the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. "Challenger" 1873-1876* 5 (14): 1-386.
- Maluf, L. Y. 1988. Composition and Distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. Natural History Museum of Los Angeles County. *Technical Reports* (2): 1-242.
- Mullerried, F. K. G. 1951. Algunos fósiles marinos del Terciario inferior y medio de Palenque, Chiapas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 13 (1-4): 209-227.
- Sladen, W. P. 1889. Asteroidea. *Report of the Scientific Results Voyage of H.M.S. "Challenger". 1873-76.* 30: 1-893.
- Solís-Marín F. A., M. D. Herrero-Pérezrul., A. Laguarda-Figueroas y J. Torres-Vega. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). pp. 91-105. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (Eds.). CONABIO y CIQRO, México, 865 pp.
- Théel, H. 1879. Preliminary report on the Holothuride, of the exploring voyage of H. M. "Challenger". Part I. Bihang Till K. Svenska Vet. Akad. *Handlingar* 5 (19): 1-20.
- Verrill, A. E. 1871. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. No. 8. Additional observations on echinoderms, chiefly from the Pacific Coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science* 1 (8): 568-593.
- Ziesenhenné, F. C. 1940. New Ophiurans of the Allan Hancock Pacific Expeditions. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 8 (2): 9-58.
- Ziesenhenné, F. C. 1942. New eastern Pacific sea stars. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 8 (4): 197-223.



Version científica gratuita para su venta.

CRUSTÁCEOS FÓSILES

Marco A. Coutiño José y Ernesto Ovalles Damián

Introducción

Los crustáceos pertenecen a los artrópodos por poseer patas articuladas y es el grupo de animales más numeroso actualmente sobre la Tierra; los artrópodos se clasifican en tres subtipos: Trilobitomorfos (Trilobites), Antenados (insectos y crustáceos: cangrejos, camarones, langostas, bálanos, isópodos, etcétera) y Quelicerados (arañas, alacranes, ácaros y garrapatas). Lo que nos concierne y es motivo de este escrito son los crustáceos (Antenados), los cuales podemos encontrar de forma común en el registro fósil como muda (resultado del proceso de cambio de caparazón), lo cual no es propiamente el animal.

Según Barnes (1984), los crustáceos son artrópodos, en su mayoría acuáticos, provistos de antenas y apéndices birrámeos, con caparazón que suele estar impregnado por carbonato cálcico; se dividen en dos grupos: los entomocráceos (camarón, pulgas de agua, copépodos y percebes) y los malacostráceos (cangrejos, camarones y langostas).

En Chiapas iniciaron los reportes de crustáceos fósiles en 1996 (Feldmann *et al.*), con el hallazgo del cangrejo *Lophoranina precocious* en la región central, en las rocas de lo que está conformado el Cañón del Sumidero; de esta fecha a la actual, se han descrito más de 20 fósiles provenientes de los municipios de Acala, Ocozocoautla de Espinosa y Tuxtla Gutiérrez.

Cabe destacar que los estudios realizados a los crustáceos fósiles coadyuvan en el diseño de paleoambientes, en donde se describe la vida y muerte de la flora y fauna de nuestro territorio y que además permiten tener un bosquejo del Chiapas prehistórico.



Figura 1. Vista de la región dorsal con líneas transversales de *Lophoranina precocious*. Nueva especie.

Foto: Marco A. Coutiño José.

Descubrimientos

Los fósiles de crustáceos descubiertos en el estado se ubican entre los periodos Cretácico 145.5-65.5 m.a. y el Eoceno 55.8-33.9 m.a. atrás (nombres propuestos por la *International stratigraphic chart* para designar a estos rangos de tiempo).

Para una mejor comprensión y clasificación de los descubrimientos, se presentan en orden ascendente.

A. PERIODO CRETÁCICO (145.5-65.5 M.A.)

Feldmann *et al.* (1996) reportaron el hallazgo de un crustáceo fósil *Lophoranina precosious* (figura 1), el cual es una especie nueva y la más antigua conocida de la familia Raninidae, pues sólo se tenía información del Eoceno en Baja California y Tuxpan, Veracruz. En 2001 (Vega *et al.*), realizaron otros descubrimientos para Chiapas en lo que es el trazo de la autopista Ocozocoautla-Las Choapas, los cuales correspondieron a *Carcineretes planetarius* (figura 2), crustáceo que fue reportado por vez primera en la Formación Barton Creek en la Isla Albion, Belize (Vega *et al.*, 1997); en este trabajo se menciona a tres ejemplares no bien conservados, a diferencia de los encontrados en Chiapas que muestran más detalles taxonómicos y gracias a los cuales se amplia el registro de distribución de esta especie. Ambas especies (*L. precosious* y *C. planetarius*) tienen una edad de 70 m.a., siendo *C. planetarius* un fósil indicador del Cretácico Superior (Pimentel *et al.*, 1998).

Otros hallazgos de crustáceos de mayor talla correspondiente a este mismo Periodo (Cretácico) es *Megaxhanto zoque* (figura 3) y *Parazanthopsis mayapaquensis* (figura 4), son especies únicas para el estado de Chiapas.

Así también, de la Cantera El Espinal, compuesta por una serie de capas laminares de calizas cretácicas ubicada en el Municipio de Ocozocoautla, Vega *et al.* (2006) dan a conocer la primera langosta fósil para Chiapas *Palinurus palaciosi* (figura 5), representando el primer registro del género en América y el cangrejo Paguroide *Roemerus robustus*, organismo que habitó en la interfase tierra-mar, por lo que se presume que esta área perteneció a un ambiente marino de poca profundidad. En otra localidad cretácica llamada El Chango, compuesta de la-



Figura 2. Vista dorsal de *Carcineretes planetarius*. Se observa el espécimen en forma de escudo y en la parte superior presenta las dos tenazas. Foto: Marco A. Coutiño José.



Figura 3. *Megaxhanto zoque*. Porción ventral, cangrejo de mayor talla, encontrado y reportado sólo en Chiapas. Foto: Marco A. Coutiño José.



Figura 4. Vista dorsal de *Parazanthopsis mayapaquensis*. Foto: Marco A. Coutiño José.



Figura 5. Vista de impresión longitudinal de *Palinurus palaciosi*, en el costado izquierdo de la imagen se observa el abdomen y en el costado derecho del cuerpo con las patas. Foto: Marco A. Coutiño José.

jas, Vega *et al.* (2007) describen un camarón de la familia Penaeidae, similar al género que habita nuestros mares actualmente, pero con una antigüedad de 110 m.a.

B. PERIODO TERCIARIO (65.5-1.8 M.A.)

En el Cenozoico de Chiapas, se reportan especies de crustáceos fósiles, los cuales pertenecen a la Formación San Juan (Mesa de Copoya), del municipio de Tuxtla Gutiérrez, y la Formación El Bosque, ubicada en la Colonia 20 de Noviembre del municipio de Acala; entre las especies reportadas para la Mesa de Copoya se encuentran: *Dardanus mexicanus*, *Lophoranina cristaspina*, *Calappilia* cf. *C. hondoensis*, familia Calappidae y *Eriosachila* sp.; y para la localidad 20 de Noviembre se reportan las especies *Calianassa*, *Notopus minutus*, *Laeviranina* sp., *Stoaplix nandachare*, *Verrucoides stenohedra* (género y especie nueva), *Viapinnixa alvarezii* nueva especie (Vega, 2001). La mayoría de estas especies son nuevas para México y el mundo.

Literatura citada

Barnes, R. D. 1984. Zoología de los invertebrados. 4ª. Edición, Interamericana. México D.F. 701 pp.
 Feldmann R. M., F. J. Vega, A. B. Turker, P. García-Barrera y J. Avendaño. 1996. The Oldest Record of *Lophoranina* (Decapoda: Raninidae) From the Late Cretaceous of Chiapas, Southeastern Mexico. *Journal of Paleontology* 70 (2): 296-303.

Paleoambientes

Tomando en cuenta la génesis del sedimento y la fauna fósil asociada a los crustáceos cretácicos (rudistas, gasterópodos, bivalvos, corales, amonites, braquiópodos, equinodermos, peces y reptiles), podemos indicar que vivieron en un ambiente marino de poca profundidad, muy parecido a lo que actualmente son los arrecifes de coral. Y para los crustáceos del Terciario, podemos indicar que coexistieron en un mar que abarcaba el área del caribe, pues la fauna fósil encontrada en Chiapas también está presente en la zona del caribe; este mar prehistórico que unió diferentes continentes hasta hace poco más de 20 m.a. es conocido con el nombre de Mar de Tethys y tenía como característica ser poco profundo y rico en vida marina.

Conclusiones

Los crustáceos fósiles estudiados proceden de diversas localidades de la entidad, representando en su mayoría especies nuevas, lo cual indica la importancia de la paleontología de Chiapas en el entendimiento de los procesos geológicos y paleontológicos que dieron origen a la flora y fauna actual; el estudio de estos crustáceos fósiles junto con la fauna asociada permiten conocer las relaciones paleoambientales que tiene México con otras partes del mundo y proveen las herramientas básicas para conocer los cambios experimentados por el medio. Hasta esta fecha se tienen más de 20 géneros descritos para Chiapas, pero es prioridad el estudio de otras áreas donde se ha reportado la presencia de crustáceos fósiles como son los municipios de Palenque, Marqués de Comillas y Ocosingo.

Pimentel, F., J. Avendaño, F. Vega, P. García y A. Coutiño Marco. 1998. Consideraciones Bioestratigráficas de la familia Carcineretidae (Crustácea: Decapoda); un ejemplo para el Maastrichtiano de Chiapas. Libro de resúmenes de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias de la UNAM.

- Vega, F. J., R. M. Feldmann, A. Ocampo, and K. Pope. 1997. A New Species of Late Cretaceous (Brachyuran: Carcineretidae) From the Albion Island, Belize. *Journal of Paleontology* 71 (4): 615-620.
- Vega, F. J., R. M. Feldmann, B. P. Garcia, H. Falcon, F. Pimentel y J. Avendaño. 2001. Maastrichtian Crustacean (Brachyuran: Decapoda) From the Ocozocoautla Formation in Chiapas, Southeast Mexico. *Journal of Paleontology* 75 (2): 319-329.
- Vega, F. J., T. Cosmo, M. A. Coutiño, R. M. Feldmann, T. G. Nyborg, C. E. Schweitzer and D. A. Waugh. 2001. New middle Eocene decapods (Crustacea) from Chiapas, Mexico. *Journal of Paleontology* 75 (5): 929-946.
- Vega, F., P. García, M. C. Perrilliat, M. A. Coutiño y P. R. Mariño. 2006. El Espinal, a new plattenkalk facies locality from the Coger Cretaceous Sierra Madre Formation, Chiapas, Southeastern Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 23 (3): 323-333.
- Vega, F. J., F. Álvarez y G. Carbot-Chanona. 2007. Albian Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) from Chiapas, Southern Mexico. En: A. Garassino, R. M. Feldmann and G. Teruzzi (Eds.). 3ed Symposium on Mesozoic and Cenozoic Decapod Crustaceans. *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano* 35 (2): 97-100.

Version gratuita. Prohibida su venta.

DIVERSIDAD DE LAS ARAÑAS (ARACHNIDA: ARANEAE)

Guillermo Ibarra Núñez

Descripción del grupo

Las arañas constituyen un grupo muy diverso y ampliamente distribuido sobre casi todas las regiones terrestres (Coddington y Levi, 1991). Son conocidas por su veneno (aunque sólo unas pocas especies pueden ser peligrosas para el ser humano) pero, sobre todo, son reconocidas por su capacidad de producir seda, con la cual fabrican telarañas, refugios y otras estructuras (Craig, 2003). Las arañas son artrópodos (animales con patas articuladas), arácnidos (con el cuerpo dividido en dos regiones y con cuatro pares de patas ambulatorias), que se alimentan de otros animales, principalmente de insectos, de otros artrópodos y ocasionalmente pueden capturar a algunos vertebrados pequeños.

La mayoría de las arañas son organismos pequeños (de 2 a 10 mm), aunque algunas, como las tarántulas, pueden tener una longitud de hasta unos 90 mm (sin incluir las patas). A diferencia de otros artrópodos, el cuerpo de las arañas no tiene señas evidentes de segmentación, salvo la división en regiones principales, prosoma (región anterior) y opistosoma (región posterior), conectadas entre sí por un estrecho pedicelo.

El prosoma (o céfalotórax), además de las patas, tiene dos pares de apéndices más, los quelíceros (como apéndices bucales) y los pedipalpos (relacionados con la reproducción en los machos) y es además la región del cuerpo donde se concentran la mayoría de las interacciones con su ambiente: locomoción, ingestión de alimentos, percepción del mundo exterior y la integración nerviosa. El opistosoma (o abdomen) se dedica principalmente a funciones vegetativas: respiración, circulación, excreción, digestión, reproducción, así como a la producción de seda (Levi y Levi, 1968; Kaston, 1972; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996). La capacidad de las arañas de producir distintos tipos de seda está estrechamente relacionada con diversos aspectos de su biología, como la alimentación (las telarañas), la reproducción (los ovisacos, bolsas de seda con las que protegen sus huevecillos), la protección (los refugios de seda), la dispersión (hilos para la aerostación y para establecer puentes) y otros. La seda les ha facilitado la colonización de numerosos hábitats terrestres, la ocupación de una gran diversidad de hábitats y biotopos, así como la captura de una amplia gama de presas, contribuyendo así a su diversificación y a su éxito como grupo (Turnbull, 1973; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996; Craig, 2003).

Por su estrategia de captura de presas, las arañas se separan en dos grupos: por un lado se identifica a las cazadoras nómadas que se desplazan entre distintos sitios de caza y refugio, capturan a sus presas utilizando solamente sus quelíceros, su veneno y sus patas. El otro grupo es el de las tejedoras, que se valen de artefactos fabricados con su seda (redes o telarañas) para la captura de las presas y son más bien sedentarias, es decir, que se mantienen por periodos comparativamente prolongados en o muy cerca de su red, la cual con frecuencia sirve al mismo tiempo de refugio (Kaston, 1972; Turnbull, 1973; Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

Diversidad

A nivel mundial se han registrado 108 familias, 3 676 géneros y 39 882 especies (Platnick, 2007). Para la República Mexicana, los datos actuales son de 65 familias, 421 géneros y 2 158 especies (Ibarra y Jiménez, datos no publ.). Este número de especies corresponde solamente a 5.5 % del total mundial.

Como fuentes de información para este trabajo se utilizaron publicaciones previas sobre arañas de México y de Chiapas (Hoffmann, 1976; Álvarez del Toro, 1992; Jiménez, 1996), dos catálogos publicados en Internet (Platnick, 2007; Proszynski, 2007), numerosas publicaciones científicas especializadas, varias tesis profesionales y de maestría, y publicaciones derivadas de las mismas (Castelo, 2000; Pinkus *et al.*, 2006a, 2006b; Santos, 2001, 2005; González, 2002; Trujillo, 2002; Olgún, 2004; Ruíz, 2004; Medina, 2005; Loch, datos no publ.) y los registros de la Colección de Arácnidos de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) de Tapachula, Chiapas.

Con la información recopilada, se puede señalar que en Chiapas se han encontrado 487 especies, 212 géneros y 50 familias (apéndice VIII.8), que representan 22.6 % de las especies, 50.1 % de los géneros y 78.5 % de las familias de la República Mexicana, lo que lo hace uno de los estados más ricos del país, aunque cabe señalar que falta actualizar los valores de la gran mayoría de los estados. Estos valores contrastan con los de la última revisión de la riqueza de arañas por estados de Jiménez (1996), en la que se anotaron 281 especies y 116 géneros, es decir, se registran incrementos de 73.3 % y 81.9 %, respectivamente. Aun así, no es posible considerar que el registro de la diversidad de las especies de Chiapas esté cercano a su valor real, pues por una parte no fue posible revisar algunas de las publicaciones más recientes ni todas las colecciones existentes en el país para detectar las especies colectadas en Chiapas, y por otra parte, aún existen varias áreas naturales o hábitats en los que nunca se han hecho estudios sobre la fauna de arañas existente.

Para Chiapas, las familias con mayor riqueza de especies son Araneidae (105), Theridiidae (101) y Salticidae (56), que en conjunto contienen 53.8 % de las especies del estado. Sin embargo, se considera que la riqueza real de Salticidae debe ser mucho mayor, ya que en

los datos existentes de otras localidades (Hoffmann, 1976; Jiménez, 1996; Ibarra y Jiménez, datos no publ.), el número de especies de esta familia es cercano, o mayor, al número de especies de Araneidae o Theridiidae. También se observa que las familias Linyphiidae, Pholcidae, Gnaphosidae, Lycosidae y Thomisidae están subrepresentadas en este trabajo con relación a los anteriores.

Los datos indican que para Chiapas se conocen más especies de arañas tejedoras de redes (64.7 %), que de cazadoras nómadas (35.3 %), lo que parece indicar que se ha hecho más énfasis en la colecta o estudio de las primeras que de las segundas, o que se han utilizado más las técnicas de colecta para especies que se encuentran sobre la vegetación (donde predominan las primeras), que para las especies habitantes de suelo (donde predominan las segundas).

Distribución

En Chiapas, las arañas se encuentran en todas las regiones, y en todos los tipos de hábitats existentes en el estado (Álvarez del Toro, 1992). Sin embargo, las colectas han sido más intensas en algunas de las áreas, destacando, por ejemplo, algunos sitios dentro de la región Selva (Palenque y Ocosingo) y las regiones Centro y del Soconusco. Aunque existen datos dispersos en la literatura, no hay estudios sistemáticos sobre la fauna de arañas para las principales áreas naturales del estado como las Reservas de la Biosfera de El Triunfo, Montes Azules y Volcán Tacaná, aunque existe un estudio reciente de una parte de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (Medina, 2005; Santos, 2005). Entre los hábitats estudiados destacan algunos de las selvas altas y medianas, así como las selvas bajas, y más recientemente los manglares. Uno de los hábitats de Chiapas, cuya araneofauna está actualmente en estudio, es el de los bosques mesófilos de montaña, el cual tiene una distribución muy fragmentada, pero del cual se considera que tiene potencialmente una alta riqueza de especies en general y particularmente de especies endémicas.

Además de los registros correspondientes a hábitats naturales, para Chiapas existen numerosos registros de hábitats agrícolas, particularmente de cafetales (uno de los principales cultivos del estado), y de cacaotales, así como de otros cultivos perennes como mango y chicozapote, o de

temporal como el maíz. Esto ha hecho evidente que los agroecosistemas, principalmente los perennes, pueden albergar una amplia riqueza de especies de arañas y de otros organismos (Ibarra Núñez, 1990; Ibarra Núñez *et al.*, 1995, 2004; Perfecto *et al.*, 1996; Ibarra-Núñez y García, 1998; Moguel y Toledo, 1999; Rice y Greenberg, 2000; Trujillo Olivera, 2002; Pinkus *et al.*, 2006a).

Importancia

Uno de los aspectos de mayor importancia de las arañas se deriva de sus hábitos alimenticios. Al ser depredadoras de insectos, muy diversas, abundantes y ampliamente distribuidas, las arañas son aliadas naturales del ser humano en su lucha contra aquellos insectos que amenazan su producción agrícola (Greenstone, 1999; Ibarra Núñez *et al.*, 2001; Symondson *et al.*, 2002). Así se ha observado que el conjunto de arañas, más que determinadas especies individuales, son capaces de prevenir significativamente los daños que pueden causar los insectos fitófagos a las plantas (Riechert y Lockley, 1984; Riechert y Bishop, 1990; Greenstone, 1999; Symondson *et al.*, 2002). De manera práctica, esto ya se refleja en la incorporación de las arañas (como elementos de control biológico) a programas de manejo integrado de plagas, como ya se ha hecho para el arroz en Asia, reduciendo al mismo tiempo el uso de plaguicidas (Stone, 1992). Este aprovechamiento de las arañas (junto con otros enemigos naturales y otras medidas de combate de plagas), puede contribuir a una reducción de los costos por plaguicidas, al tiempo que se reducen los efectos negativos sobre el ambiente, lo que lleva a una producción más sustentable. Para poder aprovechar este potencial en México, en general, y en Chiapas, en particular, aún se requiere conocer mejor la fauna existente en los agroecosistemas, así como lo relativo a la biología y ecología de sus actividades de depredación.

Otro aspecto importante de las arañas es su producción de veneno, lo cual tiene dos consecuencias para el ser humano, por una parte el potencial de daño por picaduras al y, por otra, la generación de productos de utilidad práctica para el hombre, derivados precisamente de los compuestos que forman parte de esos venenos.

A pesar de que la gran mayoría de las especies produce veneno, son menos de 30 especies en todo el mundo las consideradas de peligro

para el hombre (Foelix, 1996). Además, los accidentes por picadura de arañas son mucho menos frecuentes que los de mordeduras de serpiente. Para Chiapas, están registradas tres especies cuya picadura puede ser potencialmente peligrosa: *Latrodectus mactans* (llamada casampulga, capulina, chintatlahua o viuda negra), *L. geometricus*, y *Loxosceles tehuana*. En el caso del género *Latrodectus*, el efecto del veneno en el ser humano es neurotóxico y, en algunos raros casos (particularmente niños, ancianos o personas debilitadas), puede llegar a causar la muerte. Por otra parte, el principal efecto del veneno del género *Loxosceles* es necrótico, con posibilidad de producir heridas gangrenosas de larga duración y, en algunos casos, complicaciones más serias (Hoffmann, 1993; Foelix, 1996).

El veneno de las arañas, como el de otros organismos, es una mezcla de diversos compuestos. La evolución y diversificación de las arañas involucró una diversificación de las moléculas que forman parte de su veneno, las cuales producen distintos efectos en el ser humano cuando se producen las picaduras. El estudio de estos efectos ha impulsado, desde hace algunos años y en varios países –México incluido– investigaciones más detalladas sobre la estructura y características de los componentes de los venenos de las arañas. Así, se ha detectado que tienen potencial utilidad para el tratamiento de distintas enfermedades como dolor crónico, afecciones cardíacas, infecciones de la piel, epilepsia, daño cerebral por traumatismo, tumores y otros (Villegas y Corzo, 2007). Además, a partir de los componentes del veneno, también se están desarrollando diversos productos insecticidas, algunos de los cuales ya han sido patentados (Fitches *et al.*, 2004; Rohu *et al.*, 2007).

Otro aspecto de interés son las características de resistencia y elasticidad de la seda de las arañas, cualidades deseables para materiales con distintos usos. La dificultad para obtener seda directamente de las arañas en gran escala motivó el interés de una compañía de biotecnología, la cual desarrolló exitosamente cabras pequeñas a las que se les insertó un gen de araña con la finalidad de obtener una proteína tipo-seda en la leche que producen. Aunque el objetivo se logró, ahora existe el reto de manipular adecuadamente dicho material para producir fibras u otros productos de utilidad comercial (Nexia-Biosteel, Canadá).

En algunas zonas rurales de México, tradicionalmente se ha hecho uso de telarañas para cubrir heridas pequeñas, con la idea de ayudar a la cicatrización. Este conocimiento popular tiene soporte en el hallazgo de que la seda adhesiva de algunas arañas es relativamente ácida, lo que contribuye a impedir el desarrollo de hongos y bacterias, lo que hace que las telarañas mismas sean relativamente duraderas (Foelix, 1996).

La riqueza que México tiene en especies de arañas se puede considerar como una fuente importante de recursos potenciales, para ser explorada en los distintos aspectos mencionados, de ahí la necesidad de impulsar un amplio conocimiento de la diversidad de arañas y de su biología.

Situación y amenazas

Este trabajo revela que Chiapas cuenta con una elevada diversidad de arañas, pero al mismo tiempo revela que dicho conocimiento está sesgado hacia determinadas regiones y hacia determinados grupos (tejedoras de redes), que han sido los más estudiados. Asimismo, se hace evidente que el conocimiento de la araneofauna aún dista de ser medianamente completo, precisamente por el sesgo que han tenido los estudios previos. Un aspecto que pone en riesgo la diversidad existente es la elevada tasa de fragmentación de hábitats naturales que ha ocurrido y ocurre todavía en Chiapas (Sarukhán, 2005; Naranjo *et al.*, 2005), pues la reducción o pérdida de hábitats con características específicas afecta a especies poco adaptables ecológicamente, o a especies endémicas. Ninguna de las especies registradas para Chiapas en este trabajo está anotada con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, para la gran mayoría, se desconoce la información sobre las condiciones de sus poblaciones y, en particular, para las especies de tarántulas (familia Theraphosidae), que en otras regiones de México han sido afectadas por la captura y comercio ilegal para su venta como mascotas.

En Chiapas, como en otras regiones de México, varios factores afectan el que se pueda

aprovechar de manera sustentable la elevada riqueza de arañas presente. Por una parte, el temor por su veneno, generalizado culturalmente a todas las especies, tiene como efecto en la población general no sólo una falta de interés por conocer mejor a estos organismos, sino un rechazo exagerado que lleva a la destrucción inmediata cuando se llega a encontrar un ejemplar. Otro factor es la existencia de creencias sin fundamento, como el de la "hierba", nombre que se da en Chiapas a varias especies de la familia Theraphosidae, acusadas de arrancar pelos de las patas de equinos y depositar su saliva u orín sobre los cascos de estos animales, lo que (según esta creencia) causa la pudrición de estos, cuando en realidad se trata de una enfermedad microbiana, plenamente conocida por la medicina veterinaria. Además, aunque una parte de la población sabe que las arañas son depredadoras de insectos, no hay un amplio conocimiento sobre cómo sus capacidades de depredación pueden influir en la presencia de insectos nocivos, tanto en los cultivos como en las viviendas. Este conjunto de factores afecta negativamente el aprovechamiento potencial que se deriva de la riqueza de especies existentes.

Acciones de conservación

Entre las acciones que pueden contribuir a la conservación de la diversidad de este grupo, se pueden incluir todas aquellas que contribuyan a preservar las áreas naturales de Chiapas, pero también se pueden implementar acciones concretas de difusión y educación sobre la biología y el papel de estos organismos tanto en áreas naturales como en agroecosistemas, de manera que contribuyan a desechar las creencias erróneas, que reduzcan el temor exagerado y generalizado a todas las especies. Por otra parte, se requiere también diseñar estrategias y prácticas agrícolas que contribuyan a favorecer su presencia y su abundancia en los cultivos, para aprovechar su potencial de depredación de insectos en el control de plagas agrícolas.

Literatura citada

- Álvarez del Toro, M. 1992. Arañas de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México. 297 pp.
- Castelo Calvillo, J. L. 2000. Diversidad de Salticidae (Arachnida: Araneae) en una localidad de la selva baja caducifolia del sur de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. México D.F. 181 pp.
- Coddington, J. A. y H. W. Levi. 1991. Systematics and the evolution of spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 565-592.
- Craig, C. L. 2003. Spiderwebs and Silk. Tracing Evolution from Molecules to Genes to Phenotypes. Oxford University Press. New York. 230 pp.
- Fitches, E., M. G. Edwards, C. Mee, E. Grishin, A. M. R. Gatehouse, J. P. Edwards y J. A. Gatehouse. 2004. Fusion proteins containing insect-specific toxins as pest control agents: snowdrop lectin delivers fused insecticidal spider venom toxin to insect haemolymph following oral ingestion. *Journal of Insect Physiology* 50 (1): 61-71.
- Foelix, R. F. 1996. Biology of Spiders. Second edition. Oxford University Press, New York. 330 pp.
- González Paredes, N. 2002. Arañas Salticidae (Arachnida: Araneae) de la región del Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Las Agujas, Zapopan, Jal. 40 pp.
- Greenstone, M. H. 1999. Spider predation: how and why we study it. *Journal of Arachnology* 27 (1): 333-342.
- Hoffmann, A. 1976. Relación bibliográfica preliminar de las Arañas de México (Arachnida: Araneae). Instituto de Biología. UNAM. Publ. Especiales 3, México, 117 pp.
- Hoffmann, A. 1993. El maravilloso mundo de los arácnidos. No. 116 de la serie La ciencia desde México. Fondo de Cultura Económica. México. 167 pp.
- Ibarra Núñez, G. 1990. Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México. I Variedad y abundancia. *Folia Entomológica Mexicana* 79: 207-231.
- Ibarra Núñez, G., J. A. García y M. A. Moreno. 1995. La comunidad de artrópodos de dos cafetales con diferentes prácticas agrícolas (orgánico y convencional): el caso de las Arañas. Resúmenes xxx Congreso Nacional de Entomología. Texcoco, estado de México, pp. 12-13.
- Ibarra Núñez, G. y J. A. García B. 1998. Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 102: 11-20.
- Ibarra-Núñez, G., J. A. García, M. A. Moreno, J. A. López y J. P. Lachaud. 2001. Prey analysis in the diet of some ponerine ants (Hymenoptera: Formicidae) and web-building spiders (Araneae) in coffee plantations in Chiapas, Mexico. *Sociobiology* 37 (3B): 723-755.
- Ibarra Núñez, G., E. B. Moreno Molina, A. Ruiz Colemares, M. Trujillo Olivera y J. A. García Ballinas. 2004. Las arañas tejedoras (Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae y Uloboridae) de una plantación de cacao en Chiapas, México. En: Morales Moreno A., Ibarra González M., Rivera González A. P. y Stanford Camargo S. (Eds.). *Entomología Mexicana* 3: 38-41.
- Jiménez, M. L. 1996. Araneae. En: Llorente, J., A. N. García y E. González (Eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 83-101.
- Kaston, B. J. 1972. How to know the spiders. Third edition. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 272 pp.
- Levi, H. W. y L. R. Levi. 1968. A guide to spiders and their kin. Golden Press. New York. 160 pp.
- Medina Soriano, F. J. 2005. Las arañas errantes del manglar de Chiapas, México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática). UNAM, Facultad de Ciencias. México D.F. 120 pp.
- Moguel, P. y V. M. Toledo. 1999. Biodiversity Conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13: 1-12.
- Naranjo Piñera E., C. Lorenzo Monterrubio y A. Horváth. 2005. La diversidad de mamíferos en Chiapas. pp. 221-263. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Coords.). Diversidad Biológica en Chiapas. Plaza y Valdés Editores. México, D.F.
- New, T. R. 1999. Untangling the web: spiders and the challenges of invertebrate conservation. *Journal of Insect Conservation* 3: 251-256.
- Olguín Pérez, L. P. 2004. Catálogo de las arañas de la familia Lycosidae Sundevall depositadas en la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN). Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 87 pp.
- Perfecto I., R. Rice, R. Greenberg y M. Van der Voort. 1996. Shade coffee as refuge of biodiversity. *BioScience* 46: 598-608.
- Pinkus Rendón, M. A., G. Ibarra-Núñez, V. Parra Tabla, J. A. García Ballinas y Y. Henaut. 2006a. Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *Journal of Arachnology* 34 (1): 104-112.
- Pinkus-Rendón, M. A., J. L. León-Cortés y G. Ibarra-Núñez. 2006b. Spider diversity in a tropical habitat gradient in Chiapas, Mexico. *Diversity and Distributions* 12: 61-69.

- Platnick, N. I. 2007. The world spider catalog, version 8.0. American Museum of Natural History. Disponible en: <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>. (consultado el 10 de agosto de 2010).
- Proszynski, J. 2007. Monograph of the Salticidae (Araneae) of the World. Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Science (PAN).
- Rice, R. A. y R. Greenberg. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29 (3): 167-173.
- Riechert, S. E. y L. Bishop. 1990. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in garden test systems. *Ecology* 71 (4): 1441-1450.
- Riechert, S. E. y T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. *Annual Review of Entomology* 29: 299-320.
- Rohou, A., J. Nield y Y. A. Ushkaryov. 2007. Insecticidal toxins from black widow spider venom. *Toxicon* 49 (4): 531-549.
- Ruíz Colmenares, A. 2004. Diversidad de arañas de suelo en una plantación de cacao, Municipio de Tuxtla Chico, Soconusco, Chiapas; México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Escuela de Biología. 67 pp.
- Santos González, A. 2001. Diversidad de arañas tejedoras asociadas a márgenes de arroyos, en dos localidades de la región del Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM, Facultad de Ciencias. México D.F. 123 pp.
- Santos González, A. 2005. Arañas tejedoras asociadas a los manglares de la Costa de Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática), UNAM, Facultad de Ciencias, México D.F., 137 pp.
- Sarukhán Kermez, J. 2005. Prólogo. pp. 19-23. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Coords). *Diversidad Biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés Editores. México, D.F.
- Stone, R. 1992. Researchers score victory over pesticides and pests in Asia. *Science* 256: 1272-1273.
- Symondson, W. O. C., K. D. Sunderland y M. H. Greenstone. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology* 47: 561-594.
- Trujillo Olivera, M. 2002. Diversidad de arañas tejedoras y su influencia sobre los insectos asociados al cultivo del cacao. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas.
- Turnbull, A. L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology* 18: 305-348.

OPILIONES: LAS ARAÑAS QUE NO SON ARAÑAS

César R. Lucio Palacio y David Chamé Vázquez

Introducción

La clase Arachnida es un grupo numeroso de artrópodos, principalmente terrestres, que se caracteriza por poseer seis pares de apéndices, el primero de los cuales se denomina *quelíceros* y cumple las funciones de las partes bucales de los insectos (Vázquez, 1993). Los arácnidos no poseen antenas y la mayoría de sus receptores sensoriales, salvo la vista, se da mediante diversas estructuras que se encuentran en los pedipalpos, que son el segundo par de apéndices, o en alguno de los restantes cuatro pares de patas. El cuerpo de los arácnidos se compone de tres secciones, aunque en la mayoría de los grupos parece que sólo fueran dos o, incluso, una sola pieza corporal (Vázquez, 1993). A pesar de que la filogenia del grupo (esto es, la historia del linaje y las relaciones de parentesco entre los organismos) no está completamente definida, se suele considerar a los siguientes órdenes dentro de los arácnidos: Scorpionida (alacranes), Pseudoscorpiones, Solifugae (madres de alacrán, arañas sol), Araneae (arañas), Schizomida, Telyphonida (Vinagrillos), Palpigradi, Amblypygi, Ricinulei, Acari (ácaros) y Opiliones, estos últimos, por su apariencia general, suelen ser confundidos con arañas.

En el presente apartado se describen las características principales de los opiliones y se incluye información sobre su diversidad, importancia, amenazas y estado de conservación en el estado de Chiapas.



Figura 1. Opilión Eupnoi de Chiapas. Foto: Noé Jiménez Lang.



Figura 2. Opilión Laniator de Chiapas. Foto: David Chamé Vázquez.

Descripción del grupo

A pesar de ser animales ubicuos y generalmente abundantes, los opiliones son objeto de escaso interés general; a lo más, llegan a recibir nombres comunes como “arañas patonas”, “pelos de sobaco”, “tanganas”, “pinacates” o “sacabuches” en diferentes regiones de México (Kury y Cokendolpher, 2000; Hoffman, 1993). Aunque la mayoría de estas denominaciones se basa en la extraordinaria longitud de los cuatro pares de patas de los opiliones de zonas templadas, en los países tropicales también se pueden encontrar especies que muestran gran variedad en tamaños, formas y ornamentaciones (Hoffman, 1993).

Como se ha mencionado, los opiliones suelen ser confundidos con arañas, incluso llegan a pasar por arañas muy venenosas. Sin embargo, poseen varias características que los distinguen de ellas. En primer lugar, no poseen glándulas venenosas para inocular toxinas a sus presas y la mayoría presenta dorsalmente una glándula en la base del primer par de patas, con la que secretan sustancias de alarma y repulsivas a los depredadores (Holmberg, 1986). En segundo lugar, su cuerpo aparece como un solo conjunto, mientras que las arañas presentan una región anterior y una posterior o abdominal. Asimismo, los opiliones carecen de la capacidad de secretar telarañas, lo que hace bastante diferentes sus hábitos alimentarios a los de las arañas y, por último, presentan un par de ojos agrupados en un tubérculo dorsal en la parte anterior del cuerpo, aunque algunas especies cavernícolas han perdido esta característica (Vázquez, 1993).

Actualmente, se reconocen cuatro grupos generales de opiliones: 1) Los Cyphophtalmi, que son organismos muy pequeños, de unos pocos milímetros de longitud, con apariencia de ácaros y de hábitos usualmente cavernícolas o edáficos (asociados al suelo); 2) Los Dyspnoi, igualmente pequeños y que presentan ornamentaciones en la cubierta dorsal y sobre los ojos, y que suelen vivir debajo de rocas y en el suelo; 3) Los Eupnoi (figura 1) son de tamaño mediano y con las patas desproporcionadamente largas; suelen encontrarse en lugares húmedos y de clima templado a frío, aunque algunos grupos son abundantes en zonas tropicales; y 4) los opiliones Laniatores (figura 2), que son los más diversos y que se diferencian por un cuerpo de tamaño mediano a grande, normalmente orna-

mentado con espinas y protuberancias y que suelen habitar en lugares con clima tropical (Pinto-da-Rocha *et al.*, 2007).

Diversidad y distribución

Los opiliones se pueden encontrar en prácticamente todos los climas alrededor del globo, salvo en los polos. De las poco más de 6400 especies de opiliones que actualmente se conocen, México cuenta con 280. Estos se han registrado en todos los estados del país (Kury y Cokendolpher, 2000; Cokendolpher y Lee, 1993) (figura 3), aunque Chiapas es el estado con mayor número de especies conocidas, ya que suma hasta el momento 54 taxones de los cuales son 52 especies y tres subespecies—15 Eupnoi y 37 Laniatores— (Kury y Cokendolpher, 2000) (apéndice VIII.9). De estas 52 especies, que representan 19 % del total nacional, la mayoría se ha registrado de lugares cálidos y húmedos, como las regiones de la Selva Lacandona y El Soconusco, aunque también hay un número importante de registros para la Meseta Central, en lugares con clima más templado como las cercanías de Tuxtla Gutiérrez, y para zonas altas con clima húmedo y frío, como las regiones circundantes a San Cristóbal de las Casas y Ocosingo (Goodnight y Goodnight, 1953).

En la figura 4 se puede apreciar que en ecosistemas tan ampliamente distribuidos como las selvas bajas caducifolias cuentan con escasos reportes publicados de opiliones en el estado. Otro tanto ocurre con los bosques mesófilos y los de pino y pino-encino, ecosistemas que suelen albergar un importante riqueza de opiliones (Almeida-Neto *et al.*, 2006). Los ecotonos entre zonas secas y húmedas seguramente también serán sitios idóneos para la colecta, sin dejar de tomar en cuenta el acentuado efecto de la elevada humedad en el grado de endemismo de opiliones (Kury y Pinto-da-Rocha, 2002).

Esta carencia de información puede deberse a que el grado de estudio de este grupo en las tres provincias biogeográficas del estado (Morrone, 2005) ha sido muy bajo con menos de 30 localidades de colecta en total.

Cabe resaltar que el grado de endemismo de los opiliones en Chiapas es importante, lo cual contrasta con el grado global de endemismo para el país, ya que mientras a nivel nacional 66 % de las especies de opiliones son endémicas del país,

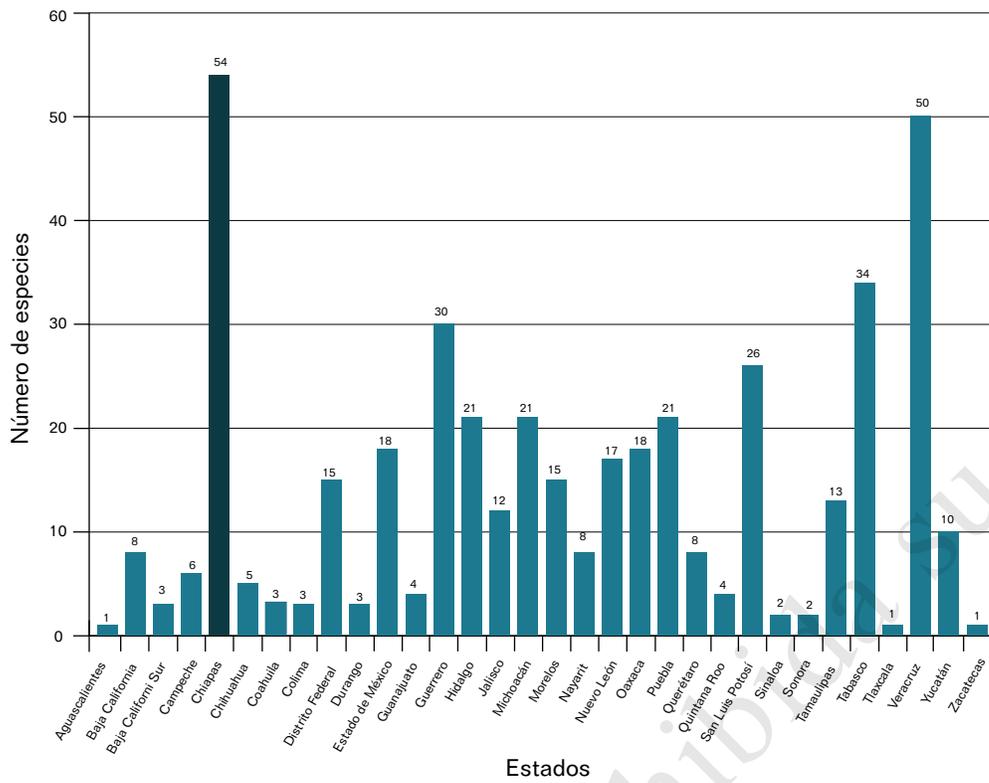


Figura 3. Número de especies reportadas de opiliones por estado. Fuente: elaboración propia con datos de Kury y Cokendolpher, 2000.

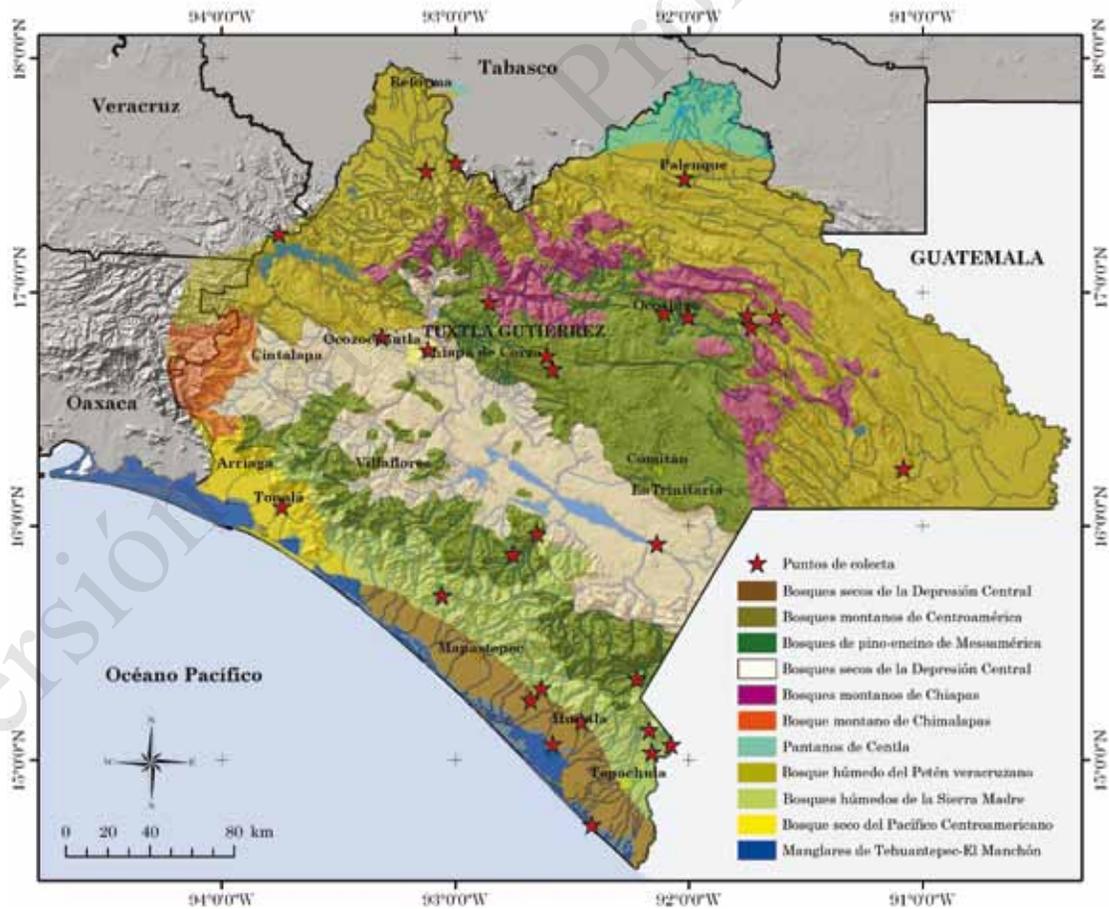


Figura 4. Principales localidades de colecta de opiliones por tipos de vegetación, denotadas por ★. Fuente: elaboración propia con datos de Kury (2003), Kury y Cokendolpher (2000) y Cokendolpher y Lee (1993).

en Chiapas, 48 % (25 especies) son endémicas para el estado, 12 especies (23 %) se encuentran también en otros estados de la república (aunque son exclusivas de México) y 15 especies (29 %) se encuentran distribuidas en diferentes regiones de América (figuras 5a y b).

Importancia ecológica, económica y cultural

Los opiliones poseen características ecológicas que los convierten en: 1) potenciales elementos

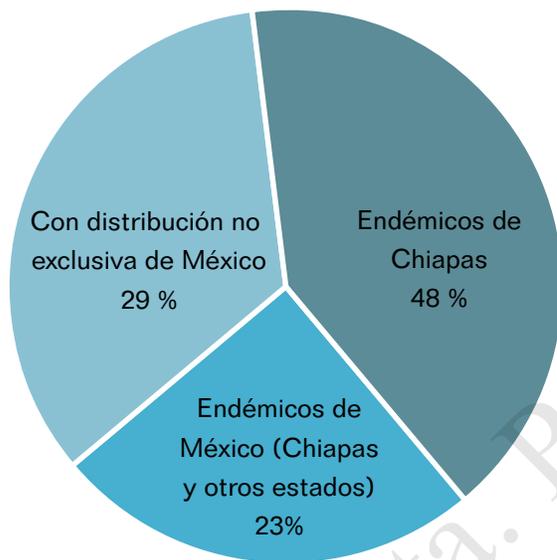


Figura 5a. Porcentaje y tipo de endemismo de los opiliones de Chiapas.



Figura 5b. Gráfica porcentual de riqueza específica de opiliones Eupnoi por endemismo. Fuente: elaboración propia con datos de Kury y Cokendolpher, 2000.

de control biológico (Allard y Yeargan, 2005); 2) indicadores de la calidad de un ecosistema o de un paisaje ya que comparten características con otros grupos utilizados para ese fin (Schuster *et al.*, 2000), 3) como organismos base para elaborar análisis biogeográficos (Almeida-Neto *et al.*, 2006), además de que 4) contribuyen de manera importante al reciclaje de nutrientes en la mayoría de los ecosistemas terrestres. Más allá de su importancia ecológica y de control biológico en los cultivos, los opiliones pueden ser una fuente de oportunidades para diferentes industrias ya que sus características glándulas repulsivas contienen cetonas, naftoquinonas y diversas sustancias con propiedades repelentes y antibióticas documentadas (Machado *et al.*, 2005; Holmberg, 1986). Así pues, la riqueza del arsenal químico de los opiliones aún está por descubrirse y es urgente conocer todas las especies presentes en un lugar, por el potencial de sustancias nuevas que implica el descubrimiento de nuevas especies. De hecho, es probable, incluso, que las especies endémicas hayan desarrollado sustancias diferentes a las conocidas, con lo que el potencial de encontrar componentes útiles aumenta con cada nueva especie que se describe y disminuye de manera irremediable con cada especie que se extingue.

Situación y amenazas

A pesar de que Chiapas es el estado con mayor número de reportes de opiliones, el conocimiento de este grupo de arácnidos dista mucho de estar completo. Por principio de cuentas, los detalles de su historia vital son prácticamente desconocidos, así como el estado de conservación de sus poblaciones. Los estudios respecto a opiliones en Chiapas son casi inexistentes. Uno de los principales y primeros impulsores del conocimiento de estos arácnidos en Chiapas y regiones adyacentes fue el trabajo de Pickard Cambridge perteneciente a la serie *Biologia Centrali Americana* (1904-1905), en donde describe nuevas taxa y proporciona datos de distribución para especies ya conocidas, además de ilustrar los ejemplares a los que tuvo acceso o que colectó. La siguiente contribución importante en el conocimiento de estos organismos en Chiapas se compone de los trabajos de Goodnight y Goodnight (1942, 1944, 1945, 1946, 1948, 1950, 1953), quienes también describie-

ron numerosas especies nuevas y sugirieron diversos aspectos que definen la distribución y abundancia de los opiliones en la región. Ramos (1962) trabajó con ejemplares de opiliones Laniatores provenientes de diversas partes de la república y resguardados en la colección de arácnidos de la UNAM. La tesis de Morales (1980), conjuntó la información referente a este grupo en el país, aún ahora es una referencia obligada. Por otra parte, existen algunas contribuciones recientes cuya información generada es muy valiosa (Shear, 2004), como se revisa en el estudio de caso.

Entre las principales causas de la falta de interés en el estudio de los opiliones es su superficial semejanza con las arañas, su falta general de notoriedad y atractivo visual o la creencia de que son organismos muy venenosos o carentes de sistemas especializados de defensa (Hoffman, 1993). Otros factores han sido la dificultad para conseguir literatura especializada o, hasta hace algunos años, la falta de definición de los grupos taxonómicos, principalmente a niveles por arriba de familia.

La falta de información básica sobre los opiliones como su ecología, historia vital y distribución ha derivado en que, hasta el momento, no se han planteado en el país ideas para aprovecharlos o conservarlos (Kury y Cokendolpher, 2000). Además de los cambios negativos abruptos en los ecosistemas, tales como el cambio de uso de suelo o la pérdida de cobertura vegetal y de la pérdida de áreas naturales, problemas típicos de la mayor parte del estado, los opiliones se ven amenazados por fenómenos como la introducción de especies exóticas, el uso de pesticidas y otros agroinsumos sintéticos, el cambio climático y, posiblemente, el uso de cultivos transgénicos.

El estudio de los opiliones en Chiapas y estrategias de conservación

El panorama para el conocimiento adecuado de estos arácnidos no es alentador, sin embargo, esto mismo hace ver que existen posibilidades de realizar numerosos estudios con impacto en diferentes áreas del conocimiento y con importantes perspectivas de aplicación. Uno de los principales problemas para comenzar con estudios integrales en este grupo es que en la actualidad no existen especialistas en el país que se

dediquen al estudio exclusivo de los opiliones y que, a nivel mundial, los especialistas en este grupo que muestran interés en la fauna americana no son más de veinte. Recientemente, personal del Instituto de Biología de la UNAM ha realizado colectas sistemáticas de diferentes grupos de arácnidos en la Selva Lacandona, obviamente incluyendo en su trabajo a los opiliones. Los resultados definitivos de esta investigación aún están en preparación, aunque sin duda arrojarán información muy valiosa en cuanto al conocimiento de la diversidad de opiliones en la región (Castelo, com. pers.).

Tal vez la iniciativa más importante para conocer la diversidad de la opiliofauna a nivel neotropical es la iniciada por investigadores del Museo Nacional de la Universidad de Brasil. Dicho proyecto es bastante ambicioso, en cuanto a que pretende esclarecer cuestiones acerca de la taxonomía, biogeografía y ecología de los opiliones neotropicales. Se puede considerar como un avance muy importante en este proyecto la reciente publicación del libro "Harvestmen. The Biology of Opiliones" (Pinto-da-Rocha *et al.*, 2007), que concentra la mayoría del conocimiento actualizado de este grupo.

La información resultante de estos proyectos es lo bastante general para poder ser utilizada en Chiapas, aunque puntos más precisos, como la faunística y la distribución de las especies mexicanas distan mucho de ser adecuadamente conocidas. De esta forma, es recomendable implementar programas que fomenten la investigación básica para generar información acerca de la distribución, dispersión e identidad de los opiliones en el estado. Los patrones de distribución obtenidos pueden sumarse a datos ecológicos que lleven a su vez a estudios ecológicos formales, de aspectos tales como distribución o composición de las comunidades.

De esta forma, se puede hablar de estrategias concretas para realizar estudios que conduzcan a la conservación de los opiliones en el estado de Chiapas: 1) inventariar la fauna de opiliones de localidades que se encuentren dentro de algún esquema de protección federal, relacionando la riqueza y diversidad de esos sitios con parámetros del entorno, principalmente con aquellos que tengan que ver con selección de hábitat y uso de recursos, y teniendo en cuenta las asociaciones vegetales con mayor porcentaje de pérdida en el estado; 2) comparar

la diversidad y abundancia de opiliones en sitios prístinos y en sitios impactados, lo que nos permitirá apreciar patrones o factores que afectan a estos organismos.

Una vez con un acervo adecuadamente conservado e identificado, se puede proceder a estudios ecológicos o a estudios aplicados al manejo de comunidades, a la bioindicación (esto es determinar características de un sitio con base en la presencia/ausencia de ciertas especies), al control de organismos de interés agrícola o al estudio de la composición y función de las sustancias repugnantes secretadas por estos organismos. Desgraciadamente, en la actualidad no existen investigadores nacionales o extranjeros que incluyan en sus líneas de investigación el estudio de cualquier aspecto de los opiliones de Chiapas, con lo que el área de oportunidad de este tipo de estudios es muy amplia.

Independientemente de la inclinación de los estudios que puedan realizarse, los cuales siempre revestirán importancia ecológica y/o económica, el factor clave que debe quedar claro es que el conocimiento de la distribución de los opiliones y de su taxonomía, al ser un grupo diverso y de fácil manejo para eventuales estrategias de monitoreo y conservación, es esencial para cualquier iniciativa que tenga que ver con estos organismos.

Conclusiones

Los opiliones son un grupo de arácnidos diverso y abundante en el estado de Chiapas. Aunque existen pocos registros publicados de estos or-

ganismos, parecen ser ubicuos a lo largo de estado, presentándose en diferentes biomas. Los opiliones de Chiapas son endémicos a nivel estado y a nivel país, lo cual los convierte en candidatos a iniciativas de conservación. Por otra parte, la endemicidad de los opiliones puede ser de importancia para ayudar a definir planes de conservación en áreas concretas. Además, sus características glándulas repulsivas parecen albergar una miríada de compuestos potencialmente útiles en diversos campos. La acción depredadora y degradadora que cumplen los opiliones los dota de importancia para cultivos y áreas naturales. A pesar de los puntos anteriores, es poco lo que se sabe de estos seres en el país, sin que Chiapas sea la excepción. Si bien por el momento no se existe el interés institucional por desarrollar investigaciones con estos organismos, el área de oportunidad existente es muy amplia. Tal como muchos otros grupos de artrópodos, el conocimiento de la faunística de este grupo será de gran importancia para desarrollar un sinnúmero de posibles investigaciones que redundarán en beneficios para la conservación de áreas naturales, para la mejor gestión de sistemas agrícolas y para la obtención de sustancias benéficas. Por otro lado, la tarea de identificar, catalogar y conocer la distribución de los opiliones debe enfrentarse a la catastrófica pérdida de cobertura vegetal natural y a la urbanización de terrenos. Los beneficios de conocer y proteger a este grupo de arácnidos son numerosos, pero debemos comenzar ahora una labor que se ha postergado por, quizá, demasiado tiempo.

Literatura citada

- Allard, C. C. y K. V. Yeargan. 2005. Diel activity patterns and microspatial distribution of the harvestman *Phalangium opilio* (Opiliones, Phalangiidae) in soybeans. *Journal of Arachnology*.
- Almeida-Neto, M., G. Machado, R. Pinto-da-Rocha y A. A. Giaretta. 2006. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? *Journal of Biogeography* 33: 361-375.
- Cokendolpher, J. C. y V. F. Lee. 1993. Catalogue of the Cyphopalpatores and bibliography of the harvestmen (Arachnida, Opiliones) of Greenland, Canada, USA., and Mexico. Privately published, Lubbock, Texas.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1942. Additional phalangida from Mexico. *American Museum Novitates* 1281: 1-17.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1944. Additional phalangida from Mexico. *American Museum Novitates* 1281: 1-17.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1945. More phalangida from Mexico. *American Museum Novitates* 1249: 1-13.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1946. Additional studies of the phalangid fauna of Mexico. 1. *American Museum Novitates* 1310: 1-17.

- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1948. A new member of the genus *Caddo* (Phalangida). *Journal of the New York Entomological Society* 56: 201-203.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1950. Distribution and taxonomic relationships of the Phalangid fauna of Chiapas, Mexico. *Year Book of the American Philosophical Society*: 142-145.
- Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1953. The opilionid fauna of Chiapas, Mexico, and adjacent areas (Arachnoidea, Opiliones). *American Museum Novitates* 1610: 1-81.
- Hoffman, A. 1993. El maravilloso mundo de los arácnidos. Fondo de Cultura Económica. México.
- Holmberg, R. G. 1986. The scent glands of opiliones: a review of their function. *Proceedings of the Ninth International Congress of Arachnology*. 131-133 pp.
- Kury, A. B. 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World: (Arachnida, Opiliones). *Revista Ibérica de Aracnología* 1: 1-337.
- Kury, A. B. y J. C. Cokendolpher. 2000. Opiliones. En: Llorente-Bousquets, E. González S. y N. Papavero. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II. UNAM. CONABIO. México.
- Kury, A. B. y R. Pinto-da-Rocha. 2002. 4.4 Opiliones. pp: 345-362. En: J. Adis (Ed.). *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publishers. Moscow.
- Machado, G., P. C. Carrera, A. M. Pomini y A. J. Marsaioli. 2005. Chemical defense in harvestmen (Arachnida, Opiliones): do benzoquinone secretions deter invertebrate and vertebrate predators? *Journal of Chemical Ecology* 31: 2519-2539.
- Morales, S. M. 1980. Contribución al conocimiento de los Opiliones de la República Mexicana (Arachnida:Phalangida). Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76 (2): 207-252.
- Pickard-Cambridge, F. O. 1904-1905. Order Opiliones. 546-585 + pls 52-54. En: F.D. Godman y O. Salvin. *Biologia Centrali Americana*. London.
- Pinto-da-Rocha, R., G. Machado y G. Giribet. 2007. What are harvestmen? pp: 1-13. En: Pinto-da-Rocha, R., G. Machado and G. Giribet (Eds.). *Harvestmen. The biology of Opiliones*. Harvard University Press. USA.
- Ramos, E., J. 1962. Estudio taxonómico de algunos falángidos del suborden Laniatores. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Shear, W. 2004. Description of the female of *Acropsopilio chomulae* (Goodnight & Goodnight 1948) from Chiapas, Mexico (Opiliones, Caddidae, Acropsopilioninae). *The Journal of Arachnology* 32 (3): 432-435.
- Schuster, J. C., E. B. Cano y C. Cardona. 2000. Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)* 80: 197-209.
- Vázquez, L. 1993. Zoología del phylum Arthropoda. Editorial Interamericana, México.

Acropsopilio chomulae, UN RARO Y ESQUIVO OPILIÓN

César R. Lucio Palacio y David Chamé Vázquez

En 2004, apareció en la prestigiosa revista científica *The Journal of Arachnology* la descripción de la hembra de una especie de opilión –*Acropsopilio chomulae*– (Goodnight y Goodnight, 1948) que hasta antes de ese año solamente se conocía por un individuo, un macho joven (Goodnight y Goodnight, 1948). Los descriptores originales, Clarence J. y Marie L. Goodnight, únicamente habían podido coleccionar individuos juveniles de esta enigmática especie en los alrededores de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, durante una expedición que realizaron en 1947. Fue hasta 1975 que el Dr. William Shear realizó la revisión de este tipo de opiliones (familia Caddidae), trabajando con organismos de la pequeña colección de opiliones de la región de San Cristóbal de las Casas, pertenecientes al Museo Americano de Historia Natural (AMNH). Dicha revisión resultó en la descripción adecuada de esta especie, así como en su correcta ubicación taxonómica (Shear, 2004).

En estado adulto, *Acropsopilio chomulae* mide aproximadamente 1.10 mm de longitud y su hábitat típico es el bosque de encino-pino, el cual es característico de la región que rodea a la ciudad de San Cristóbal de las Casas. Un examen detallado de su estructura interna reveló que estos animales no poseen aberturas respiratorias, y dado su pequeño tamaño, es factible que respiren únicamente por intercambio gaseoso directo a través de la cubierta corporal. Esta característica los hace vulnerables a los cambios en la calidad del ambiente y a cambios de uso del suelo. Por otro lado, todos los ejemplares sexualmente maduros son hembras, lo que sugiere la posibilidad de reproducción partenogenética (esto es, que las hembras pueden procrear sin la necesidad de machos) y de que los machos sean prácticamente inexistentes.

Para hacer más interesante a esta especie y a sus congéneres, parece ser que su rango de distribución geográfica siempre es muy restringido, lo que los convierte en organismos raros y frágiles en cuanto a su conservación. De acuerdo a este rasgo de distribución geográfica, las opiniones de la familia Caddidae pueden ser muy útiles para definir patrones de distribución de otras especies con las que comparta preferencias de hábitat o que presenten coincidencias en cuanto a historia evolutiva, y aunque a la actualidad no se han definido especies particulares para este uso, *A. chomulae* comparte características con otros grupos que ya se emplean con dicho fin (Schuster *et al.*, 2000).

También pueden ser útiles para conocer la calidad ambiental de su hábitat, así como para definir estrategias y zonas prioritarias de conservación, en particular en las cercanías de San Cristóbal de las Casas.



Literatura citada

Goodnight, C. J. y M. I. Goodnight. 1948. A new member of the genus *Caddo* (Phalangida). *Journal of the New York Entomological Society* 56: 201-203.

Shear, W. 2004. Description of the female of *Acropsopilio chomulae* (Goodnight & Goodnight 1948) from Chiapas, Mexico (Opiliones, Caddidae, Acropsopilioninae). *The Journal of Arachnology* 32 (3): 432-435.

Schuster, J. C., E. B. Cano y C. Cardona. 2000. Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)* 80: 197-209.

Versión gratuita. Prohibida su venta.



Version científica gratuita para su venta.

LOS ESCARABAJOS (COLEOPTERA: SCARABAEOIDEA)

Benigno Gómez y Gómez

Introducción

De los veinte órdenes taxonómicos de insectos registrados en Chiapas, el segundo grupo mejor conocido es el de los Coleoptera, de quienes se conocen 1 152 especies (León-Cortés *et al.*, 2005). Dentro de este conjunto de insectos se encuentran los escarabajos o, como tradicionalmente se conocen en Chiapas, “ronrones”, “toritos” o “rodacacas”.

La designación lingüística de escarabajo responde a aquellos coleópteros que tiene cierto parecido al “escarabajo sagrado” de los antiguos egipcios (*Scarabaeus sacer*) (Linnaeus, 1758) y que principalmente agrupa a las especies de la familia Scarabaeidae y a otros grupos semejantes que es su conjunto forman la superfamilia Scarabaeoidea. Estos insectos se caracterizan por tener sus antenas terminadas en un paquete de láminas, por lo que también se conocen como lamelicornios (Morón, 2004).



Figura 1. *Proculus goryi* (Melly, 1833) en la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná. Foto: Benigno Gómez y Gómez.

Descripción del grupo

Los escarabajos son insectos que iniciaron su carrera evolutiva durante el periodo Triásico de la era Mesozoica, junto con los dinosaurios. No obstante la extinción de los grandes saurios, los escarabajos han sobrevivido de manera exitosa, superándolos con más de 65 millones de años de existencia (Morón, 2004).

Actualmente, los escarabajos pueden vivir en casi cualquier ecosistema terrestre, en áreas silvestres o zonas de cultivos y desde el nivel del mar hasta zonas montanas de más de 4000 m de altitud. El suelo, el estiércol, los troncos o las flores son algunos de los hábitats donde podemos encontrar a estos peculiares organismos, desarrollando una función ecológica particular (Morón, 2004).

Como todos los insectos holometábolos, los escarabajos transcurren su ciclo de vida por cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Estos insectos terrestres colocan los huevos sobre sustratos como el suelo o depósitos de materia orgánica (troncos, estiércol, etcétera) y en algunos casos particulares (principalmente en Scarabaeidae) se observan cuidados de los padres hacia la descendencia. Las típicas larvas de escarabajos son blanquecinas en forma de C, las cuales pasan por lo general por tres estados, de los cuales, el tercero es en el que las especies perjudiciales hacen su mayor daño (como *Phyllophaga*). Una vez alcanzado las tres fases de larva, los escarabajos alcanzan la etapa de pupa, en la cual muchas especies construyen una fortaleza llamada cocón, que es la etapa de la vida más vulnerable de los escarabajos. El cocón protege al organismo de depredadores mientras ocurren cambios significativos en su morfología. Así, al término del periodo pupal, surge del cocón o de la pupa, lo que conocemos como escarabajo propiamente, que es la etapa adulta de la especie en cuestión.

El ciclo de vida de un escarabajo puede durar de uno a cuatro años, dependiendo de la especie y situación ambiental donde se desarrolle. Como en la mayoría de los insectos, la etapa adulta es la más corta, siendo la etapa larvaria la de mayor duración.

Diversidad

Los escarabajos, quizás, son uno de los grupos de insectos más diversificados en cuanto a forma,

coloración, tamaño y hábitos (Morón, 1997). A nivel taxonómico, es un grupo que ha tenido cambios constantes y, como lo indican Delgado y Márquez (2006), aún está lejano el día en que se logre un consenso en la clasificación de este grupo de insectos. La clasificación que en los últimos años ha tenido mayor aceptación entre los especialistas de Coleoptera es la de Lawrence y Newton (1995), la cual divide a los escarabajos (Scarabaeoidea) en 13 familias taxonómicas, de las cuales, 10 ocurren en México.

Actualmente, se han descrito un poco más de 30 000 especies de escarabajos a nivel mundial, de las cuales, 1 713 se han registrado en México (Martín-Piera y López-Colón, 2000; Morón, 2003a; Delgado y Márquez, 2006). Aun cuando se ha estudiado por muchos años a este grupo en nuestro país, es evidente el rezago de conocimientos sobre ciclos de vida, distribución ecogeográfica y principalmente inventarios que sustentan el conocimiento básico de su diversidad (Delgado y Márquez, 2006). Se estima que aún falta por conocer, aproximadamente, cerca de 450 especies de escarabajos en el país (Morón, 1996a,b).

A nivel estatal, Chiapas ocupa el primer lugar en cuanto a diversidad de escarabajos (Scarabaeoidea) con 596 especies, seguido de Veracruz, Oaxaca, Jalisco e Hidalgo (Navarrete-Heredia *et al.*, 2001; Morón, 2003a; Navarrete-Heredia y Deloya, 2005; Delgado y Márquez, 2006). En esta entidad, habita cerca de 35 % de la biodiversidad nacional de escarabajos, repartiéndose esta riqueza a nivel de familias de la siguiente manera:

- Lucanidae: se ha registrado únicamente a *Aesalus neotropicalis* Bates, 1888, la cual originalmente fue descrita de Guatemala. Actualmente, para México sólo se refiere para Chiapas y Veracruz (Reyes-Castillo y Boucher, 2003; Morón, 2004).
- Passalidae: en Chiapas se han registrado 45 de las 83 especies para México, lo cual coloca a este estado como el más rico en esta familia de escarabajos a nivel nacional (Reyes-Castillo, 2003; Chamé-Vázquez *et al.*, 2007) (figura 1).
- Trogidae: sólo se ha registrado uno de los dos géneros referenciados para México (*Omorgus*). De las 21 especies registradas en México, en Chiapas se localizan únicamente cuatro (Deloya 2003a): *O. suberosus* (Fabricius, 1775); *O. rubricans* (Robinson, 1946); *O. tomentosus* (Robinson, 1941); *O. fuliginosus* (Robinson, 1941).

- Geotrupidae: en México, Howden (2003a) registra 42 especies, de las cuales, siete ocurren en Chiapas (Gómez y López-Rojas, 2004).
- Hybosoridae: se conocen cuatro especies para México, tres de las cuales se han registrado para Chiapas (Morón, 2003c; Morales *et al.*, 2004), siendo el estado con mayor número de especies para esta familia: *Hybosorus illigeri* (Reiche, 1853), *Anaides laticollis* (Harold, 1863), *Chaetodus lacandonicus* (Martínez y Morón, 1990).
- Ceratocanthidae: se han registrado en la República Mexicana 15 especies de esta familia, de las cuales, cinco están en territorio chiapaneco, todas del género *Germarostes* (Howden, 2003b): *G. aphodioides* (Illiger, 1800), *G. excisus* (Bates, 1888); *G. globosus* (Say, 1835); *G. nasutus* (Bates, 1888) y *G. nitens* (Guerin, 1839).
- Scarabaeidae: esta familia conforma el grueso de los escarabajos; está representada en Chiapas por 531 especies, lo que ubica al estado como el más diverso en México. Debido a su gran diversidad, es conveniente mencionar la riqueza de este grupo a nivel de subfamilias. Los Aphodiinae cuentan actualmente con un registro de 56 especies (Dellacasa *et al.*, 2002; Deloya, 2003b; Galante *et al.*, 2003; Delgado y Márquez, 2006); los Scarabaeinae se representan en Chiapas por 107 (Gómez y Chamé-Vázquez, 2003; Chamé-Vázquez y Gómez, 2005; Halffter, 2003; Morón, 2003b; Kohlmann, 2003; Edmonds, 2003; Zunino, 2003; Morales *et al.*, 2004; Navarrete y Halffter, 2008); por último, se han registrado 368 especies de Melolonthinae (Pacheco *et al.*, 2008) (figura 2).

Importancia

La importancia ecológica, agrícola, forestal y pecuaria que pueden llegar a tener los escarabajos hace que no pasen desapercibidos por el ser humano. En el ámbito agrícola, una de las principales plagas de maíz y de otras gramíneas, leguminosas, rosáceas y solanáceas cultivadas es la “gallina ciega”, que son las larvas de escarabajos, principalmente de Melolonthinae. El daño causado por la gallina ciega puede ser leve (15 % de raíces), moderado (40 % de raíces) o severo (consumo total de raíces) dependiendo del cultivo, de las condiciones ambientales y del estado de desarrollo en que se encuentre el insecto, siendo el tercer estadio larval el que causa mayor daño (Gómez *et al.*, 2000).



Figura 2. *Chrysina triumphalis* (Morón, 1990) especie reconocida de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Foto: Benigno Gómez y Gómez.

Por otra parte, los escarabajos que utilizan excrementos (coprófagos) y organismos muertos (necrófagos) para alimentarse y/o (Scarabaeinae, Aphodiinae), son los responsables de la descomposición de la materia orgánica, evitando con ello el aumento de poblaciones de moscas y la propagación de posibles enfermedades médico-veterinarias. Los escarabajos que utilizan la madera muerta en proceso de descomposición (saproxilófagos) como recurso alimenticio y de nidificación (Passalidae, Lucanidae y varios grupos de Melolonthinae) son capaces de acelerar el proceso de descomposición de los árboles muertos mediante su continua actividad de desmenuzamiento, masticación y digestión de la madera, facilitando de esta manera la actividad de hongos y bacterias para aumentar las posibilidades de desintegración de las grandes moléculas orgánicas (Castillo y Reyes-Castillo, 2003).

Conocimiento indígena de los escarabajos

Los Scarabaeoidea se conocen desde antaño por los diferentes grupos humanos que se han desarrollado en Chiapas. Existen diferentes denominaciones lingüísticas de las etnias chiapanecas para referirse a estos insectos. En el caso de la región de Los Altos de Chiapas, donde interactúan principalmente tres grupos indígenas, se observan las notables diferencias al nombrar a los escarabajos. Los tseltales de la región de Los Altos de Chiapas los nombran como *cimol*, *umoh*, *xulton*, *kuhtum ca* o *xkumuk* (Gómez *et al.*, 2000). Los tsotsiles los mencionan como *chanul c'á'te'* y los tojolabales como

yal chan lauan sok joj ma wayis o niwan ronron.

En la Sierra Madre, la etnia mam los conoce con el nombre de *pin x' molotxa, ku 'ben*. En la región norteña de Chiapas, colindante con a la selva lacandona, los choles les reconocen por el nombre de *cucluntá* o *xcucluntá*.

Existen pocos trabajos que aborden el conocimiento indígena o tradicional de los escarabajos en Chiapas (Gómez *et al.*, 2000). No obstante, la presencia de grupos humanos en el estado, por más de quinientos años, hace pensar que el conocimiento acerca de este particular grupo de insectos debe ser amplio y podría apoyar programas de desarrollo sustentable local.

SITUACIÓN

Las colecciones entomológicas estatales mantienen una buena representación de los escarabajos de Chiapas, no obstante, la colección del Instituto de Ecología A.C. (Xalapa, Veracruz) y la del Instituto de Biología de la UNAM, son los acervos donde están mejor representados los Scarabaeoidea de Chiapas. En Chiapas, actualmente se comienzan a formar recursos humanos que estudian algún grupo de Scarabaeoidea, los cuales comienzan a describir la biota de escarabajos chiapanecos, ya que tradicionalmente este ámbito ha sido ocupado por investigadores nacionales y extranjeros. Las principales instituciones donde existe desarrollos de trabajos sobre Scarabaeoidea son: El Colegio de la Frontera Sur (Tapachula y San Cristóbal), el Instituto de Historia Natural (Tuxtla Gutiérrez) y la Universidad Autónoma de Chiapas, con la Facultad de Agronomía (Villaflora).

AMENAZAS

La principal amenaza que actualmente sufren los Scarabaeoidea de Chiapas es la destrucción de su hábitat. La tala de bosques y los incendios forestales son los peligros más fuertes que conllevan a la extinción local de algunos grupos de escarabajos. Se ha documentado que existe una disminución en las tallas de la madera disponible para la colonización de los escarabajos (principalmente en volumen y ancho), lo cual no permite que exista una mayor heterogeneidad de microhábitats, disminuyendo la capacidad de que especies se establezcan. Por consecuencia, existe una reducción de la estabilidad microclimática,

principalmente porque la madera de tallas mayores no se descompone de igual forma que las de tallas chicas (Grove, 2002; Míss y Deloya, 2007). De igual forma, el manejo agronómico de aéreas de cultivos en cafetales y cacaotales, tales como el aclareo de los bosques, la poda, la remoción de la madera derribada y la supresión de la sombra, pueden afectar las poblaciones de insectos saproxilófagos como los Pasalidae y Melolonthinae (Morón, 2003a; Chamé-Vázquez, 2009). Como consecuencia de lo anterior, Morón (1999) indica que es necesario proteger las áreas donde se conocen poblaciones de especies endémicas, evitando con ello la destrucción y/o modificación severa de su hábitat. Este mismo autor propone la inclusión de cinco especies de Melolonthinae endémicos de Chiapas (*Plusiotis auropunctata*, *P. halffteri*, *P. moroni*, *P. quiche*, *P. turckheimi*) en la lista de especies protegidas de la Norma Oficial Mexicana (NOM -059-SEMARNAT-2010). Es así que regiones como las montañas del norte de Chiapas y la región de la Sierra Madre de Chiapas (figura, 3) son sitios que deberían tener mayor protección, aun cuando en ellas se han establecidos zonas protegidas como las Reservas de la Biosfera (Sepultura, El Triunfo y Tacaná).

En la actualidad, también se reconoce la presencia de especies invasoras, principalmente Scarabaeidae de origen afroasiático, de los cuales solo se conocen algunos registros geográficos esporádicos en Chiapas, pero se desconoce el impacto negativo que pudieran tener por medio de la competencia con la fauna de escarabajos autóctonos (Morales *et al.*, 2004).



Figura 3. *Chrysina moroni* (Curoe y Beraud, 1994), especie endémica de la Sierra Madre de Chiapas. Foto: Benigno Gómez y Gómez.

Conclusiones y recomendaciones

Después de ver un panorama general de la situación actual de los escarabajos en Chiapas, se puede concluir lo siguiente:

1. Debido a que Chiapas es el estado con la mayor diversidad en México, se requiere una mayor cantidad de estudios taxonómicos a nivel alfa (inventarios), lo cual podría ofrecer mucho más registros y descubrir nuevas especies. Se conmina a la construcción de un atlas estatal de los escarabajos de Chiapas.

2. Se requiere mayor número de estudios que profundicen la importancia agrícola, ecológica y forestal de los escarabajos en Chiapas.

3. Es necesario estudiar el impacto que las

especies invasoras tienen sobre los escarabajos autóctonos en Chiapas, así como desarrollar un sistema de monitoreo de los mismos.

4. Se exhorta valorar las poblaciones de algunas especies de escarabajos, principalmente de Rutelini (como *Chrysinas*, *Plusiotis*) con la finalidad de incluirlas en las listas oficiales de conservación y a proteger las regiones de Chiapas donde existen poblaciones de estas especies.

5. Es de suma importancia rescatar el conocimiento tradicional que muchas de las etnias de Chiapas tienen sobre este grupo de insectos y hacer útil esas sabidurías para el control de plagas y aportes nutrimentales principalmente a las dietas de las familias.

Literatura citada

- Castillo, C. L. y P. Reyes-Castillo. 2003. Los Passalidae: Coleópteros tropicales degradadores de troncos de árboles muertos. pp. 237-262. En: Álvarez-Sánchez, J. y E. Naranjo-García (Eds.). Ecología del Suelo en la selva tropical húmeda de México. Instituto de Ecología, A.C., Instituto de Biología y Facultad de Ciencias, UNAM. Xalapa, Veracruz.
- Chamé-Vázquez E. R. y B. Gómez. 2005. Primer registro de *Canthon angustatus* Harold, 1867 en México (Coleoptera Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* 21 (3): 159-160.
- Chamé-Vázquez E. R., P. Reyes-Castillo y B. Gómez. 2007. Fauna de Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el bosque mesófilo de montaña del sureste de Chiapas, México. pp. 63-68. En: Zunino, M. y A. Melic (Eds.) Escarabajos, diversidad y conservación biológica. Ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) *Monografías Tercer Milenio M3M* 7.
- Chamé-Vázquez E. R. 2009. Diversidad de la familia Passalidae (Coleoptera) en un gradiente altitudinal en el Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Regional, El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas. México. 54 p.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 22 (2): 57-108.
- Dellacasa, M., R. D. Gordon and G. Dellacasa. 2002. Aphodiinae described or recorded by Bates in Biologia Centrali-Americana (Coleoptera Scarabaeoidea: Aphodiidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) (86): 155-223.
- Deloya, C. 2003a. Familia Trogidae. pp. 125-133. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Deloya, C. 2003b. Subfamilia Aphodiinae. pp. 75-93. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Edmonds, W. D. 2003. Tribu Phanaeini. pp. 58-65. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Gómez, B., A. Castro, C. Junghans, L. Ruiz y F. J. Villalobos. 2000. Ethnoecology of White Grubs (Coleoptera: Melolonthidae) among the Tzeltal Maya of Chiapas. *Journal of Ethnobiology* 20 (1): 43-59.
- Gómez, B. y E. R. Chamé-Vázquez. 2003. Primer registro de *Goniophileurus femoratus* y *Sisyphus mexicanus* (Coleoptera: Scarabaeoidea) para Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana* 42 (1): 103-104.
- Gómez, B. y J. López-Rojas. 2004. Primer registro de *Geotrupes (Onthotrupes) onitidipes* Bates, 1887 para México (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupinae). *Entomotopica* 19 (1): 219-220.
- Grove, S. J. 2002. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 1-23.
- Halffter, G. 2003. Tribu Scarabaeini. pp. 21-43. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Howden, H. F. 2003a. Subfamilia Geotrupinae. pp. 95-106. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.

- Howden, H. F. 2003b. Subfamilia Ceratocanthinae. pp. 114-121. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Kohlmann, B. 2003. Tribu Coprini. pp. 45-58. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Lawrence J. F. y A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). pp. 779-1006. En: J. Pakaluk and S.A. Slipinski (Eds.) Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Warszawa.
- León-Cortés, J. L., L. Ruiz-Montoya y A. Morón-Ríos. 2005. La diversidad de insectos en Chiapas. Génesis y estado del conocimiento. pp: 163-194. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). Diversidad Biológica en Chiapas. Ecosur-COCYTECH-Plaza y Valdés. México.
- Martín-Piera, F. y J. I. López-Colón. 2000. Fauna Ibérica. Coleoptera, Scarabaeoidea I. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, España. 526 pp.
- Miss, D., J. V. y C. Deloya. 2007. Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en So-tuta, Yucatán, México. *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1): 77-81.
- Morales, C. J. M., R. R. Najera, y L. Delgado. 2004. Primer registro de *Euoniticellus intermedius* (Reiche, 1849) y datos nuevos de distribución de *Digitonthophagous gazella* (Fabricius, 1787) e *Hybosorus illigeri* Reiche, 1853 (Coleoptera: Hybosoridae) para el estado de Chiapas. *Dugesiana* 11: 21-23.
- Morón, M. A. 1996a. Melolonthidae (Coleoptera). pp. 287-307. En: J. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO y UNAM, México.
- Morón, M. A. 1996b. Scarabaeidae (Coleoptera). pp. 309-328. En: J. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO y UNAM, México.
- Morón, M. A. 1999. Belleza, diversidad y rareza de los escarabajos mexicanos. *Biodiversitas* 5 (26): 1-6.
- Morón, M. A. 2003a. Antecedentes. pp. 11-18. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M. A. 2003b. Tribu Eurysternini. pp. 44-45. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M. A. 2003c. Subfamilia Hybosorinae. pp. 112-114. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Morón, M. A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología- Soc. Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 204 p.
- Navarrete-Heredia, J. L., L. Delgado y H. E. Fierros-López. 2001. Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco, México. *Dugesiana* 8 (1): 37-93.
- Navarrete-Heredia, J. L. y C. Deloya. 2005. Comentarios sobre algunas especies de Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de Jalisco, México. *Dugesiana* 12 (1): 19-21.
- Navarrete, G. D. y G. Halffter. 2008. "Nuevos registros de escarabajos copró-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) para México y Chiapas" *Acta Zoológica Mexicana N.S.* 24 (1): 247-250.
- Pacheco, C., M. A. Morón, A. Castro y B. Gómez. 2008. Fauna de escarabajos melolóntidos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24 (1): 139-168.
- Reyes-Castillo, P. 2003. Familia Passalidae. pp. 135-168. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Reyes-Castillo, P. y S. Boucher. 2003. Familia Lucanidae. Pp. 169-174. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.
- Zunino, M. 2003. Tribu Onthophagini. pp. 66-74. En: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. II. Argania Editio, Barcelona.

MARIPOSAS

Jorge L. León-Cortés, Armando Luis-Martínez,
Marcelina Blas y Adriana Rodríguez

Introducción

El orden Lepidoptera corresponde a un grupo de insectos terrestres que poseen alas con una cubierta densa de escamas. De estos, la mayoría de los insectos que un observador reconoce como mariposas pertenecen a las superfamilias Papilionoidea y Hesperioidea del orden Lepidoptera, y se distinguen por volar de día. Kristensen (1976) ha propuesto una clasificación de las mariposas, en donde reconoció que la superfamilia Papilionoidea incluye a cinco familias: Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae y Nymphalidae. Esta propuesta es una de las clasificaciones más citadas, aunque en algunos casos a la familia Papilionoidea proponen separarla en dos superfamilias, Hesperioidea y Papilionoidea, y en esta última llegan a añadirse cuando menos una o dos familias más: Riodinidae y Libytheidae (Heppner, 1998).

Alrededor de 18 000 especies de mariposas se han descrito en el mundo, de las cuales, aproximadamente 1 800 se encuentran en México (cerca de 10 % del total mundial). La fauna de mariposas en Chiapas es de las más diversas e importantes en México: 1 252 especies (756 corresponden a Papilionoidea y 496 a Hesperioidea), representadas por seis familias, 25 subfamilias, 465 géneros, 708 especies y 552 subespecies. La riqueza de mariposas en Chiapas equivale a 62 % del total de las especies en México y a 6.5% en el mundo (León-Cortés *et al.*, 2003; Luis-Martínez *et al.*, 2003).

Los estudios sobre mariposas en México provienen de una antigua y variada tradición, especialmente respecto a los lepidópteros diurnos. En general, esto ha propiciado disponer y organizar una variedad de fuentes de información para su catalogación en el territorio nacional. Chiapas ha sido una región de interés prominente en cuanto a la catalogación y reconocimiento de la fauna de mariposas por especialistas y aficionados (De la Maza y De la Maza, 1993).

Diversidad y distribución

Las especies de mariposas en Chiapas están incluidas en seis familias y 465 géneros (268 géneros de Papilionoidea y 197 géneros de Hesperioidea). La familia con el mayor número de especies es Hesperidae, con 496 especies distribuidas en 197 géneros; por el contrario, Papilionidae es la familia con menor número de especies registradas: 40 especies y 10 géneros (figura 1).

Indudablemente, aún existen especies por registrar o describir en la región chiapaneca (Callaghan *et al.*, 2007); por ejemplo, del total de los sitios estudiados en Chiapas, 37 % (o 633 sitios) registra una especie y, aproximadamente, 2 % (14 sitios) registra más de 100 especies (León-Cortés *et al.*, 2003). Sin embargo, al contrastar su nivel de conocimiento con el de otros grupos de insectos, las mariposas de Chiapas pueden considerarse relativamente bien conocidas y catalogadas. Así lo sugiere una comparación del tamaño de las faunas registradas a partir de un análisis estadístico de los inventarios; la diversidad de mariposas ha sido adecuadamente documentada en Chiapas (figuras 2 y 3). Sin embargo, algunos grupos de

mariposas como Lycaenidae, Riodinidae y Hesperidae, ampliamente diversificados en la región de América Central (incluida la región chiapaneca), han sido catalogados con menor intensidad. En particular, se requiere de un esfuerzo importante para recabar la información completa sobre la diversidad de estos grupos, ya que son extremadamente diversos, debido a que un número importante de sus representantes pueden ser ecológicamente especializados (al requerir características específicas del ambiente para llevar a cabo su reproducción) o bien porque se encuentran restringidos espacialmente.

A lo largo de la distribución geográfica de las mariposas, el lugar o espacio que ocupan puede estar determinado por una variedad de factores ecológicos tales como la elevación del terreno, el microclima, el tipo de vegetación, el tamaño del cuerpo, la habilidad de dispersión, el tamaño poblacional, la disponibilidad de recursos alimentarios (Weiss *et al.*, 1988; Lawton, 1993; Schultz y Dlugosh, 1999). Sin embargo, la historia de las áreas geográficas también ha tenido una influencia importante en la distribución actual de las comunidades de mariposas terrestres. Por ejemplo, la fauna de mariposas de los bosques mesófilos de montaña se caracteriza por poseer representantes que sólo

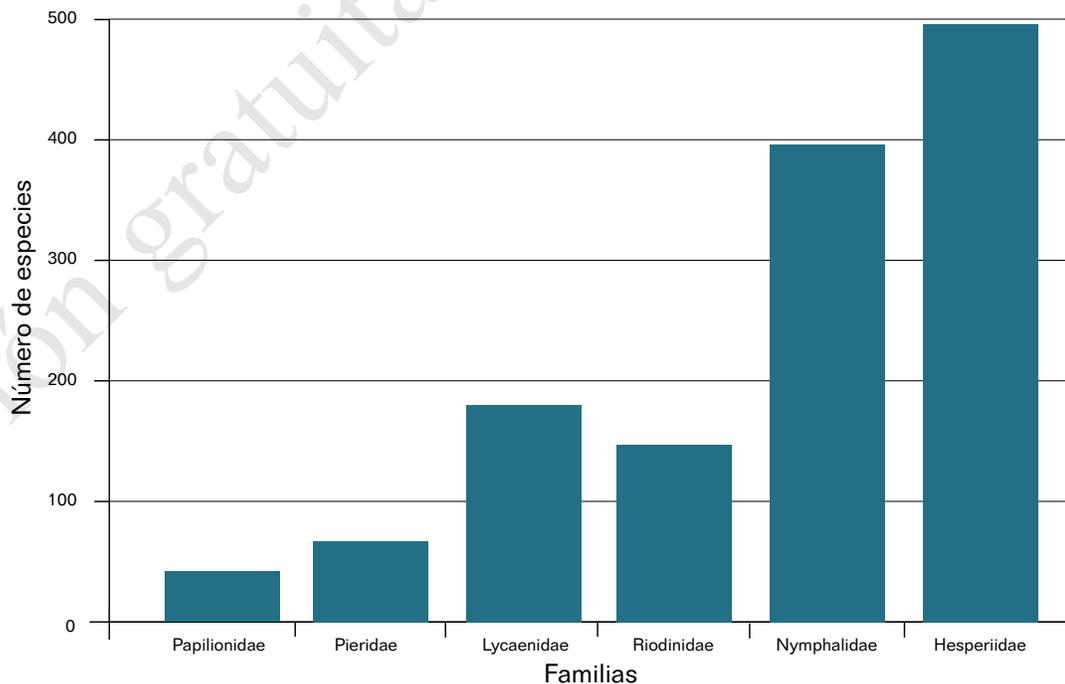


Figura 1. Número total (barras) de especies registradas para seis familias de mariposas en Chiapas. Fuente: León-Cortés *et al.*, 2003; Luis-Martínez *et al.*, 2003.

viven en este tipo de vegetación, debido a que sus requerimientos ecológicos les impiden ampliar sus límites de distribución espacial, y también debido a que históricamente estos bosques han sufrido procesos de aislamiento, con lo que se ha propiciado una fauna exclusiva, aunque también altamente diversa (Anderson y Ashe, 2000). Algunos biólogos estudiosos de las mariposas han sugerido que las comunidades de mariposas pueden estar organizadas dependiendo de sus preferencias y actividades durante su ciclo de vida (DeVries, 1987). Por ejemplo, las mariposas Riodiniidae de la selva alta tropical son típicamente raras en el estrato bajo del bosque (sotobosque o piso del bosque), en cambio, pueden ser vistas libando néctar de las flores y defendiendo territorios o simplemente patrullando en el dosel del bosque, lo que hace suponer que esta familia constituye una fracción importante de la fauna de mariposas del estrato alto de la vegetación.

Además, la parte de la diversidad de mariposas diurnas que aún se desconoce se encuentra en los remanentes de bosque mesófilo de las Montañas del Norte del estado de Chiapas, las selvas medianas perennifolias de la selva de El

Ocote en el municipio de Ocozocoautla y las áreas de matorral de la Depresión Central. De nuestro conocimiento sobre la distribución y biología de las mariposas, es posible estimar que el número de especies de mariposas descritas hasta el momento en Chiapas corresponde a 80 o 90 % del total aproximado.

Importancia (ecológica, económica y cultural)

La capacidad de movimiento de las mariposas les permite visitar una amplia variedad de hábitats y, a su vez, facilitar un recambio importante de servicios ecológicos entre ecosistemas aparentemente inconexos. Por ejemplo, el intercambio de individuos entre distintas poblaciones en los diferentes tipos de vegetación (bosques con acahuales) permite que las características genéticas se renueven y las poblaciones permanezcan constantes); la polinización de un número importante de plantas de importancia ecológica y económica depende en gran medida de la actividad de polinizadores (DeVries, 1987); el control de malezas se lleva a cabo por la acción de numerosas espe-

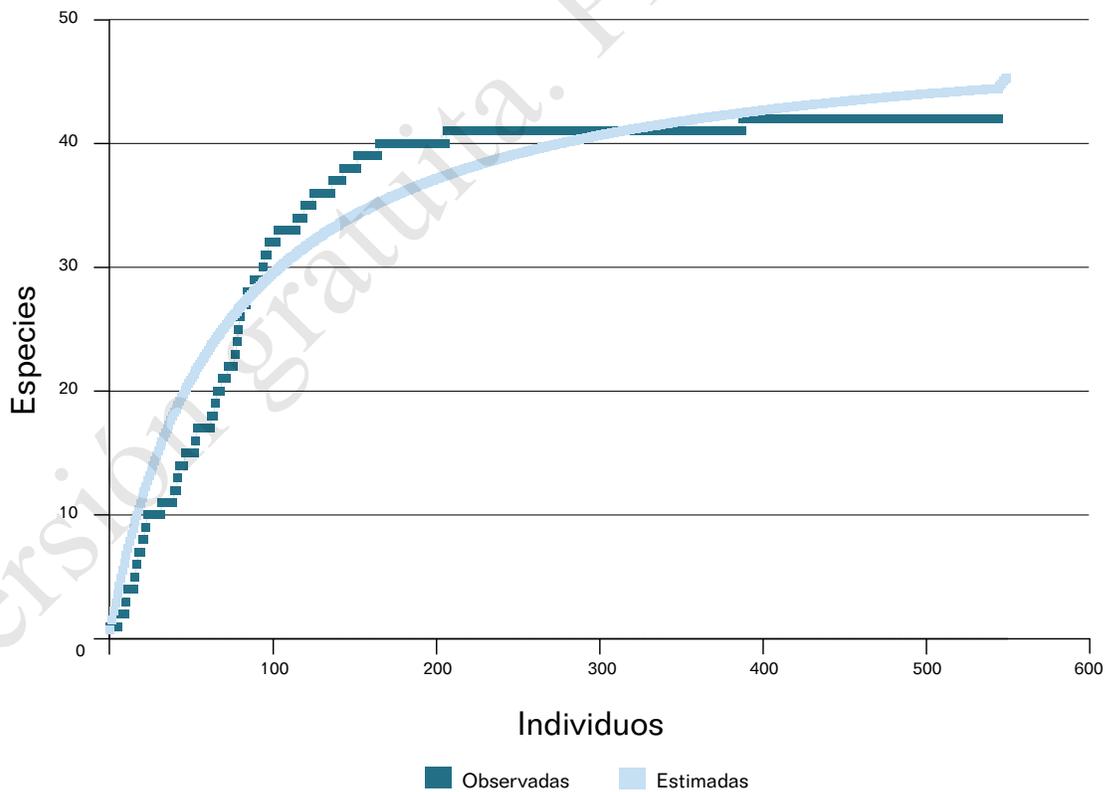


Figura 2. El número total de especies observadas y estimadas de la familia Papilionidae en Chiapas con respecto al número de individuos acumulados. Fuente: datos compilados de la Colección Entomológica de Ecosur.

cies que en estadio larval consumen grandes cantidades de materia vegetal. En general, no podríamos contemplar la integridad y funcionalidad de un ecosistema natural sin la acción de numerosas especies tanto animales como vegetales. De este modo, al suponer que la eliminación de ciertos hábitats no altera el equilibrio y funciones de los ecosistemas, olvidamos que el rompecabezas ecológico no podría estar completo ni verse sano sin la acción y colaboración de numerosos ingenieros ecológicos. Las mariposas, como otros insectos, permiten el funcionamiento y la continuidad de nuestros ecosistemas.

Situación y acciones de conservación

La mayoría de los ecosistemas del estado de Chiapas han sido modificados dramáticamente durante los últimos 20 a 30 años (León-Cortés et al., 2004). Dichas alteraciones han propiciado una variedad de cambios en las poblaciones de insectos, desde cambios fundamentales en las abundancias de las especies y cambios en la estructura genética de ciertas poblaciones, hasta fenómenos de extinción local o regional (León-Cortés et al., 1999, 2000).

Por lo anterior, es importante disponer de datos precisos y confiables sobre el estado de conservación de las poblaciones de mariposas chiapanecas, y sobre su biología y respuestas inmediatas a las alteraciones de su hábitat. Por ejemplo, se ha estimado que en tan solo un área de 22 km², en la Depresión Central de Chiapas, por lo menos 50 % de las especies de la familia Papilionidae han reducido sus poblaciones dramáticamente (Molina-Martínez y León-Cortés, 2006), debido fundamentalmente a la pérdida y fragmentación de los hábitats naturales. Otro caso lo constituyen las poblaciones de *Baronia brevicornis* (Salvin), un papilionido raro que en su etapa larval se alimenta de las hojas del "Quebracho" (*Acacia pennatula*), una leguminosa que es común en áreas de manejo tradicional en la zona montañosa de la Depresión Central de Chiapas. Los sistemas tradicionales de uso de la tierra en Chiapas y otras partes del sur de México privilegian la rotación del ganado durante la época seca del año, lo que a su vez permite la dispersión de semillas y el establecimiento de plántulas del "Quebracho". Una vez que las plántulas se han establecido, los individuos del "Quebracho" dominan las comunidades vegeta-

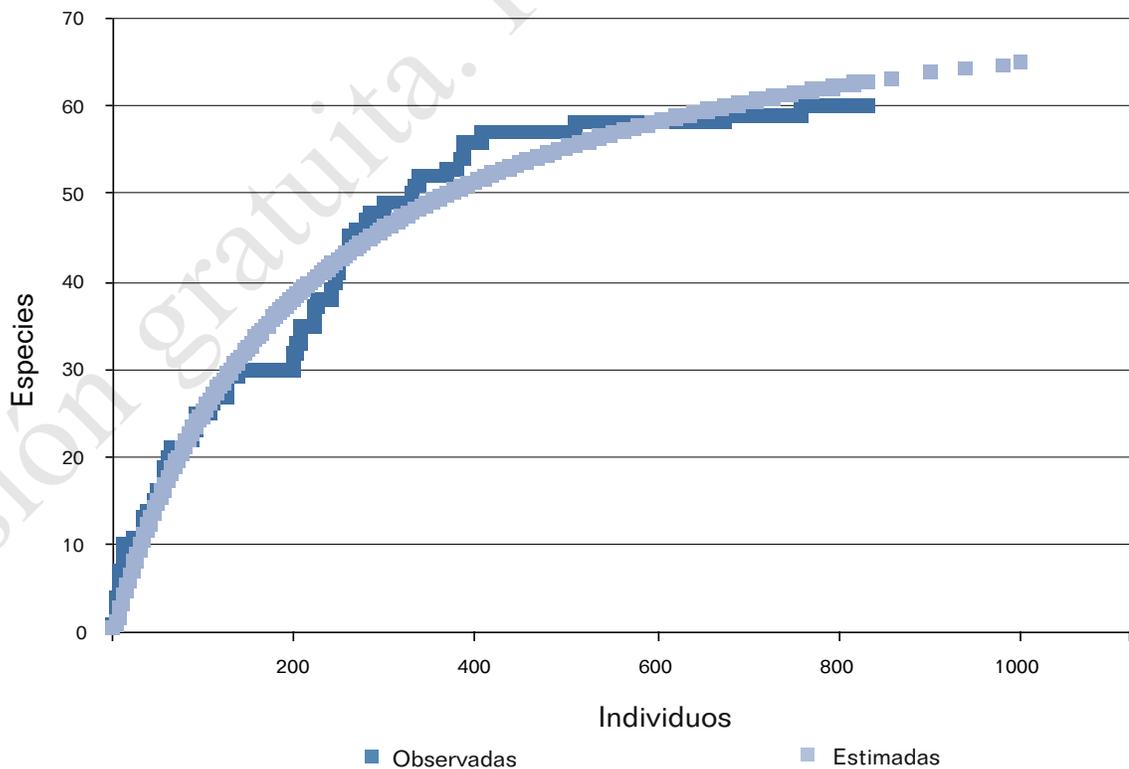


Figura 3. El número total de especies observadas y estimadas azul de la familia Pieridae en Chiapas con respecto al número de individuos acumulados. Fuente: datos compilados de la Colección Entomológica de Ecosur.

les propiciando así las condiciones adecuadas para la reproducción del lepidóptero. De este modo, la supervivencia de este lepidóptero ancestral en Chiapas parece estar ligada a la permanencia de los sistemas de manejo tradicional (León-Cortés *et al.*, 2004). Lo paradójico es que seguramente otras especies de insectos (entre ellas las mariposas) han logrado resistir a los embates de los cambios en el uso del suelo y la fragmentación, desarrollando estrategias para utilizar ciertos remanentes o elementos del paisaje (por ejemplo, cercos vivos, parches de bosque, líneas arboladas) que proveen de los recursos necesarios para que los insectos completen su ciclo de vida.

Por último, consideramos que para lograr un conocimiento integral de las mariposas y otros organismos afines en Chiapas es necesario avanzar en el uso de herramientas y acervos para el estudio de la biodiversidad, así como en el desarrollo de programas de investigación de aspectos biológicos básicos de las mariposas. Primero, es importante reconocer y fortalecer el valor de las colecciones biológicas en Chiapas como fuentes de información y referencia para la consulta inmediata sobre la taxonomía, distribución, usos y estado de conservación de las mariposas. Los bancos de información de las colecciones biológicas permiten disponer de datos sobre la representatividad de la fauna de mariposas en el Sur de México, así como ser depositarias de ejemplares de interés taxonómico, ecológico, evolutivo, econó-

mico (León-Cortés *et al.*, 2003). A pesar de que la infraestructura básica de las colecciones de insectos en Chiapas es sumamente variable –y en ese sentido es indispensable reforzar el interés por contar con buenos acervos científicos– los beneficios inmediatos de una red de colecciones biológicas (entomológicas) en Chiapas pueden reflejarse en un mejor funcionamiento, planeación y proyección del estudio de la biodiversidad en la frontera sur y en el resto del país. Segundo, al evaluar cómo las mariposas perciben su entorno y cuáles han sido las respuestas inmediatas de las especies a fenómenos globales como la fragmentación del hábitat y el cambio climático, es posible analizar y predecir el comportamiento de estos organismos ante escenarios ambientales probables, así como proponer las estrategias que mitiguen la pérdida o disminución de las poblaciones de numerosas especies. Un programa integral de conservación de las poblaciones de mariposas debe sustentarse en un conocimiento biológico sólido de estos organismos.

En general, la conservación de los ecosistemas en Chiapas y sus componentes esenciales (la diversidad de especies) debería estar sustentada en reconocer con qué contamos (cuántas y dónde se localizan las especies), pero también en la valoración de las relaciones de las especies con su entorno. La agenda de investigación regional es vasta y con retos importantes en años por venir.

Literatura citada

- Anderson, R. S. y J. S. Ashe. 2000. Leaf litter inhabiting as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forest in Honduras, Central America (Coleoptera: Staphylinidae, Curculionidae). *Biodiversity and Conservation* 9: 617-653.
- Callaghan, C. J., Llorente-Bousquets J. y A. Luis-Martínez. 2007. Descriptions of four new Mexican riodinids (Lepidoptera: Riodinidae). *Zootaxa* 1660: 33-43.
- De la Maza R. E. y J. E. de la Maza. 1993. Mariposas de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. 223 pp.
- DeVries, P. J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their Natural History. Vol. I Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Heppner, J. B. 1998. Clasificación of Lepidoptera. Part. 1. Introduction. *Holarctic Lepidoptera* 5 (1): 1-148.
- Kristensen, N. P. 1976. Remarks on the family level phylogeny of butterflies (Insecta, Lepidoptera, Rhopalocera). *Zeit fur Zool System und Evolution* 14: 25-33.
- Lawton, J. H. 1993. Range, population abundance and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 409-413.
- León-Cortés, J. L., M. J. R. Cowley y C. D. Thomas. 1999. Detecting decline in a formerly widespread species: how common is the common blue butterfly (*Polyommatus icarus*)? *Ecography* 22 (6): 643-650.
- León-Cortés, J. L., M. J. R. Cowley y C. D. Thomas. 2000. The distribution and decline of a widespread butterfly (*Lycaena phlaeas*) in a pastoral landscape. *Ecological Entomology* 25 (3): 285-294.

- León-Cortés, J. L., C. Lorenzo-Monterrubio y C. Pozo de la Tijera. 2003. Colecciones Biológicas de El Colegio de la Frontera Sur, México. CONABIO, San Cristóbal de las Casas, México. 267 pp.
- León-Cortés, J. L., F. Pérez-Espinoza, L. Marín y A. Molina-Martínez. 2004. Complex habitat requirements and conservation needs of the only extant Baroniinae swallowtail butterfly. *Animal Conservation* 7: 241-250.
- Luis-Martínez, A., J. Llorente-Bousquets, I. Vargas-Fernández y A. D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105 (1): 209-224.
- Molina-Martínez, A. y J. L. León-Cortés. 2006. Movilidad y especialización ecológica como variables que afectan la abundancia y distribución de lepidópteros papilionidos en El Sumidero, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22 (3): 29-52.
- Schultz, C. B. y K. M. Dlugosch. 1999. Nectar and hostplant scarcity limit populations of an endangered Oregon butterfly. *Oecologia* 119: 231-238.
- Weiss, S. B., Murphy D. D. y R. R. White. 1988. Sun, slope, and butterflies: topographic determinants of habitat quality for *Euphydryas editha*. *Ecology* 69 (5): 1486-1496.

Versión gratuita. Prohibida su venta.

MARIPOSAS NOCTURNAS ("PALOMILLAS")

Jorge L. León-Cortés

Introducción

Las palomillas son insectos íntimamente relacionados con las mariposas. Ambos pertenecen al orden de insectos Lepidoptera y, aunque se han hecho intentos por subdividir a los miembros de este orden empleando una variedad de clasificaciones tales como Microlepidoptera y Macrolepidoptera, Frenatae y Jugatae, o bien Monotryisia y Ditryisia, algunos de estos nombres no persisten en las clasificaciones actuales debido a que en ningún de estos casos es posible distinguir grupos naturales (por ejemplo, la característica de poseer un ancestro compartido). Las mariposas representan a un grupo compacto que ha evolucionado a partir de las palomillas.

Existen diversas características que permiten diferenciar a las palomillas de las mariposas. En principio, la mayoría de las palomillas son nocturnas, aunque algunos representantes son activos durante el crepúsculo o bien durante el día, pero la diferencia más evidente entre palomillas y mariposas es la forma de las antenas. La mayoría de las mariposas poseen antenas delgadas simples, que a su vez presentan una forma oblonga hacia su ápice. En cambio, las palomillas poseen antenas en forma de combo o pluma, o bien pueden ser filamentosas pero sin estructuras hacia el ápice. Muchas palomillas presentan una estructura conocida como frenulum, que es un filamento emergente en la unión de las alas anteriores y posteriores, y se puede observar solamente al manipular los especímenes.

Por otra parte, las palomillas desarrollan un capullo de seda en el que toma lugar la metamorfosis en el estadio de pupa (previo a la fase adulta de las palomillas). En cambio, la mayoría de las mariposas forman una pupa expuesta a la que se le denomina crisálida. Sin embargo, hay excepciones a esta condición ya que las palomillas de la familia Sphingidae forman una crisálida expuesta que depositan por debajo del suelo del bosque.

Una característica adicional para diferenciar a las mariposas y palomillas es que las primeras poseen colores brillantes en las alas, en tanto que las palomillas tienden a ser de color pardo, grises, blancas o negras, frecuentemente con tono oscuro. Las palomillas presentan un cuerpo cubierto de sedas densas que las hacen verse más bien pachonas, en cambio, las mariposas poseen escamas finas. Esta última diferencia podría tener relación con la necesidad de las palomillas de conservar el calor durante las noches, ya que las mariposas son capaces de absorber la radiación del sol. Finalmente, las palomillas suelen posarse con las alas extendidas y las especies pueden pasar desapercibidas a los depredadores inclusive al extender lateralmente las alas, enrollarlas y semejar pedazos de pastos secos aun a plena luz del día, como en el caso de los miembros de la familia Pterophoridae. En cambio, las mariposas frecuentemente pliegan las alas por encima del tórax, aunque eventualmente las despliegan al recibir los rayos del sol por periodos cortos.



Dado el escaso conocimiento de los grupos más diversificados de la fauna de palomillas en nuestro país, y en particular en Chiapas, es oportuno hacer un breve recuento de los principales eventos evolutivos (por ejemplo, la historia de cambio a lo largo del tiempo) de las palomillas. No se trata de una revisión amplia, sino de la descripción de los eventos más importantes en la diversificación de este grupo, con el mero interés de entender los niveles de diversidad de los grupos de palomillas. También se revisa brevemente el estado de arte de algunos de los factores ecológicos que influyen sobre la distribución, así como algunos aspectos de la importancia (ecológica, evolutiva, económica y social) y el estado de conservación de algunas especies de palomillas en nuestra región.

De las palomillas masticadoras a las succionadoras

Indudablemente, el grupo Lepidoptera corresponde al grupo de herbívoros más diverso sobre la Tierra. Las mariposas se encuentran bien documentadas y son carismáticas, sin embargo, tal grupo corresponde tan sólo a una fracción menor

de la diversidad del orden Lepidoptera. La mayoría de los lepidópteros están representados por una amplia gama de microlepidópteros (palomillas) que provienen de una variedad de linajes evolutivos (Whiting, 2004). Durante los últimos 30 años, los estudios sobre la morfología de los lepidópteros más primitivos, así como algunos estudios moleculares recientes, han permitido entender las relaciones filogenéticas entre los grupos de palomillas más primitivos (Davis, 1986; Krenn y Kristensen, 2000). Kristensen (1999) reconoció 46 superfamilias de Lepidoptera y ha presentado una propuesta de la forma en como este grupo de insectos ha evolucionado.

La filogenia de Lepidoptera se asemeja a la de un combo (figura 1), se aprecia que una serie de modificaciones en ciertas partes del cuerpo en unos cuantos grupos han representado el detonador de la diversificación de Lepidoptera, como la aparición de especies nuevas. Los primeros tres grupos en la historia evolutiva de las palomillas (Micropterigoidea, Agathiphagoidea, Heterobathmioidea) corresponden a palomillas primitivas que presentaban mandíbulas y músculos asociados para masticar. En efecto, estos insectos se alimentaron de los restos de las plantas en

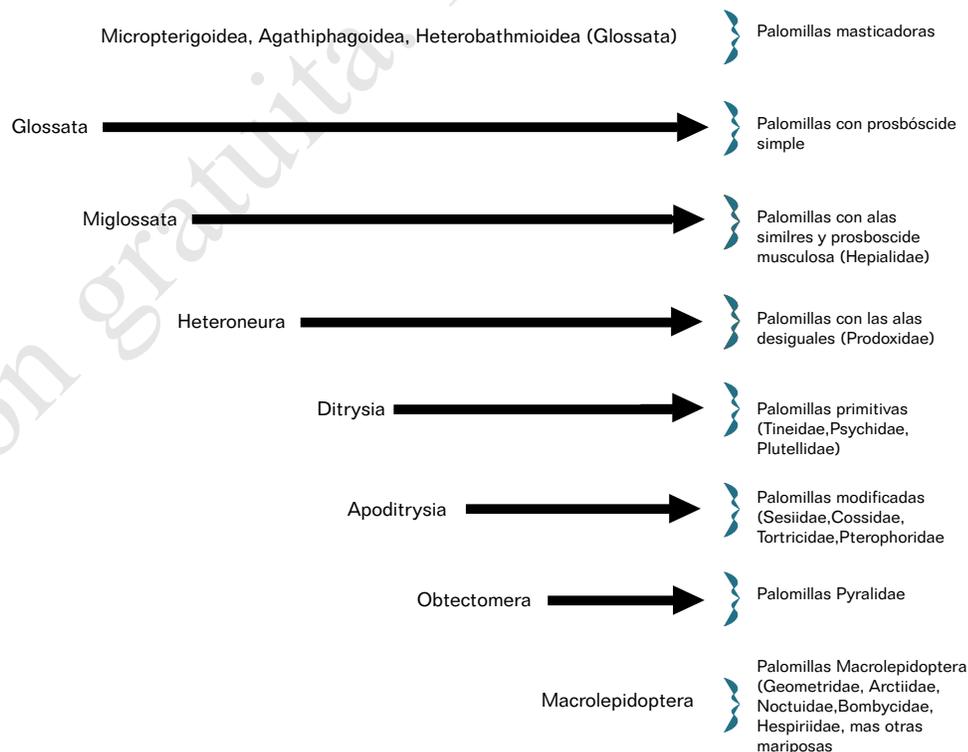


Figura 1. Principales eventos evolutivos de la filogenia de Lepidoptera. Fuente: modificado a partir de Whiting, 2004 y elaborado por J. León-Cortés.

el suelo o bien perforaban el interior de las semillas o las hojas de las plantas (Whiting, 2004).

El primer cambio importante en la morfología de lepidópteros fue la reducción y pérdida de las mandíbulas masticadoras en los insectos adultos, las que fueron reemplazadas por una probóscide succionadora (estructura típica de la mayoría de los Lepidoptera). Este cambio morfológico propició que los lepidópteros adultos dependieran exclusivamente de nutrientes fluidos, lo que facilitó su acceso al néctar de las flores (Kristensen, 1997). Probablemente, la facilidad de estos insectos para explotar el néctar de plantas con flores sea la razón de poseer tal diversidad y éxito en la naturaleza.

En general, la probóscide de los lepidópteros tiende a ser larga y flexible, y está adaptada para detectar y extraer el néctar alojado en las flores (Krenn, 1998). Algunas palomillas primitivas (Eriocranioidea, Acanthopteroctetoidea y Lophocoronoidae) poseen una probóscide relativamente simple y poco móvil (Nielsen y Kristensen, 1996), en tanto que otras palomillas (por ejemplo, Myoglossata) poseen una probóscide muy sensible que les permite una mayor eficiencia en la detección del néctar en las flores.

A lo largo de la historia evolutiva de los lepidópteros han ocurrido otras modificaciones importantes en la morfología de las alas y en las estructuras para la reproducción. Por ejemplo, la forma de las alas en las palomillas más primitivas son del mismo tamaño (condición "homoneura"), en tanto que en linajes de palomillas más recientes, las alas anteriores son más pequeñas que las posteriores (condición "heteroneura"). En general, las relaciones de parentesco entre las palomillas han sido difíciles de precisar, en buena medida debido a las modificaciones continuas en la morfología, cuyos procesos han facilitado la aparición de especies nuevas.

En resumen, aunque existen avances importantes en el conocimiento de las relaciones de parentesco entre los lepidópteros, el verdadero reto del estudio de la sistemática de Lepidoptera representa la interpretación detallada de tales relaciones entre todos los grupos.

Diversidad y distribución

Las palomillas se pueden incluir de manera amplia en dos grupos: Microlepidoptera y Macrolepidoptera. Los microlepidópteros incluyen a seis

grupos, de los cuales, el más diverso corresponde a las palomillas de la familia Pyralidae. Las palomillas Macrolepidoptera incluyen a los lepidópteros más espectaculares, como Arctiidae y Noctuidae, y son aquellas que poseen alas relativamente amplias: por ejemplo, la palomilla que habita los bosques templados de Chiapas, *Thysania agrippina* (Noctuidae), puede llegar a medir hasta 35 cm de longitud con las alas extendidas. Dentro de los Macrolepidoptera, el grupo de palomillas de la familia Noctuoidea posee más de 30 000 especies descritas y constituye uno de los grupos de lepidópteros más diversos y exitosos sobre la Tierra.

Actualmente, se estima que el número de especies de lepidópteros descritas en el mundo es de aproximadamente 150 000, aunque algunos autores sugieren que el grupo puede incluir cerca de 500 000 especies (Kristensen y Skalski, 1999). De las 150 000 especies descritas, las palomillas podrían representar al menos 85 %, es decir, cerca de 130 mil especies.

Ya que las mariposas diurnas han sido catalogadas con mayor precisión que las palomillas, se estima que la fauna de mariposas reportada en México corresponde a cerca de 10 % del total mundial. A su vez, Chiapas posee la fauna de mariposas más diversa de México (aproximadamente 1 252 especies, lo que representa 70 % de lo registrado en nuestro país). Si tal proporción prevalece para el caso de la fauna de palomillas, es posible suponer que el número de especies de palomillas en México oscile en las 13 000 especies, de las que probablemente 8 000-9 000 especies habitan en la región de Chiapas.

A la fecha, se ha restado interés al estudio de la diversidad de este interesante y numeroso grupo de insectos en México y en Chiapas. Sólo ciertos grupos de palomillas macrolepidópteras han sido catalogadas de forma adecuada (Beutelspacher, 1978, 1995, 1998a y b; Gómez-Nuamendi *et al.*, 1999; Hernández-Baz, 1992; Llorente *et al.*, 1996, 2000; León-Cortés, 1995, 2000; León-Cortés y Pescador, 1998; León-Cortés *et al.*, 1998, 2006). Los cuadros 1 y 2 resumen la información sobre el número de especies reportado para siete familias de palomillas para el mundo, para Chiapas, y comparativamente para algunas regiones tropicales de América Latina.

Los datos de distribución geográfica de poblaciones o comunidades de la mayoría de las palomillas en Chiapas son también insuficientes. Se

cuenta con pocos reportes que muestren la distribución regional de la mayoría de las palomillas. Los reportes sobre distribución de fauna de palomillas en Chiapas corresponden, por lo general, a estudios faunísticos por localidad y no a estudios regionales que podrían permitir apreciar las áreas de distribución con más detalle. En este sentido, es necesario organizar la información disponible de distribución y riqueza de los grupos de palomillas en Chiapas (por ejemplo, familias Sphingidae y Saturniidae), de manera que podamos contar con mapas que muestren aquellas áreas ocupadas, así como aquellas áreas en las que habría que poner mayor énfasis en el muestreo.

Importancia y conservación de las palomillas

Los insectos juegan un papel central en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres. Representan engranes de gran importancia en el reciclaje de nutrientes, como herbívoros, polinizadores, y como parte del alimento de una variedad de organismos, desde vertebrados a invertebrados (Summersville y Crist, 2004; Summersville *et al.*, 2004). Son particularmente abundantes y muy diversos en bosques tropicales, aunque se requiere mayor investigación para distinguir las funciones de numerosas especies en estos ecosistemas.

Debido a una estrecha relación con la vegetación donde habitan, los insectos herbívoros responden sensiblemente a la deforestación y a la regeneración del bosque. Las palomillas son un modelo interesante para el estudio de los efectos de la pérdida y transformación del hábitat ya que son diversas, sus larvas son herbívoras, los adultos pueden ser observados y recolectados en el campo de manera simple y, en al menos ciertas familias (como Arctiidae), han sido bien catalogadas en una variedad de ambientes tropicales (Holloway, 1987; Kitching *et al.*, 2000). Estudios previos en ambientes tropicales de Asia sugieren que las palomillas Arctiidae pueden resultar beneficiadas (al incrementar el tamaño de sus poblaciones) cuando un ambiente sufre una perturbación (Holloway, 1998). Las larvas de muchas especies de ártidos son capaces de consumir una amplia variedad de especies vegetales (por ejemplo, especies que se presentan en etapas tempranas en la regeneración de los bosques), lo que les permite tomar

ventaja de microambientes generados durante los disturbios (Kitching y Rawlins, 1999; Holloway *et al.*, 2001).

Como otros insectos, las palomillas suelen emplear más de un hábitat para satisfacer sus necesidades vitales, por ejemplo, alimentación, descanso, cópula, migración (Janzen, 1986) y, en todo caso, ello hace pensar que al proteger sólo ciertas porciones de terreno, el hábitat integral de las especies no está representado adecuadamente.

En el contexto regional, las selvas siempre verdes de Chiapas (como la zona de la Selva Lacandona) representan el último remanente importante de este tipo de bosque tropical en México, y el límite natural norteño de este ecosistema y el de todas las especies que allí habitan (Mendoza y Dirzo, 1999). Para dar un ejemplo, por lo menos, 70 especies de la familia Sphingidae están asociadas a este ecosistema y debido a que 80 ó 90 % de los bosques en Chiapas y el sur de México han sido impactados y –en alguna proporción– transformados a pastizales, sistemas agrícolas y acahuals, es probable que el hábitat de reproducción de estos insectos se haya reducido dramáticamente. En un muestreo realizado durante dos años en la Selva Lacandona (León-Cortés, 1995) en potreros (ambientes perturbados) y en selva continua (conservada), ciertas especies de palomillas esfingidas (como *Aleuron chloroptera* y *Protambulyx xanthus*) no fueron registradas en sitios perturbados –a pesar de su aparente movilidad–. La razón probable es que tales especies tienen preferencia por condiciones específicas que únicamente se observan en selvas bien conservadas: tamaño de los árboles y cantidad de sombra asociada a los árboles donde las palomillas prefieren ovipositar.

Por otro lado, desde tiempos prehispánicos, las palomillas en México han representado un recurso alimenticio importante para el ser humano. Se han reportado 504 especies de insectos comestibles en México (Chacón-Sol, 2007). De éstas, el orden Lepidoptera incluye, por lo menos, a 45 especies comestibles, la mayoría consumidas en estadio de larva, aunque también se menciona el consumo de pupas o adultos (Chacón-Sol, 2007). Para Chiapas, se han registrado 159 especies de insectos y de ellas 19 especies de lepidópteros son de interés culinario. Chacón-Sol (2007) ha documentado que las larvas y pu-

Cuadro 1. El número total de especies registradas para siete familias de palomillas en el mundo.

Familia	Número de especies
Noctuidae ^c	30 000
Geometridae ^b	20 000
Pyralidae ^e	16 000
Arctiidae ^a	11 000
Notodontidae ^d	3 500
Saturniidae ^f	1 861
Sphingidae ^g	1 300

Fuente: ^a Watson y Goodger 1986, ^b Scoble, 1999, ^{c, d} Whiting, 2004, ^e Solis 2007, ^f Regier *et al.* 2008 y ^g Kitching y Cadiou, 2000.

Cuadro 2. El número de especies registradas (Chiapas^{obs}) y estimadas (Chiapas^{est}, +/- error estándar de la media) para siete familias de palomillas en Chiapas y en tres regiones de América Latina.

Región	Familia							
	Arctiidae	Geometridae	Noctuidae	Notodontidae	Pyralidae	Saturniidae	Sphingidae	Areae
Chiapas ^{obs}	345					81	126	
Chiapas ^{est}	217(40)	815 (252)	859 (59)	110 (40)	641 (489)	90 (37)	141 (20)	74
Belice ^a	215	136	143	70	152	53	103	23
Costa Rica ^b	148	739	800	150	1130	126	152	51
Ecuador ^c	287 ^d	1266 ^d					168	270

Fuente de los datos: Chiapas^{obs} Hernández-Baz (2012); León-Cortés (2000); León-Cortés *et al.* (2005, 2006), ^aMeerman (1999), ^bHaber (1983); Janzen (1984, 1988); Brehm *et al.* (2007), ^cBrehm *et al.* (2005); Guevara *et al.* (2002); Hilt y Fiedler (2006), ^dlos datos corresponden al gradiente de elevación en los Andes ecuatorianos, reportados en Brehm *et al.* (2005) y Hilt y Fiedler (2006). ^eLas cifras denotan miles de km².

pas de seis especies de palomillas de las familias Cossidae, Hepialidae, Noctuidae y Saturniidae sirven como alimento entre algunas etnias chiapanecas. El gusto por el consumo de insectos ha sido una práctica recurrente entre un número importante de etnias en México y en Chiapas (Ramos-Elorduy, 1997; Ramos-Elorduy y Pino, 2001). Los lacandones, mames, motozintlecos, tojolabales, tseltales, tsotsiles y zoques guardan una estrecha relación con el consumo de los insectos, pero también este vínculo les ha permitido poder preservar este recurso por muchas generaciones. Un ejemplo de ello se puede apreciar con el consumo de las larvas del *Tsatz* (nombre común de la palomilla saturnida *Arsenura armida* en lengua tsotsil) por comunidades indígenas tsotsiles en la zona norte de Chiapas. La palomilla *Tsatz* presenta por lo menos dos o tres generaciones al año y durante la etapa larvaria se alimentan del follaje de los árboles de corcho (*Heliocarpus reticulatus* y *H. donellsmithii*). Cada

año, los campesinos de la región recolectan las larvas del *Tsatz* (figura 2) para consumo y comercio durante los meses de julio a septiembre (la época de lluvias). Sin embargo, los recolectores del *Tsatz* prefieren no recolectar las larvas de la última generación (entre octubre y noviembre), porque tal generación está destinada a los "santos difuntos". Al parecer, dicha práctica ancestral no solo ha regulado el consumo las poblaciones del *Tsatz*, sino ha permitido que las poblaciones de este interesante insecto no sean extintas debido a las elevadas tasas de cosecha de cada verano. La tradición del consumo de las palomillas *Tsatz* representa un ejemplo fascinante de manejo (tradicional) de recursos y, sin lugar a dudas, habría que rescatar el conocimiento empírico generado por este tipo de experiencias para complementar las estrategias de manejo de otras especies.

Aún falta mucho por hacer en el ámbito de estudio de las palomillas de Chiapas. En gene-

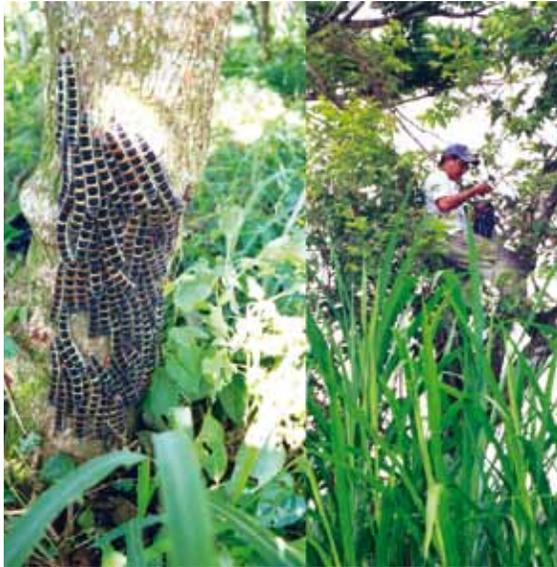


Figura 2. Larvas del "Tsatz" del cuarto estadio (izquierda). Cosecha de larvas de la palomilla Tsatz en la región de Simojovel, Chiapas. (derecha). Fotos: H. Chacón-Sol.

Literatura citada

- Beutelspacher, C. 1978. Familias Sphingidae y Saturniidae (Lepidoptera) de las Minas, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 49 (1): 219-230.
- Beutelspacher, C. 1995. Lepidópteros de los Altos de Chiapas, México I. (Lepidoptera: Sphingidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología* 23 (91): 231-239.
- Beutelspacher, C. 1998a. Lepidoptera de "El Burrero", Ixtapa, Chiapas, México I. (Lepidoptera: Sphingidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología* 26 (103): 131-138.
- Beutelspacher, C. 1998b. Lepidopteros de Rizo de Oro, Chiapas, México I. (Lepidoptera: Sphingidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología* 26 (102): 117-123.
- Brehm, G., L. M. Pitkin, N. Hilt y K. Fiedler. 2005. Montane Andean rain forests are a global diversity hotspot of geometrid moths. *Journal of Biogeography* 32: 1621-1627.
- Brehm, G., R. K. Colwell y J. Kluge. 2007. The role of environment and mid-domain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient. *Global Ecology and Biogeography* 16: 205-219.
- Chacón-Sol, H. A. 2007. La construcción de los agroecosistemas a base de *Arsenura armida* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Saturniidae: Arsenurinae) de Simojovel y San Fernando, Chiapas, México. Tesis de Maestría en Agroecología, Universidad Autónoma de Chiapas, 144 pp.
- Davis, D. R. 1986. A new family of montrysian moths from austral South America (Lepidoptera: Palaephatidae), with a phylogenetic review of the Montrysia. *Smithsonian Contributions of Zoology* 434: 1-202.
- Gómez-Nucamendi, O. L., R. W. Jones y A. Morón-Ríos. 1999. The Sphingidae (Heterocera) of the "El Ocote" Reserve, Chiapas, México. *Journal of the Lepidopterists' Society* 53 (4): 153-158.
- Guevara, D., A. Lorio, F. R. Piñas y G. Onore. 2002. Mariposas del Ecuador (Continental y Galápagos). Familia: Sphingidae. vol. 17ª Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 243 pp.
- Haber, W. A. 1983. Checklist of Sphingidae. pp. 645-650 In: D. Janzen (Ed.). *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 2: 19-47.
- Hernández-Baz, F. 2012. Mariposas tigre (Arctiidae). pp. 227-231. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- Hilt, N. y K. Fiedler. 2006. Arctiid moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian montane rain forest zone: how different are subfamilies and tribes? *Journal of Biogeography* 33: 108-120.

ral, es urgente continuar trabajando en taxonomía, sistemática y ecología de palomillas. La región chiapaneca es uno de los centros de diversidad más importantes de México y, al mismo tiempo, un *hot spot* por sus enormes problemas de conservación. Un reflejo inmediato de esta situación es que, a pesar de que numerosas especies de palomillas han sufrido reducciones o pérdidas en sus poblaciones –debido a la transformación y fragmentación de los ambientes naturales–, ningún representante del grupo de palomillas ha sido incluido en la lista oficial de las especies amenazadas o en peligro de extinción en el territorio mexicano (Sedesol, 1994). Es claro que éste es un problema de desconocimiento y que se requiere la incursión seria y comprometida de recursos humanos especializados dedicados al estudio de este fascinante grupo de insectos.

- Holloway, J. D. 1987. Macrolepidoptera diversity in the Indo-Australian tropics: geographic, biotopic and taxonomic variations. *Biological Journal of the Linnaean Society* 30: 325-341.
- Holloway, J. D. 1998. The impact of traditional and modern cultivation practices, including forestry, on Lepidoptera diversity in Malaysia and Indonesia. pp. 567-597. En: D. M. Newbery, H. H. T. Prins and N. D. Brown (Eds.). *Dynamics of tropical communities. The 37th Symposium of the British Ecological Society*, London.
- Holloway, J. D., Kibby, G. y D. Peggie. 2001. The families of Malesian moths and butterflies. *Fauna Malesiana Handbooks*. Brill, Leiden, Holanda.
- Janzen, D. H. 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 1: 85-140.
- Janzen, D. H. 1986. Biogeography of an unexceptional place: what determines the saturniid and sphingid moth fauna of Santa Rosa national park, Costa Rica, and what does it mean to conservation biology? *Brenesia* 25/26: 51-87.
- Janzen, D. H. 1988. Ecological Characterization of a Costa Rican Dry Forest Caterpillar Fauna. *Biotropica* 20 (2): 120-135.
- Kitching, I. J. y J. E. Rawlins. 1999. The Noctuoidea. pp. 355-401. En: N.P. Kristensen (Ed.). *Handbook of zoology. Lepidoptera, moths and butterflies, 1*. Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- Kitching, I. J. y J. M. Cadiou. 2000. Hawkmoths of the world: An annotated and illustrated revisionary checklist (Lepidoptera: Sphingidae). The Natural History Museum, Londres.
- Kitching, R. L., A. G. Orr, L. Thalib, H. Mitchell, M. S. Hopkins y A. W. Graham. 2000. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. *Journal of Applied Ecology* 37: 284-297.
- Krenn, H. W. 1998. Proboscis sensilla in *Vanessa cardui* (nymphalidae: Lepidoptera): functional morphology and significance in flower-probing. *Zoomorphology* 118: 23-30.
- Krenn, H. W. y N. P. Kristensen. 2000. Early evolution of the proboscis of Lepidoptera (Insecta): external morphology of the galean in basal glossatan moths lineages, with remarks on the origin of pilifers. *Zoologischer Anzeiger* 239: 179-196.
- Kristensen, N. P. 1997. Early evolution of the Lepidoptera + Trichoptera lineage: phylogeny and the ecological scenario. *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle* 173: 253-271.
- Kristensen, N. P. 1999. Phylogeny of endopterygote insects, the most successful lineage of living organisms. *European Journal of Entomology* 96: 237-253.
- Kristensen, N. P. y A. W. Skalski. 1999. Phylogeny and paleontology. pp. 7-25. In: N. P. Kristensen (Ed.). *Phylogeny and paleontology*. De Gruyter, New York.
- León-Cortés, J. L. 1995. Curvas de acumulación y modelos empíricos de riqueza específica: los Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) de México como un modelo de estudio. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 60 pp.
- León-Cortés, J. L. 2000. Sphingoidea (Lepidoptera). pp. 483-500. En: J. B. Llorente, E. Gonzalez y N. Papayero (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- León-Cortés, J. L. y A. Pescador 1998. The Sphingidae of Chajul, Chiapas, México. *Journal of the Lepidopterists' Society* 52 (1): 105-114.
- León-Cortés, J. L., J. Soberón-Mainero y J. Llorente. 1998. Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and Distributions* 4: 37-44.
- León-Cortés, J. L., L. Ruiz-Montoya y A. Morón-Ríos. 2005. La diversidad de insectos en Chiapas: génesis y estado de conocimiento. pp. 163-194. En: M. González-Espinoza, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdez. México, D.F.
- León-Cortés, J. L., I. Kitching y A. Molina-Martínez. 2006. Distributional patterns of the family Sphingidae (Lepidoptera). pp. 629-647. En: J. J. Morrone y J. B. Llorente (Eds.). *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*. Las prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Llorente, J. B., García Aldrete A. N. y E. S. González, E. 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. UNAM, CONABIO, México. 660 pp.
- Llorente, J. B., González, E. y N. Papavero. 2000. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II. UNAM, CONABIO, Bayer, México. 676 pp.
- Mendoza, E. y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hotspot. *Biodiversity and Conservation* 8 (12): 1621-1641.
- Meerman, J. C. 1999. Lepidoptera of Belize 2. Catalog of emperor moths and hawk moths (Lepidoptera: Saturniidae, Sphingidae). *Tropical Lepidoptera* 10 (1): 33-44.
- Nielsen, E. S. y N. P. Kristensen. 1996. The Australian moth family Lophocoronidae and the basal phylogeny of the Lepidoptera-Glossata. *Invertebrate Taxonomy* 10: 1199-302.

- Ramos-Elorduy, J. 1997. Insects: a sustainable source of food? *Ecology of Food and Nutrition* 36: 247-276.
- Ramos-Elourdy, J. y J. M. Pino. 2001. El consumo de insectos entre los lacandones de la comunidad Bethel y su valor nutritivo. *Etnobiología* 1: 24-43.
- Regier, J. C., M. C. Grant, C. Mitter, C. P. Cook, R. S. Peigler y R. Rougerie. 2008. Phylogenetic relationships of wild silkmoths (Lepidoptera: Saturniidae) inferred from four protein-coding nuclear genes. *Systematic Entomology* 33: 219-228.
- Scoble, M. J. 1999. Geometrid moths of the world: a catalogue (Lepidoptera: Geometridae) xxv (2 volúmenes). Collingwood: CSIRO. Australia. 1016 pp.
- Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). 1994. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial* 438: 2-60.
- Solis, M. A. 2007. Phylogenetic Studies and Modern Classification of the Pyraloidea (Lepidoptera). *Revista Colombiana de Entomología* 33: 1-9.
- Summesville, K. S. y T. O. Crist. 2004. Contrasting effects of habitat quantity and quality on moth communities in fragmented landscapes. *Ecography* 27, 3-12.
- Summerville, K. S., L. M. Ritter, y T. O. Crist. 2004. Forest moth taxa as indicators of lepidopteran richness and habitat disturbance: a preliminary assessment. *Biological Conservation* 116: 9-18.
- Watson, A. y D. T. Goodger. 1986. Catalogue of the Neotropical tiger-moths. *Occasional Papers on Systematic Entomology* 1: 1-71.
- Whiting, M. F. 2004. Phylogeny of the holometabolous insects. pp 345-361. En: J. Cracraft y M. J. Donoghue. *Assembling the tree of life*. Oxford University Press. New York, USA.

Versión gratuita. Prohibida su venta.

MARIPOSAS TIGRE (ARCTIIDAE)

Fernando Hernández-Baz

Introducción

El conocimiento de la riqueza de los diversos grupos de vertebrados terrestres en América, como aves, mamíferos, reptiles y anfibios, está casi completo, pero no podemos pensarlo así para los invertebrados terrestres, en especial para la clase insecta, que es el grupo de mayor riqueza de especies de todo el mundo. El análisis de la diversidad de los lepidópteros (insectos con alas membranosas cubiertas por escamas) indica que son muy pocos los grupos que están bien estudiados, como las familias de mariposas diurnas Papilionidae y algunas de hábitos nocturnos, como Sphingidae y Saturniidae. Estas familias se distinguen por tener algunas especies con colores muy vistosos o de tamaño grande, lo que les han merecido un valor estético, por lo que existen colecciones de éstas en todo el mundo. Por el contrario, esto no ocurre con otros grupos como los Arctiidae (mariposas nocturnas tigre), que aunque muchas de sus especies poseen colores bellos, no son tan atractivos para los coleccionistas (Hernández-Baz y Bailey, 2006).



Figura 1. *Correbiddia fana* (Druce). Ctenuchinae del estado de Chiapas, espécimen depositado en la Colección Clave: (Semarnat/CITES/CP-0026-VER/05). Foto. F. Hernández-Baz.

Descripción

Los miembros de la familia Arctiidae se caracterizan por ser mariposas de cuerpo robusto, con una expansión alar aproximada de 12 a 70 mm; la forma de sus alas es semejante a las de las avispas (de tipo avispado), o anchas, con coloración de tonos brillantes blancos, amarillos o anaranjados, pero también pueden ser negras o hialinas. En ocasiones, su coloración es aposemática o críptica para mimetizarse perfectamente con algunos otros insectos. Sus antenas pueden ser bipectinadas y ciliadas en los machos o simples en las hembras.

La clasificación de los Arctiidae es realmente controversial, pero en este caso se basa en el criterio de Heppner (1991, 1998) quien los divide en cinco subfamilias: Arctiinae, Ctenuchinae, Lithosinae, Pericopinae y Syntominae (figura 1). La característica principal de esta familia es la presencia de un órgano estridulatorio en el metepisternum del adulto (excepto en Ctenuchinae), así como por la presencia de dos sedas subventrales (SV) en el meso y metatórax de la larva (Kitching, 1984; Kitching y Rawlins, 1999). Otras especializaciones incluyen la presencia de un engrosamiento en la base de la vena subcostal (Sc) del ala posterior y la presencia de un par de glándulas situadas en la parte anterior y dorsal en la parte final del cuerpo (Holloway, 1988). En la literatura publicada es frecuente encontrar información relacionada con la biología de este grupo, pero principalmente referida a especies de interés económico asociadas a cultivos agrícolas o especies forestales, razón por la cual sólo conocemos de éstas sus patrones de distribución, huéspedes, parásitos y, entre otros aspectos, su ecología. En tanto que para la gran mayoría de las especies de Arctiidae sin importancia económica, no se conocen sus plantas de alimentación y, por ende, su biología es prácticamente desconocida.

Las especies de importancia agrícola (plagas y polinizadores) son multivoltinas (dos o más generaciones anuales) y polífagas, es decir que se alimentan de varias especies de plantas. Las hembras ponen sus huevecillos generalmente en el haz de las hojas y los huevecillos pueden ser dispuestos en pequeños grupos, en fila o aislados. En el caso de *Saurita nigripalpia* (Ctenuchinae), después de 10 días de incubación del huevo, la larva emerge e inmediatamente empie-

za a horadar la cutícula de la hoja, pasando por ocho estadios larvarios que pueden tener una duración promedio de 41 días. Posteriormente, las larvas alcanzan su madurez y entran al tercer estado conocido como la pupa o capullo, para lo cual la larva marca una línea de fractura en el capullo por donde emerge el adulto, el estado pupal transcurre entre 15 y 20 días; los adultos o imagos emergidos pueden empezar a aparearse a las 24 horas. Para esta especie en particular, cada hembra puede depositar entre 100 y 150 huevecillos en una sola puesta (Hernández-Baz, 1990). Sin embargo, como en todos los insectos, la duración del ciclo biológico está relacionado con la temperatura y humedad, en tanto que la fertilidad y fecundidad de la hembra depende de la calidad de alimento que consuma durante el estado larvario (Chapman, 1896; McFarland, 1973; Scoble, 1992; Romero, 2002).

Diversidad

Los Arctiidae incluyen cerca de 11 000 especies en todo el mundo (Watson y Goodger, 1986), de las cuales, 719 especies están presentes en la República mexicana (Beutelspacher, 1995a, 1995b, 1996; Hernández-Baz, 1992). De éstas, 331 especies (apéndice VIII.10), las tenemos en el estado de Chiapas, es decir, 46 % del total nacional (cuadro 1). Es importante considerar que en el análisis histórico de las publicaciones y arreglos taxonómicos de los Arctiidae para México no consideraban a la subfamilia Ctenuchinae (antes Syntomidae, Euchromidae, Amatidae, Ctenuchidae) dentro de este grupo.

Distribución

La ubicación geográfica de México ha propiciado una interesante y diversa mezcla de elementos faunísticos que concurren en nuestro territorio procedentes de las dos grandes regiones del continente americano: la Neártica (relativo a la porción norte continente americano, septentrional) y la Neotropical (relativo a la porción sur del continente americano, austral), lo cual ha generado la denominación de Zona de Transición Mexicana (ZTM) (Halffter, 1976). Aunado a lo anterior, sabemos que Chiapas lo encontramos dentro de la región neotropical.

Actualmente, es difícil conocer a detalle la distribución de las especies de Arctiidae en Chia-

Cuadro 1. Número de especies de la familia Arctiidae conocidas para México y Chiapas.

Arctiidae de México *Beutelspacher (1995a, 1995b, 1996) y Hernández-Baz (1992)		Arctiidae de (Hernández-Baz, presente estudio)		
Subfamilia	Núm. especies	Núm. Especies	Diferencia	%
Lithosiinae	104	19	85	18.3
Arctiinae	272	108	164	39.7
Pericopinae	42	18	24	42.8
Ctenuchinae	301	186	115	61.8
Total	719	331	388	46.0

Nota: *Beutelspacher no consideró Ctenuchinae

pas, debido principalmente a la extenison de su territorio, su complicada orografía y diversos tipos de vegetación. Es importante considerar que hay localidades preferentemente visitadas por los investigadores como Lacantúm, San Cristóbal de las Casas, Bonampak, Soconusco, Cahuaré, El Sumidero, Tuxtla Gutiérrez, Selva Lacandona, así como las áreas naturales protegidas (Cañón del Sumidero, Lagunas de Montebello, Palenque, etcétera). Se tiene preferencia por aquellas que cuentan con un tipo de vegetación dominante de selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, así como los bosques de pino, encino y bosque mesófilo de montaña, en el sentido propuesto por Rzedoswki (1978).

Importancia

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales y tienen un papel muy activo en estado adulto al polinizar las flores, pero a diferencia de sus otros estados biológicos por los que atraviesan en su metamorfosis completa u holometábola, el segundo estado de larva es el más dañino para las plantaciones agrícolas y forestales. Por ejemplo, en los bosques templados, algunos arctiidae constituyen serios problemas fitosanitarios cuando sus poblaciones aumentan en forma desproporcionada, llegando a ser consideradas verdaderas plagas de las coníferas como el caso de *Halisidota alternata* (Grote) que ataca *Pinus patula*; *Lophocamba cibriani* Beutelspacher que ataca *Pinus ayacahuite* y *Pinus cembroides*; así como *Lophocampa alternata* (Grote), que ataca diversas especies entre las que destacan *Abies religiosa*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii*, *Pinus montezumae*, *Pinus rudis* y *Pinus teocote* (Cibrian et al., 1998; Hernández-Baz, 1999).

En las plantaciones agrícolas destaca de manera sustancial *Estigmene acrea* (Drury), conocido como el gusano peludo, que ataca a la alfalfa, el algodón, el tabaco, entre otros (Sifuentes y Young, 1964; Hernández-Baz, 1993; Roman et al., 1997).

En suma, consideramos prudente indicar que, a la fecha, no se tiene analizado con precisión las pérdidas económicas ocasionadas por estas palomillas en el estado de Chiapas. Por consiguiente, falta mucho por conocer sobre este grupo, y en especial determinar cabalmente la totalidad de las especies de arctiidae para esta entidad, ya que la información presentada es preliminar y puede compararse con los especímenes depositados en la colección de ejemplares de vida silvestre clave: (Semarnat/CITES/CP-0026-VER/05).

Amenazas para su conservación

Las principales amenazas para las mariposas Arctiidae y, en sí, para todas las mariposas, es la fuerte y constante presión de las poblaciones humanas, así como la contaminación y derivado de esto la inminente alteración y pérdida de hábitat por deforestación para usos agrícolas, ganaderos (pecuarios) y para desarrollos habitacionales.

No podemos decir específicamente qué áreas necesitan ser atendidas con prontitud, ya que adolecemos de un inventario completo de las mariposas de la entidad. Sugerimos conservar por lo menos todos los tipos de vegetación dominante en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Chiapas, especialmente en las Reservas de la Biosfera (Lacantún, Montes Azules, El Triunfo, Selva El Ocote), Áreas de Protección de Flora y Fauna (Cascadas de Agua Azul), Parques Nacionales (Lagunas de Montebello, Palenque y Cañón del Sumidero) y Monumentos Naturales (Bonampak, Yaxchilán).

Acciones de conservación

A pesar de que Chiapas es una de las entidades más estudiadas en todo el territorio nacional, no encontramos estudios que avalen el estado de conservación de las poblaciones de mariposas nocturnas en general. Pero en esta primera etapa se presenta una lista preliminar de 331 especies de Arctiidae que estimamos pueda incrementarse en los años venideros a cuando menos en 100 especies más, sin embargo, no podemos indicar aún qué especies son endémicas.

Literatura citada

- Beutelspacher, B. C. R. 1995a. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (Parte I) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23 (91): 291-306.
- Beutelspacher, B. C. R. 1995b. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (Parte II) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 23 (92): 379-409.
- Beutelspacher, B. C. R. 1996. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (III Parte) (Insecta: Lepidoptera). SHILAP. *Revista de Lepidopterología* 24 (93): 55-80.
- Chapman, T. A. 1896. On the phylogeny and evolution of the Lepidoptera from a pupal and oval standpoint. *Transactions of the Entomological Society of London* 189: 567-587.
- Cibrián, T. D., J. T. Montiel, R. Campos B., H. C. Yates y J. Flores L. 1998. Insectos Forestales de México/Forest Insects of México. 447 pp.
- Halfpeter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35: 1-64.
- Heppner, J. B. 1991. Faunal regions and the diversity of lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 2: 1-85.
- Heppner, J. B. 1998. Classification of Lepidoptera. Part I. Introduction. *Holarctic Lepidoptera* 5 (Suppl.): I-VI: 1-148, láminas, 1-6.
- Hernández-Baz, F. 1990. Biología y Hábitos alimenticios de *Saurita nigripalpia* Hampson (Lepidoptera; Ctenuchiidae). xxv Congreso Nacional de Entomología, Oaxaca, Oax., p. 82.
- Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 2: 19-47.
- Hernández-Baz, F. 1993. Mariposas nocturnas de Catemaco, Veracruz, México. I.: Arctiidae (Lepidoptera: Heterocera) *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología* 3 (1): 1-14.
- Hernández-Baz, F. 1999. Los lepidópteros plagas de las coníferas en México. *Foresta Veracruzana* 1 (3): 41-49.
- Hernández-Baz, F. y C. Bailey. 2006. Los Ctenuchinae (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae) de la República de Guatemala: Una Síntesis Preliminar, pp. 403-413. En: Cano, E. (Ed.). La Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Fonacon. MARN. CONACYT.
- Holloway, J. D. 1988. The moths of Borneo 6. The Malayan Nature Society and Southdene, Kuala Lumpur. 101 pp.
- Kitching, I. J. 1984. An historical review of the higher classification of the Noctuidae (Lepidoptera). *Bulletin British Museum Natural History* 54: 75-261.
- Kitching, I. J. y J. E. Rawlins. 1999. The Noctuoidea. En: N. P. Kristensen (Ed.) *Lepidoptera, moths and butterflies. Evolution Systematics and Biogeography* 1: 355-401.
- McFarland, N. 1973. Notes on describing, measuring, preserving and photographing the eggs of Lepidoptera. *Journal of Research on the Lepidoptera* 10: 203-214.
- Roman, D., R., J. L. Ayala, C. Rodríguez, B. Domínguez y H. Sánchez. 1997. Plagas Agrícolas. Chapingo. 356 pp.
- Romero, N. J. 2002. Bruchidae, pp. 513-534. En: Llorente B, J. y J. J. Morrone. (Eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen III. CONABIO, UNAM.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 pp.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Scoble, M. J. 1992. The lepidoptera form, function and diversity. The Natural History Museum and Oxford University Press, 404 pp.

Sifuentes, J.A. y W.R. Young. 1964. El gusano peludo *Estigmene acrea* (Drury): biología, hospederas, enemigos naturales y efectividad de algunos insecticidas para su combate en el valle del Yaqui. Centro Regional de ayuda Técnica. A.I.P. 15 pp.

Watson A. y D.T. Goodger, 1986. Catalogue of the Neotropical Tigermonth. Occasional Papers Systematics *Entomology*. 1: 1-71. British Museum of Natural History.

Versión gratuita. Prohibida su venta.



Version original. Prohibida su venta.

DIVERSIDAD DE ABEJAS: EL CASO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL TRIUNFO

Rémy Vandame, Ricardo Ayala, Julio Esponda, Carlos Balboa y Miguel A. Guzmán

Introducción

En el marco de la preocupación creciente sobre la erosión de la biodiversidad a nivel mundial, emergen pruebas dramáticas de pérdidas en los insectos polinizadores, esencialmente abejas, lo cual representa un riesgo mayor para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Por un lado, se ha mostrado que de 60 a 90 % de las especies de plantas requieren de un polinizador para su reproducción (Kremen *et al.*, 2007), y se pudo calcular que el rendimiento de 87 de los 115 cultivos más importantes para la alimentación mundial se incrementa con los servicios ambientales de polinización; de entre el amplio espectro de animales que polinizan cultivos, las abejas son los más efectivos (Klein *et al.*, 2007). Por otro lado, la disminución en la abundancia de abejas es patente, tanto para las abejas manejadas (*Apis mellifera*) que sufren una mortalidad elevada en Estados Unidos (Oldroyd, 2007), como para las especies nativas, donde se observa un fenómeno de extinción de especies en 80 % de los sitios de estudio, lo cual se correlaciona con una extinción de especies de flora silvestre (Biesmeijer *et al.*, 2006).

Hasta hace poco tiempo, se logró cuantificar con cierta precisión que la polinización por insectos es responsable de 9.5 % del valor de la producción agrícola mundial, lo cual representa un valor de 153 billones de euros (Gallai *et al.*, 2009). Este efecto es aún más agudo en cultivos muy dependientes de la polinización, como las frutas y hortalizas (23 %) o los estimulantes (café y cacao, 39 %).

Dado el interés del estudio de este grupo de insectos, tanto por su importancia ecológica, económica y de conservación por el papel de polinizadores de la flora silvestre y cultivada (Buchmann y Ascher, 2005), este documento pretende explorar la fauna de abejas silvestres en Chiapas. Al existir muy poca información en el estado, se realizó un muestreo faunístico extenso en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, entre 2004 y 2006. En el marco de un proyecto financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se realizó un levantamiento faunístico en donde se colectaron y catalogaron más de 12000 abejas, de más de 220 especies. Las siguientes páginas resumen la información sustancial que resultó de este trabajo.



Área de estudio y muestreos

La Reserva de la Biosfera El Triunfo (RBT), con una superficie de 119 177 ha, está ubicada al sur del estado de Chiapas. Es una zona de contrastes entre el bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia, vegetación secundaria arbórea con elementos primarios y cultivos permanentes con dominancia de café. Las localidades en las que se muestreó son: el ejido Las Golondrinas (municipio de Acacoyagua), con un buen nivel de conservación del ecosistema; Unión Los Olivos (municipio de Mapastepec), con mayor degradación del mismo; el ejido Nueva Reforma (municipio de Acacoyagua), donde la actividad humana lleva a un estado de degradación más fuerte.

Entre septiembre de 2004 y diciembre de 2006, se realizaron visitas programadas a los sitios antes mencionados. Se realizaron nueve muestreos en Nueva Reforma, 18 muestreos en Los Olivos y 24 muestreos en Las Golondrinas. El horario de muestreo fue de 07:00 a 16:00 horas. Las colectas se realizaron por medio de recorridos a través de caminos y veredas definidas en cada sitio, a lo largo de aproximadamente 15 km recorridos en los senderos. Se hicieron en parches florales, sitios de anidación y colecta aérea de los insectos en cuestión, con redes entomológicas aéreas dentro de cada sitio. El número normal de colectores fue de cuatro personas por día de esfuerzo para evitar sesgos en el esfuerzo de colecta. Los ejemplares colectados se sacrificaron mediante el uso de cámaras letales de cianuro de potasio; posteriormente, fueron llevados al laboratorio el mismo día de la colecta para su montaje haciendo uso de alfileres entomológicos. Se etiquetaron con los respectivos datos de colecta y georeferenciación. Mediante el uso de cajas entomológicas se clasificaron los ejemplares de acuerdo a una primera clasificación con el reconocimiento de las principales familias representadas para esta región. La determinación se basó en las claves taxonómicas de Ayala *et al.* (1996), Ayala (1999) y Michener (2000).

Descripción del grupo

Las abejas pertenecen a la clase de los insectos, orden himenópteros, y constituyen la superfamilia Apoidea, la cual incluye siete familias, alrededor de 425 géneros y más de 20 000 especies, *sensu* Michener (2000).

Resultados

Se colectaron especies de abejas de cinco de las seis familias reportadas para México: Andrenidae, Colletidae, Apidae, Megachilidae, Halictidae. En total se colectaron 9 214 ejemplares de abejas en los 51 muestreos dentro de los tres sitios estudiados: Nueva Reforma (9), Los Olivos (18) y Las Golondrinas (24). Este número representa 76.78 % del total reportado para las comunidades estudiadas dentro de esta zona de la reserva en el marco del proyecto BK063 financiado por la CONABIO. De estas familias, la mayormente representada fue Apidae con 7 030 especímenes, seguida por Halictidae con 1 383 especímenes y Megachilidae con 683. Las otras dos familias se encuentran representadas por menos de 70 individuos (figuras 1 y 2).

Un total de 228 especies o morfoespecies fueron registrados, las cuales se distribuyen en cinco familias y 69 géneros. Las familias de mayor importancia por el número de géneros representados fueron Apidae (N= 39), Halictidae (N= 13), Megachilidae (N= 9), Colletidae (N= 5) y Andrenidae (N= 3) (ver cuadro 1). Las abejas colectadas son representativas de las zonas de influencia de la reserva, la cual se encuentra en distintos grados de perturbación. La diversidad de abejas aquí presentadas muestra ser uno de los primeros acercamientos para conocer la fauna de este grupo de insectos en esta zona específica de México.



Figura 1. Vista frontal de *Euglossa crininota*, abeja polinizadora de orquídeas, una de las 220 especies de abejas encontradas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Foto: Jorge Mérida y Carlos Balboa.

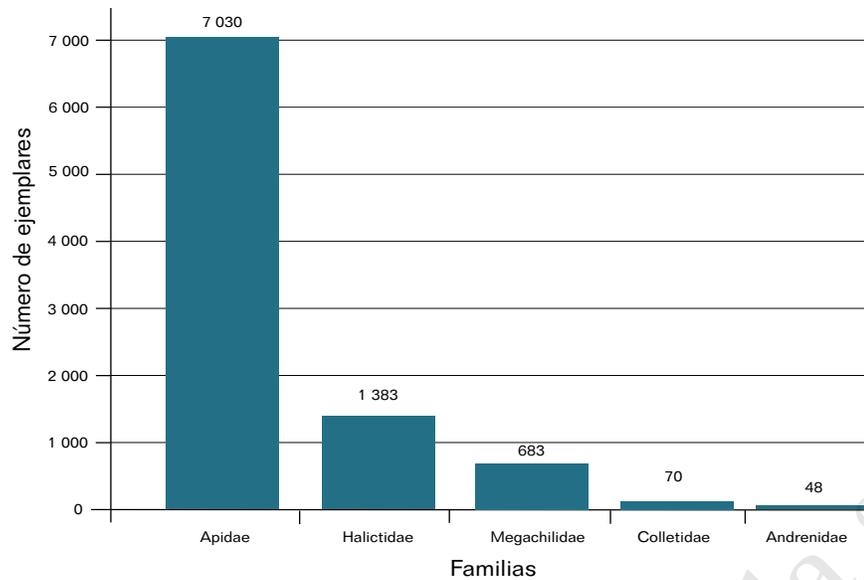


Figura 2. Abundancia de familias encontradas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.

Diversidad de abejas en Chiapas

De acuerdo con Michener (1979), una de las faunas de abejas más pobres es la contenida en los trópicos, en comparación con la apifauna presente en las regiones templadas y desérticas del mundo; sin embargo, Ayala *et al.* (1993) señalan que probablemente las regiones tropicales sean las menos conocidas de todas las regiones en México. El inventario faunístico de la Reserva de la Biosfera El Triunfo arrojó un total de 222 especies de abejas, un número de especies muy cercano a las 228 encontradas en Chamela por Ayala (1988) y superior a la cantidad de especies colectadas en los estudios faunísticos para abejas realizados en el país como los de Roubik *et al.* (1991) y Novelo *et al.* (2003) para la península de Yucatán, exceptuando las 356 especies reportadas para la Sierra del Chichinutzin (Hinojosa-Díaz, 2003) y las 259 especies colectadas en Zapotitlán de las Salinas, Puebla (Vergara-Briceño y Ayala, 2002).

Según las estimaciones de Ayala *et al.* (1993), para la apifauna mexicana (144 géneros y 2 000 especies), los 68 géneros y las 222 especies colectadas en nuestro estudio representan el 47.22 % de los géneros y 11.1 % de las especies presentes en el país.

Amenazas

Un aspecto muy importante, pero aún no bien extraído de estos datos es que hay una relación

muy marcada entre la conservación del ecosistema y la biodiversidad de abejas (ver cuadro 2). En efecto, yendo de Nueva Reforma a Los Olivos y Las Golondrinas, se tiene un gradiente de conservación de la biodiversidad, en particular en el estrato arbóreo del cafetal. Si bien los índices reflejan una biodiversidad similar en los tres sitios, aparece que esta biodiversidad es constituida por diferentes especies. Se requiere aún profundizar este análisis para determinar qué especies se ponen en riesgos por el manejo agrícola y qué implicaciones tiene esto para la conservación de la biodiversidad de Chiapas.

Importancia de las abejas

Los servicios de polinización que las abejas brindan al ecosistema donde habitan son sumamente importantes, ya que permiten preservar la integridad del mismo (Gallai *et al.*, 2009). Pero con las prácticas modernas de agricultura, las poblaciones de polinizadores decrecen a un ritmo alarmante. Diversos estudios de polinización han demostrado que con la polinización entomófila, el tamaño y peso de frutos aumenta en comparación con aquellos frutos producidos sin la visita de polinizadores (Guzmán-Díaz *et al.*, 2002; Guzmán *et al.*, 2004).

El cuadro 3 presenta a las abejas registradas en las localidades donde se muestreó durante este trabajo y de las cuales se conoce que pueden ser empleadas para la polinización de cultivos y flora nativa (Roubik *et al.*, 1991).

Cuadro 1. Abejas colectadas en tres sitios de la la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Nueva Reforma, Los Olivos y Las Golondrinas, Chiapas), clasificadas por familia, tribu y género. La última columna muestra el número de especies o morfoespecie del género.

Familia	Tribu	Número de especies por tribu	Género	Número de especies		
Apidae	Apini	1	<i>Apis</i>	1		
	Emphorini	2	<i>Ancyloscelis</i>	1		
			<i>Melitoma</i>	1		
	Bombini	2	<i>Bombus</i>	2		
	Centridini	15	<i>Centris</i>	13		
			<i>Epicharis</i>	2		
	Ceratini	13	<i>Ceratina</i>	13		
	Euglossini	16	<i>Eufriesea</i>	3		
			<i>Euglossa</i>	8		
			<i>Eulaema</i>	3		
			<i>Exaerete</i>	2		
	Exomalopsini	6	<i>Exomalopsis</i>	6		
	Meliponini	21	<i>Lestrimelitta</i>	1		
			<i>Melipona</i>	2		
			<i>Nannotrigona</i>	1		
			<i>Oxytrigona</i>	1		
			<i>Paratrigona</i>	1		
			<i>Partamona</i>	2		
			<i>Plebeia</i>	5		
			<i>Scaptotrigona</i>	2		
			<i>Trigona</i>	4		
			<i>Trigonisca</i>	2		
			Eucerini	13	<i>Melissodes</i>	1
					<i>Peponapis</i>	2
	<i>Svastra</i>	1				
	<i>Syntrichalonia</i>	1				
	<i>Tetraloniella</i>	2				
	<i>Thygater</i>	3				
	<i>Xenoglossa</i>	1				
	<i>Anthophora</i>	2				
	Ericrocidini	2	<i>Mesocheira</i>	1		
			<i>Mesoplia</i>	1		
Tapinotaspidini	7	<i>Monoeca</i>	1			
		<i>Paratetrapedia</i>	6			
Nomadini	1	<i>Nomada</i>	1			
Osirini	1	<i>Osiris</i>	1			
Tetrapedini	1	<i>Tetrapedia</i>	1			
Epeolini	1	<i>Triepeolus</i>	1			
Xylocopini	7	<i>Xylocopa</i>	7			

Cuadro 1. Continuación.

Familia	Tribu	Número de especies por tribu	Género	Número de especies
Halictidae	Halictini	28	<i>Agapostemon</i>	2
			<i>Caenohalictus</i>	2
			<i>Habralictus</i>	1
			<i>Halictus</i>	4
			<i>Lasioglossum</i>	17
	Augochlorini	30	<i>Sphecodes</i>	2
			<i>Augochlora</i>	12
			<i>Augochlorella</i>	2
			<i>Augochloropsis</i>	3
			<i>Caenaugochlora</i>	7
Megachilidae	Osmiini	3	<i>Megalopta</i>	1
			<i>Osmia</i>	1
	Anthidiini	9	<i>Heriades</i>	2
			<i>Anthidiellum</i>	1
			<i>Anthidium</i>	2
			<i>Anthodioctes</i>	4
			<i>Hypanthidium</i>	1
	Megachilini	32	<i>Paranthidium</i>	1
			<i>Coelioxys</i>	8
			<i>Megachile</i>	24
Colletidae	Colletinae	6	<i>Colletes</i>	6
	Caupolicanini	3	<i>Crawfordapis</i>	1
			<i>Ptiloglossa</i>	2
	Chilicolini	1	<i>Chilicola</i>	1
	Hylaeinae	3	<i>Hylaeus</i>	3
Andrenidae	Andreninae	2	<i>Andrena</i>	2
	Calliopsini	1	<i>Calliopsis</i>	1
	Perditini	1	<i>Perdita</i>	1

Cuadro 2. Riqueza de abejas en los tres sitios en estudio.

Localidad	Nueva Reforma	Los Olivos	Las Golondrinas
Grado de conservación	Bajo	Mediano	Alto
Número de individuos (N)	1 553	3 338	4 323
Géneros	46	60	63
Especies (S)	70	110	111
Morfoespecies	52	68	84
Total Especies	122	178	195
% de morfoespecies	42	57	43

Este cuadro presenta la gran cantidad de cultivos domésticos y comerciales de Chiapas que dependen de las abejas para su polinización, es decir, *in fine* para asegurar un buen rendimiento de producción. De ello desprende la importancia para los habitantes del estado de Chiapas de conservar la biodiversidad de abejas.

Otra estrategia para valorizar la biodiversidad de las abejas y, por lo mismo, contribuir a su conservación, sería desarrollar el cultivo de algunas especies de abejas nativas sin aguijón o meliponinos (meliponicultura) registradas en este documento. Este aspecto se desarrollará en el capítulo 4 de esta obra.

Cuadro 3. Asociaciones entre especies de abejas y plantas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo.

Especie	Flora nativa o cultivo
<i>Augochlora nygrocianea</i>	Melón (<i>Cucumis melo</i>)
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) fimbriata fimbriata</i>	Café (<i>Coffea arabica</i>), ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) nautlana</i>	Café (<i>C. arabica</i>), ceiba (<i>C. pentandra</i>)
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) mexicanorum</i>	Café (<i>C. arabica</i>), ceiba (<i>C. pentandra</i>)
<i>Exomalopsis</i> spp.	Aguacate (<i>Persea americana</i>)
<i>Peponapis smithi</i>	Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i>)
<i>Peponapis utahensis</i>	Calabaza (<i>C. pepo</i>)
<i>Thygater (Thygater) analis</i>	Calabaza (<i>C. pepo</i>)
<i>Thygater (T.) montezuma</i>	Calabaza (<i>C. pepo</i>)
<i>Thygater</i> spp.	Achiote (<i>Bixa orellana</i>)
<i>Xenoglossa gabbii gabbii</i>	Calabaza (<i>C. pepo</i>)
<i>Centris</i> spp.	Nance (<i>B. crassifolia</i>)
<i>Epicharis</i> spp.	Nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>)
<i>Bombus wilmatiae</i>	Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>), aguacate (<i>Persea americana</i>)
<i>Bombus mexicanus</i>	Tomate (<i>L. esculentum</i>), aguacate (<i>P. americana</i>)
<i>Bombus</i> spp.	Melón (<i>C. melo</i>)
<i>Melipona beecheii</i>	Café (<i>C. arabica</i>), achiote (<i>B. orellana</i>)
<i>Melipona solani</i>	Café (<i>C. arabica</i>), achiote (<i>B. orellana</i>)
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	Café (<i>C. arabica</i>), achiote (<i>B. orellana</i>), chayote (<i>Sechium edule</i>), aguacate (<i>P. americana</i>)
<i>Oxytrigona mediocrufa</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Partamona bilineata</i>	Aguacate (<i>P. americana</i>), pepino (<i>Cucumis sativus</i>), melón (<i>C. melo</i>)
<i>Plebeia (Plebeia) frontalis</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Plebeia (P.) melanica</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Plebeia (P.) moureana</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Café (<i>C. arabica</i>), limón (<i>Citrus limon</i>), naranjo (<i>Citrus sinensis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), aguacate (<i>P. americana</i>), rambután (<i>Nephellium lappaceum</i>)
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Café (<i>C. arabica</i>), limón (<i>C. limon</i>), naranjo (<i>C. sinensis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), aguacate (<i>P. americana</i>), rambután (<i>Nephellium lappaceum</i>)
<i>Trigona (Tetragonisca) angustula</i>	Café (<i>C. arabica</i>), limón (<i>C. limon</i>), naranjo (<i>C. sinensis</i>), capulín (<i>M. calabura</i>)
<i>Trigona (Trigona) fulviventris</i>	Achiote (<i>B. orellana</i>), café (<i>C. arabica</i>), calabaza (<i>C. pepo</i>), níspero (<i>Eriobotrya japonica</i>), nanche (<i>Byrsonima crassifolia</i>), chipilín (<i>Crotalaria longirostrata</i>), capulín (<i>M. calabura</i>), mango (<i>Mangifera indica</i>), chayote (<i>S. edule</i>), limón (<i>C. limon</i>), naranjo (<i>C. sinensis</i>), aguacate (<i>P. americana</i>)
<i>Trigona (T.) fuscipennis</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Trigona (T.) nigerrima</i>	Café (<i>C. arabica</i>), aguacate (<i>P. americana</i>)
<i>Trigonisca schulthessi</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Trigonisca pipioli</i>	Café (<i>C. arabica</i>)
<i>Apis mellifera</i>	Nance (<i>B. crassifolia</i>), café (<i>C. arabica</i>), calabaza (<i>C. pepo</i>), limón (<i>C. limon</i>), naranjo (<i>C. sinensis</i>), níspero (<i>E. japonica</i>), chipilín (<i>C. longirostrata</i>), mango (<i>M. indica</i>), capulín (<i>M. calabura</i>), chayote (<i>S. edule</i>), aguacate (<i>P. americana</i>)

Literatura citada

- Ayala, R. 1988. Abejas silvestres de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 395-493.
- Ayala, R., T. Griswold y S. Bullock. 1993. The native bees of Mexico. pp 179-227. En: Ramamoorthy, T., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of México: Origin and Distribution*. Oxford University Press, Estados Unidos.
- Ayala, R., T. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea (Hymenoptera). pp. 423-464. En: Llorente-Bousquets, J. E., A. N. García-Alderete y E. González (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana* 106: 1-123.
- Biesmeijer, J. C., S. P. M. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A. P. Schaffers, S. G. Potts, R. Kleukers, C. D. Thomas, J. Settele y W. E. Kunin. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351-354
- Buchmann, S. y J. S. Ascher. 2005. La difícil situación de las abejas polinizadoras. México. *Apitec* 51: 21-26.
- Gallai, N., J. M. Salles, J. Settele y B. E. Vaissière. 2009 (dato no publ.). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline, *Ecological Economics*.
- Guzmán-Díaz, M. A., M. Rincón-Rabanales, R. Vandame, M. Salvador-Figueroa y L. Adriano-Anaya. 2002. Efecto de las abejas en el incremento y calidad de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.: Sapindaceae). 3er. Seminario Estatal de Polinización con abejas. Uruapan, Michoacán. pp. 93-104.
- Guzmán M. A., M. Rincón y R. Vandame. 2004. Manejo y conservación de abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponini). 36 pp.
- Hinojosa-Díaz, I. A. 2003. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del declive sur de la Sierra del Chichinutzin, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 42 (1): 1-20.
- Klein, A. M., B. E. Vaissière, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen y T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society* 274: 303-313.
- Kremen, C., N. M. Williams y R. W. Thorp. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol Letters* 10: 299-314.
- Michener, C. 1979. Biogeography of the Bees. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 66: 227-347.
- Michener, C. 2000. *The Bees of the World*. The John Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos. 913 pp.
- Novelo-Rincón, L. F., H. Delfin-González, R. Ayala y H. H. Contreras-Acosta. 2003. Community structure of native bees in four vegetation types in the dry tropics of Yucatán, México. *Folia Entomológica Mexicana* 42 (2): 177-190.
- Oldroyd, B. P. 2007. What's killing American honey bee? *PLoS Biology* 5 (6): 168.
- Roubik, D. W., R. Villanueva, E. F. Cabrera y W. Colli. 1991. Abejas Nativas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. pp. 317-320. En: Navarro, L. D. y J. G. Robinson. *Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Ciqro, Chetumal, Quintana Roo, México.
- Vergara-Briseño, C. y R. Ayala. 2002. Diversity, phenology and biogeography of the bees (Hymenoptera: Apoidea) of Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Journal of the Kansas Entomological Society* 75 (1): 16-30.



Version original. Prohibida su venta.

LAS EFÍMERAS O MOSCAS DE MAYO: ESTUDIO Y CONSERVACIÓN

Eduardo R. Chamé-Vázquez

Introducción

La diversidad de insectos en Chiapas ha sido abordada por León-Cortés *et al.* (2005), que reportan 20 órdenes de insectos e incluyen a más de 110 familias, más de 2500 géneros y 4 533 especies. Si bien, el número de especies reportado es relativamente alto, es importante mencionar que muchos órdenes no se hallan representados en las colecciones estatales, tal como sucede en el orden Ephemeroptera.

Por ello, es necesario realizar un esfuerzo para conocer la diversidad entomológica que existe en el estado, ya que los inventarios y el análisis de los mismos ayudarán en la toma de decisiones para conservar la biodiversidad de Chiapas y México.



Figura 1. Estado adulto de una efímera o mosca de mayo. Foto: Eduardo Chamé, 2008.



Descripción del grupo

Las efímeras o moscas de mayo (figura 1) pertenecen al orden Ephemeroptera y constituyen un grupo importante como macroinvertebrados en las aguas continentales (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996). Estos insectos son principalmente acuáticos, cuyo ciclo de vida está formado por varias etapas: huevo, náyade, preimago y adulto.

Los huevos son colocados sobre la superficie del agua, ya sea unos cuantos a la vez, o todos, pero en una o dos agrupaciones de huevos. Del huevo emerge una náyade y experimenta una serie de mudas, las cuales van a variar en tiempo y frecuencia dependiendo de la especie y condiciones climáticas (Edmunds, 1984).

Después de la última muda como náyade, emerge un preimago (a veces llamado subimago), que es un individuo adulto alado pero sexualmente inmaduro, el cual puede madurar a los pocos minutos o hasta después de 24 horas. Finalmente, el adulto dedica toda su energía al apareamiento y oviposición, y luego muere (Edmunds, 1984; McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996).

El ciclo de vida completo puede durar entre unos meses hasta tres años, dependiendo de la especie y del lugar donde ésta se encuentra (figura 2). Asimismo, el nombre taxonómico que se les ha asignado hace referencia a la corta duración de la fase adulta, el cual puede variar de dos horas hasta tres días; sin embargo, existen especies que solamente viven 90 minutos (Edmunds, 1984).

Diversidad y distribución

La fauna de efímeras en México está formada por 138 especies. Sin embargo, se estima que este número podría aumentar considerablemente, ya que existen zonas que aún no han sido exploradas (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996; McCafferty *et al.*, 1997; Randolph, 2002).

Dentro de los estados, Chiapas es el que tiene la mayor cantidad de especies registradas, con 25 % de especies y 43 % de los géneros de efímeras en México (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996; Randolph, 2002). De esta forma, la fauna de efemerópteros en Chiapas se compone de 35 especies repartidas en 19 géneros, seis familias, dos superfamilias y cinco subórdenes (apéndice VIII.11).

Es importante mencionar que 20 % de las especies registradas son endémicas para Chia-

pas, mientras que una especie (*Lachlania iops* Allen y Cohen, 1977) es endémica para México (figura 3) (Randolph, 2002).

Por si fuera poco, en Chiapas existe la posibilidad de estudiar a efímeras fósiles, siendo el único estado que tiene depósitos de ámbar cuyo origen se estima en el Mioceno (Cenozoico). Es así que el estudio de estos insectos fósiles es de vital importancia para el entendimiento de la paleoecología y paleobiogeografía de Centroamérica (Solórzano-Kraemer y Mohrig, 2007). Aunque el hallazgo de insectos acuáticos dentro del ámbar no es muy frecuente, Solórzano-Kraemer (en prensa) reporta ocho ejemplares de Ephemeroptera en ámbar de Chiapas: dos identificados a nivel de género, *Cleodes* sp. y *Leptohyphes* sp. y una a familia: Leptophlebiidae.

Debido a los escasos inventarios faunísticos del grupo, es imposible indicar la distribución estatal de cada especie, por lo que se espera que en los próximos años esto sea posible.

Importancia

La importancia ecológica del orden Ephemeroptera es que son un recurso alimenticio para peces u otros organismos acuáticos y mantienen en equilibrio dinámico a todo un ecosistema acuático (Edmunds, 1984). De igual forma, estos organismos, por pasar gran parte de su ciclo biológico en estado de náyade, son utilizados como indicadores ecológicos de la calidad del agua (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996).

Pese a ello, la riqueza registrada en el estado parece estar subestimada, dada la escasez de trabajos en los últimos años. A manera de comparación, Veracruz y Guatemala, que se hallan colindando con Chiapas, tienen un elevado número de especies (figura 4), por lo cual se espera que en Chiapas el número se incremente durante los próximos años (Randolph, 2002; McCafferty *et al.*, 2004).

Situación

De las tres colecciones estatales de insectos registradas ante la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ninguna de ellas posee material de referencia de Ephemeroptera. Inclusive, gran parte del material depositado en estas colecciones comprende tres órdenes muy conspicuos: Coleopte-

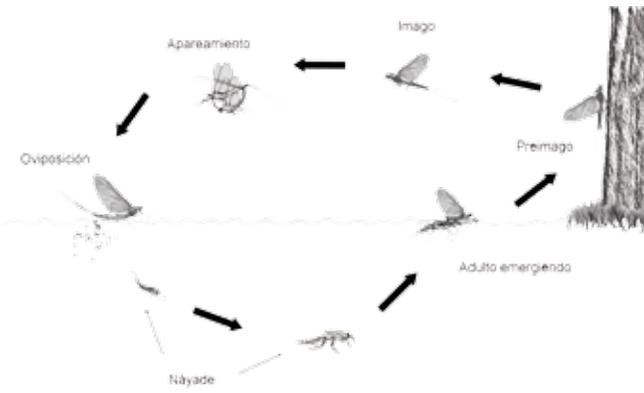


Figura 2. Ciclo de vida de los Ephemeroptera. Foto: Eduardo Chamé.

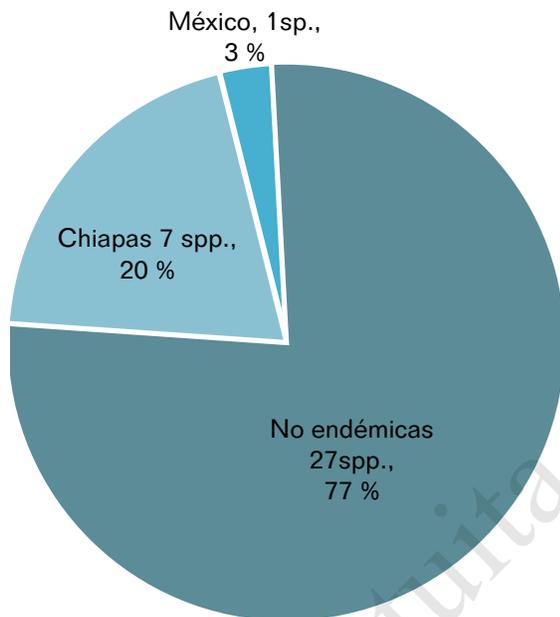


Figura 3. Número de especies endémicas de Chiapas y México.

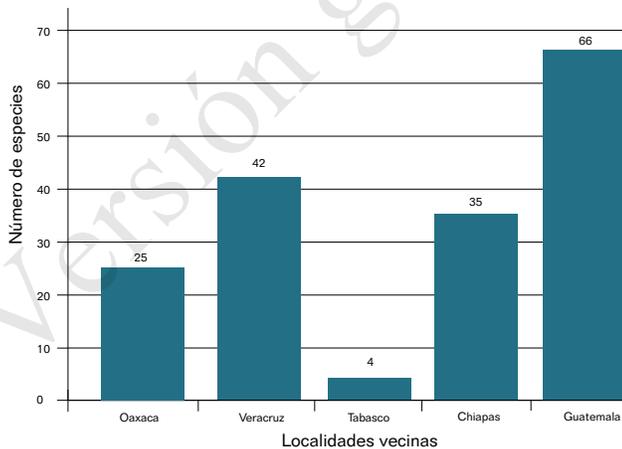


Figura 4. Comparación del número de especies de efímeras en Chiapas con sus localidades vecinas.

ra, Lepidoptera e Hymenoptera (Galdámez-Estrada y Blas-López, 2005; CONABIO, 2007; Gómez, 2003; León-Cortés *et al.*, 2003). Asimismo, dentro de las colecciones estatales, no se registran especialistas ni recursos humanos que estén estudiando al grupo de interés.

Amenazas

Si bien, la falta de colecciones de referencia y de especialistas constituye una dificultad para la conservación de estos organismos, existen amenazas más inmediatas y directas que afectan al grupo de estudio. Al igual que el orden Trichoptera, las efímeras pueden enfrentarse a dos problemas fundamentales: a) las náyades tienen una extrema sensibilidad a las disminuciones bruscas en las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, lo cual puede ser causado por un aumento de sustancias contaminantes a través de la descarga de aguas residuales e industriales sin tratamientos, lo que disminuye las posibilidades de alcanzar la madurez y completar su desarrollo en la metamorfosis náyade-preimago; b) la destrucción acelerada de los ecosistemas naturales (bosques y selvas) tiene un impacto muy fuerte, principalmente sobre los individuos adultos, ya que provoca la pérdida de refugios y la interrupción de los ciclos normales de desarrollo y reproducción de estos organismos (Bueno-Soria, 1996).

Conclusiones

En vista de lo anterior, se pueden proponer perspectivas de estudio que, de manera pronta y oportuna, podrían ayudar a la conservación de las efímeras o de la biodiversidad misma:

1. Estudios taxonómicos. La información taxonómica generada dentro de este grupo se limita a un reducido número de géneros, por lo que no existen claves de identificación para todas las especies de Ephemeroptera, las cuales pueden ser una herramienta indispensable si los organismos se usan como bioindicadores. Además, es necesario iniciar el estudio de los ciclos de vida de los efemerópteros mexicanos, puesto que menos del 50 % de las especies tienen descritas tanto sus formas inmaduras como adultas (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996). Dentro de este apartado, se contempla la formación de recursos humanos y el establecimiento adecuado de colecciones de referencia.

2. Realización de inventarios. Son de gran importancia para conocer la distribución exacta de la totalidad de las especies, así como la correlación que tienen estos organismos con los factores abióticos del medio acuático (temperatura, condición del agua, ubicación del sitio de colecta, entre otros). A través de los inventarios se podría resaltar la importancia de acciones a favor de la conservación (como la creación de áreas naturales protegidas) o bien, estandarizar métodos o técnicas de colecta, con la finalidad de tener mejores herramientas para su estudio.

3. Realización de estudios que consideren a los efemerópteros como bioindicadores de la calidad del agua. Dadas las características de las

efímeras, sería oportuno promover el estudio de este grupo como uno de los principales indicadores de la calidad del agua, que junto a otros insectos acuáticos (particularmente del orden Trichoptera y Plecoptera) funcionan como excelentes bioindicadores. De esta forma, se podría gestionar de manera óptima, biovaloraciones rápidas de los ecosistemas naturales y antropogénicos (McCafferty y Lugo-Ortiz, 1996).

4. Como uno de los primeros pasos hacia el conocimiento y conservación de este grupo de insectos, se incluye el listado más actual de las especies de efímeras que se han registrado en el estado (ver apéndice VIII.11).

Literatura citada

- Bueno-Soria, J. 1996. Trichoptera. pp. 501-511. En: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Conabio. 2007. Colecciones científicas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/acttax/doctos/colecciones_cientificas.html (consultado el 18 de agosto de 2010).
- Edmunds, G. F. 1984. Ephemeroptera. pp. 94-125. En: R. W. Merritt y K. W. Cummins. An introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.
- Galdámez-Estrada, V. y M. Blas-López. 2005. Colección Entomológica. pp.28-33. En: J. E. Morales-Pérez, E. Hernández-García y R. Vidal-López (Comp.). Colecciones científicas del Instituto de Historia Natural y Ecología. IHNE-COCYTECH.
- Gómez, B. 2003. Colección de insectos asociados a plantas cultivadas en la Frontera Sur. pp. 79-87. En: J. L. León-Cortés, C. L. Monterrubio y C. Pozo (Eds.). Colecciones Biológicas de El Colegio de la Frontera Sur, México. Ecosur-CONABIO.
- León-Cortés, J. L. M. Girón-Intzin, L. Ruiz-Montoya y A. Morón-Ríos. 2003. Colección Entomológica. pp. 67-77. En: J. L. León-Cortés, C. L. Monterrubio y C. Pozo (Eds.). Colecciones Biológicas de El Colegio de la Frontera Sur, México. Ecosur-CONABIO.
- León-Cortés, J. L., L. Ruiz-Montoya y A. Morón-Ríos. 2005. La diversidad de insectos en Chiapas. Génesis y estado del conocimiento. pp. 163-194. En: M. González-Espinoza, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). Diversidad Biológica en Chiapas. Ecosur-COCYTECH-Plaza y Valdés. México.
- McCafferty, W. P. D. E. Baumgardner y J. L. Guenther. 2004. The Ephemeroptera of Central America. Part 1: Guatemala. *Transaction of the American Entomological Society* 130 (2+3): 201-219.
- McCafferty, W. P. y C. R. Lugo-Ortiz. 1996. Ephemeroptera. pp. 133-145. En: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 660 pp.
- McCafferty, W. P., C. R. Lugo-Ortiz, A. V. Provonsha y T. Q. Wang. 1997. Los efemerópteros de México: I. Clasificación superior, diagnosis de familias y composición. *Dugesiana* 4 (2): 1-29.
- Randolph, R. P. 2002. Atlas and biogeographic review of the North American mayflies (Ephemeroptera). PhD Dissertation, Department of Entomology, Purdue University. 514 pp.
- Solórzano-Kraemer, M. M. y Mohrig. 2007. *Schwenckfeldina archoica* sp. nov. (Diptera, Sciaridae) from the middle Miocene Mexican Amber. *Alavesia* 1: 105-108.
- Solórzano-Kraemer, M. M. (datos no publ.). Systematic, palaeoecology, and palaeobiogeography of the insect fauna from the Mexican amber. *Palaeontographica, Abteilung A*.

LOS MEGALÓPTEROS: TESTIGOS DE UN PASADO GLORIOSO

Atilano Contreras-Ramos

Introducción

Originalmente, el título del presente capítulo incluía una segunda idea sobre este grupo de insectos: ¿sobrevivientes en un futuro de crisis? El caso de los megalópteros es como el de otros grupos antiguos que presenciaron un florecimiento de la biodiversidad del planeta, que incluyó fenómenos como radiaciones adaptativas, pero también grandes extinciones; sin embargo, han perdurado hasta nuestros días, aunque tal vez con sólo un porcentaje menor de la diversidad que tuvieron en sus mejores momentos. Irónicamente, las condiciones actuales del planeta, modificadas por los humanos en medida preocupante, parecen plantearles retos tanto o más difíciles para su supervivencia, que aquellos que han moldeado su historia evolutiva. Por tanto, surge la siguiente pregunta: ¿han de sobrevivir? Cada vez parece menos trivial.

Los megalópteros pertenecen al gran grupo de insectos de los holometábolos, caracterizados por presentar una metamorfosis completa (estado de huevo, larva, pupa y adulto) y considerados un grupo exitoso evolutivamente por su alta diversidad, ya que incluye órdenes ricos en especies como Coleoptera (escarabajos), Lepidoptera (mariposas), Hymenoptera (avispas y abejas) y Diptera (moscas y mosquitos). Los parientes cercanos de los megalópteros son los Raphidioptera y Neuroptera (crisopas y hormigas león), con quienes forman un grupo monofilético o natural (originado a partir de un misma especie ancestral) llamado Neuropterida (Kristensen, 1991) que, a su vez, es un pariente cercano de los coleópteros, grupo ocasionalmente llamado Neuropteriformia (Ax, 2000).

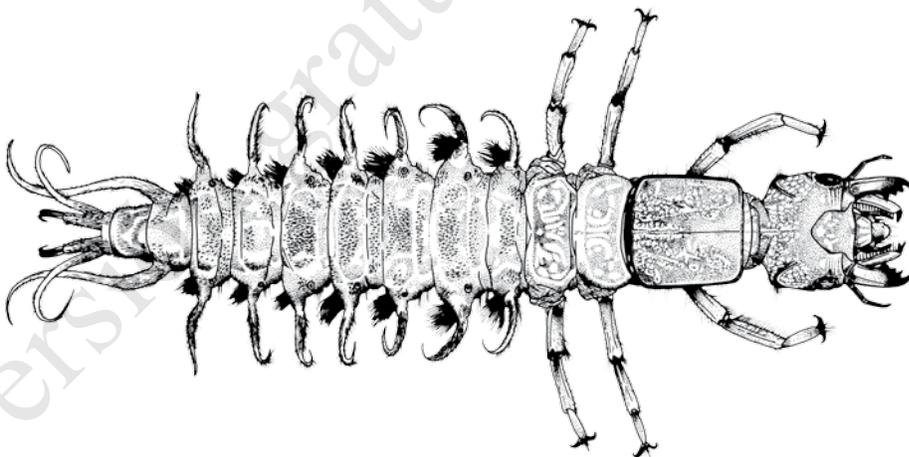


Figura 1. Larva madura de *Corydalus* sp. (Corydalidae), vista dorsal.

Descripción del grupo

El orden Megaloptera posee alrededor de 328 especies recientes descritas (Cover y Resh, 2008). Las especies del orden se han clasificado en dos familias, Sialidae y Corydalidae, esta última subdividida en las subfamilias Corydalinae y Chaulioidinae. Todas las especies de Megaloptera pasan su estado larval en el agua (figura 1), tanto en ríos y arroyos, como en lagos o estanques. La larva del último estadio o prepupa abandona el medio acuático y forma una cámara pupal, que es una pequeña cavidad en el suelo, generalmente bajo una piedra u otro substrato, no muy lejos del agua, donde muda al estado de pupa. La pupa, que conserva los rasgos primitivos de poder morder y tener cierta movilidad (aunque no es capaz de caminar), muda y de ella emerge el adulto. Los megalópteros adultos son de hábitos nocturnos, no se alimentan y tienen un vuelo relativamente lento. No obstante, los megalópteros pueden recorrer al vuelo distancias de varios kilómetros, como lo constata su recolección en áreas carentes de ríos cercanos.

En México, la mayor diversidad de megalópteros pertenece a la subfamilia Corydalinae, que son especies que habitan desde arroyos de montaña hasta grandes ríos en zonas tropicales. Los adultos copulan y las hembras buscan un substrato adecuado, como una piedra grande que emerge en un río, una pared rocosa en un cañón por donde corre un río permanente o un tronco u hojas de ramas que quedan sobre el agua, para poner una masa de huevos cubierta por un material protector blanquecino, con el diámetro de una moneda mediana. Ocasionalmente, un biólogo o excursionista observador puede percatarse de paredes rocosas o grandes rocas al lado de una corriente con amplias áreas cubiertas por las marcas de masas blanquecinas de huevos vivos, o círculos de tonalidades pardas o grisáceas de puestas anteriores. Al eclosionar los huevos, las larvas de primer estadio caen al agua, donde se desarrollan a lo largo de un año, aunque esto varía si se encuentran en aguas frías de montaña o en aguas cálidas tropicales.

Las larvas de los megalópteros pueden ser sumamente comunes en ríos relativamente cálidos de fondo rocoso, con aguas bien oxigenadas y poco contaminadas. Ahí pueden tener una densidad poblacional considerable y, por tanto, un papel ecológico importante al ser uno de los

principales depredadores de otros grupos de invertebrados que habitan los fondos de ríos y arroyos, como las larvas de otros insectos. A su vez, las larvas de megalópteros pueden medir alrededor de ocho centímetros de longitud cuando alcanzan su madurez y pueden ser preciados bocados para los peces y otros vertebrados. Es interesante que las larvas de la familia Corydalidae posean tanto branquias traqueales, para obtener oxígeno disuelto, como espiráculos que permiten el intercambio gaseoso con el aire atmosférico. Esto constituye una ventaja en época de sequía, ya que las larvas pueden sobrevivir con cierta humedad bajo substratos en el lecho de ríos secos, mientras llegan las lluvias.

Los megalópteros adultos pueden ser insectos espectaculares. Los machos del género *Corydalus* (figura 2) poseen mandíbulas modificadas a manera de colmillos, que aumentan su longitud en función del tamaño del individuo, lo cual ha llevado a taxónomos poco cuidadosos a concluir que ejemplares de distinto tamaño pero de una misma especie pertenecen a grupos diferentes. Algunas especies, como *Corydalus magnus*, llegan a tener una envergadura alar de casi 18 cm, mientras que los adultos de *Platyneuromus* (figura 3), en particular los machos, poseen expansiones de la cabeza, posteriores a los ojos, que les dan un aspecto extraño y que, al parecer, también incrementan su tamaño en función de la talla del individuo.

Origen y significado biogeográfico

El origen de los Neuropterida se remonta al Pérmico temprano, hace cerca de 290 millones de años (m.a.) y se han encontrado posibles megalópteros fósiles (Parasialidae) de hace unos 270 m.a. La fauna moderna de megalópteros, representada por las familias actuales Corydalidae y Sialidae, surgió seguramente en el Mesozoico hace unos 230 m.a. (Grimaldi y Engel, 2005).

Chiapas tiene un significado especial para el entendimiento biogeográfico y evolutivo de varios grupos taxonómicos. Por una parte, es un área depositaria de importantes yacimientos de ámbar que datan de entre el Oligoceno tardío y el Mioceno temprano, hace unos 25 m.a. (Engel, 2004). Hasta ahora no se han registrado megalópteros fósiles en el ámbar de Chiapas, aunque sí en el ámbar dominicano (Engel y Grimaldi,

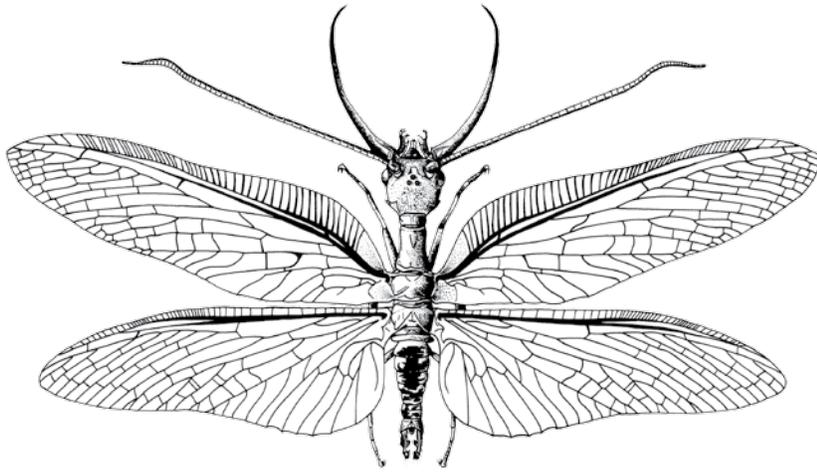


Figura 2. Adulto macho de *Corydalus* sp. (Corydalidae), vista dorsal.

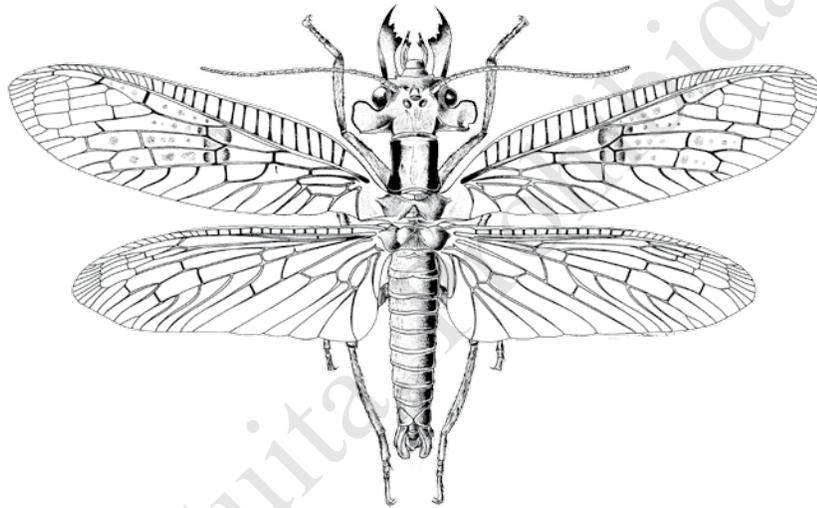


Figura 3. Adulto macho de *Platyneuromus* sp. (Corydalidae), vista dorsal.

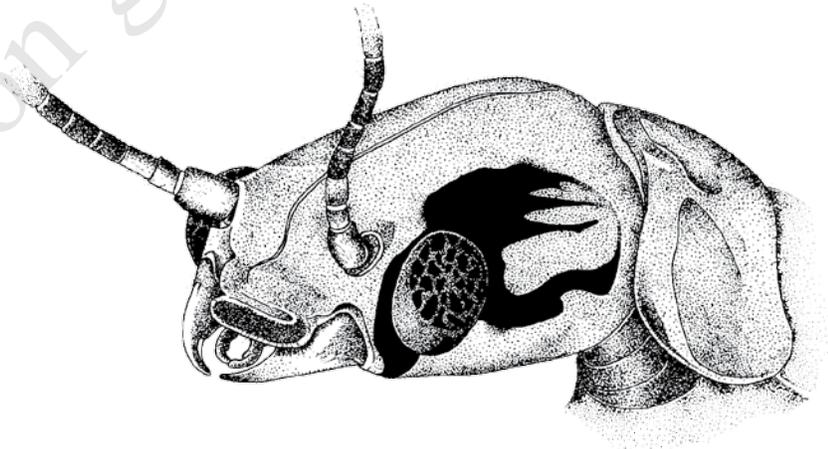


Figura 4. Adulto de *Protosialis mexicana* (Banks) (Sialidae), cabeza y protórax, vista dorso lateral.

2007), que tiene una antigüedad cercana al de Chiapas. Por otra parte, el territorio de Chiapas es significativo ya que hay indicios de que ha permanecido sobre el mar por un largo tiempo. Además, existen reconstrucciones paleogeográficas (Smith y Briden, 1977) que unen a Chiapas con América del Sur, por lo menos hasta el Jurásico tardío (hace unos 140 m.a.), cuando América del Norte y del Sur finalmente se separaron, durante el Cretácico. Este origen antiguo de una porción de la biota de Chiapas podría ser causa de relictos biogeográficos, tales como el bagre *Lacantunia enigmatica*, recientemente descrito, que parece estar emparentado con linajes africanos (Lundberg *et al.*, 2007), así como el género *Platyneuromus* (Corydalinae), presente en Chiapas y zonas adyacentes de América Central. *Platyneuromus* ha sido postulado como el grupo hermano de los otros dos géneros de Corydalinae del Nuevo Mundo (Glorioso, 1981; Contreras-Ramos, 1998), por lo cual podría representar el linaje ancestral de los Corydalinae americanos.

Diversidad y distribución

La fauna perteneciente al orden Megaloptera de Chiapas se compone de nueve especies (cuadro 1), ocho de Corydalidae (Corydalinae) y una de Sialidae, que constituyen casi 70 % de las especies registradas en México (Contreras-Ramos, 1997, 2000). En cuanto a la taxonomía de las especies, su identidad está bien establecida y no hay problema para la identificación de ejemplares adultos. La excepción solía ser *Protosialis mexicana*, con una descripción antigua (cuadro 1), pero recién se ha redescrito (Contreras-Ramos, 2008). Los estados inmaduros, en particular las larvas, que poseen importancia ecológica ya que son depredadores omnívoros que duran aproximadamente un año en dicho estado de desarrollo, no han sido diagnosticados al nivel de especie (Contreras-Ramos y Harris, 1998). No obstante, sí es posible encontrar rasgos distintivos, como lo demuestra los trabajos de Azevêdo y Hamada (2006, 2007) en especies de la Amazonia brasileña.

Por otra parte, se sabe muy poco de la historia natural de las especies que habitan en Chiapas y los registros de su distribución en el estado están altamente fragmentados y, en ocasiones, son antiguos, por lo que no se tiene certeza

de que las especies aún habiten los sitios originales de colecta.

La mayor parte de las especies registradas en Chiapas poseen una distribución amplia que se extiende a otros países, de afinidad neártica como *Corydalus texanus*, o neotropical árida como *C. luteus* y húmeda como *Chloronia mexicana*. No obstante, el estado de Chiapas puede considerarse como un área de endemismo para el género *Platyneuromus*, ya que en él se han registrado las tres especies del género, dos de ellas con una distribución restringida al estado y áreas adyacentes de América Central (*P. reflexus* se conoce sólo en Chiapas y Guatemala). Éste sería el caso de un posible relictos de afinidad gondwánica, ya que se trata del grupo hermano del resto de las especies de la subfamilia Corydalinae del Nuevo Mundo. Es decir, *Platyneuromus* es el grupo hermano de *Chloronia* y *Corydalus*, géneros de más amplia distribución que suman 52 especies descritas. El caso de *Protosialis mexicana* es similar (figura 4); se conoce de escasos registros de México (Chiapas, Distrito Federal y Veracruz) y Panamá, casi todos antiguos (Contreras-Ramos, 2008). En general, las especies de síalidos neotropicales están muy poco representadas en colecciones, lo que podría reflejar su rareza en la naturaleza.

Situación y estado de conservación

Con la información disponible es difícil emitir un dictamen concreto sobre el estado de conservación de los megalópteros de Chiapas. Es posible hacer un ejercicio con los datos de las localidades y el estado actual de dichas zonas, lo que, por supuesto, deberá considerar las fechas de colecta y comparar con la condición actual de los ríos, arroyos y la vegetación de las localidades específicas. También se puede realizar un ejercicio de predicción de ocurrencia de las especies en función de los parámetros ambientales de los sitios específicos de donde se tienen registros (Sánchez Cordero *et al.*, 2005), pero deberían someterse a prueba mediante trabajo en el campo. Aunque algunas larvas de especies de megalópteros de México, como *Corydalus luteus*, parecen resistir un grado moderado de contaminación orgánica y una cierta disminución de la concentración de oxígeno del agua, es decir, condiciones moderadas de perturbación, no se tiene información similar para el resto de las es-

Cuadro 1. Especies de Megaloptera registradas en Chiapas.

Familia / Especie	Región fisiográfica en el Estado	Referencias
Corydalidae		
<i>Chloronia mexicana</i> Stitz, 1914	Llanura Costera del Golfo	Penny y Flint, 1982
<i>Corydalus luteus</i> Hagen, 1861	Llanura Costera del Golfo, Montañas del Norte, Altos de Chiapas, Depresión Central, Sierra Madre de Chiapas	Contreras-Ramos, 1998
<i>Corydalus magnus</i> Contreras-R., 1998	Montañas del Norte, Sierra Madre de Chiapas	Contreras-Ramos, 1998
<i>Corydalus peruvianus</i> Davis, 1903	Montañas del Norte, Sierra Madre de Chiapas	Contreras-Ramos, 1998
<i>Corydalus texanus</i> Banks, 1903)	Montañas del Norte, Altos de Chiapas	Contreras-Ramos, 1998
<i>Platyneuromus honduranus</i> Navás, 1928	Montañas del Norte, Montañas del Oriente, Depresión Central	Glorioso y Flint, 1984
<i>Platyneuromus reflexus</i> Glorioso & Flint, 1984	Montañas del Norte, Montañas del Oriente	Glorioso y Flint, 1984
<i>Platyneuromus soror</i> (Hagen) 1861	Montañas del Norte	Glorioso y Flint, 1984
Sialidae		
<i>Protosialis mexicana</i> (Banks) 1901	Altos de Chiapas	Weele, 1910; Contreras-Ramos, 2008

¹Basadas en Gobierno del Estado de Chiapas, 2006.

pecies. No puede descartarse que algunas especies, como las de los géneros *Platyneuromus* o *Protosialis*, sean sensibles y requieran aguas limpias y bien oxigenadas. Se sabe que *Platyneuromus soror* prefiere arroyos limpios de montaña en Nuevo León, mientras *Corydalus luteus* puede encontrarse en arroyos moderadamente contaminados cerca de áreas urbanas a baja altitud (Contreras-Ramos, 1999).

La importancia económica de los megalópteros es casi nula, lo cual contrasta con su considerable importancia ecológica. No obstante, en algunas comunidades de México en la Huasteca Hidalguense, las larvas son cocinadas para consumo humano (Dr. M. Pino, Instituto de Biología, UNAM, com. pers.) En Estados Unidos, las larvas de *Corydalus* se utilizan con frecuencia como carnada en la pesca deportiva.

Acciones de conservación

Los megalópteros son un grupo importante ya que sus larvas pasan un tiempo considerable (cerca de un año) como parte de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (asociados a

substratos) en ríos y arroyos, donde se desempeñan como depredadores eurípagos (que tienen un amplio espectro de presas) de otros invertebrados, incluidos insectos acuáticos e, incluso, pueden llegar a ser caníbales y carroñeros. En ríos con turbulencia y altitud moderada a baja, sus poblaciones pueden ser un componente conspicuo de la comunidad. Éste es un grupo poco estudiado en México en aspectos básicos como su ciclo de vida, hábitos alimenticios, descripción taxonómica de las larvas y comportamiento de los adultos. El estado de Chiapas, que alberga 70 % de la riqueza de especies de este grupo en México, ofrece una oportunidad para el estudio y entendimiento del papel que juegan en los ecosistemas naturales.

Se recomienda documentar la distribución de las especies del grupo en el estado, como parte de trabajos de inventario de la biota de ríos y arroyos, así como el estudio de aspectos biológicos de las especies y las condiciones ecológicas de los hábitats donde se encuentran. El hecho de que en Chiapas existan especies poco recolectadas, como las de los géneros *Protosialis* y *Platyneuromus*, otorga al estudio de esta fauna en

Chiapas una oportunidad especial para aportar al conocimiento científico. El carácter de endémico que posee el género *Platyneuromus* para Chiapas y áreas adyacentes de América Central justifica la evaluación del estado de conservación de sus especies. Las larvas y adultos de este grupo, que son insectos conspicuos, podrían potencialmente servir como indicadores de la calidad ambiental de ríos y arroyos y, por qué no, convertirse en especies sombrilla para la conservación de comu-

nidades bióticas de algunos ríos de Chiapas. Es tan escaso el conocimiento científico sobre la mayoría de las especies de megalópteros, como lo es el de otros grupos de insectos, que al investigar la fauna de Chiapas podría aportarse al conocimiento de la biodiversidad global. Más importante aún, debemos comprometernos con garantizar que los megalópteros y otras especies de los ríos y bosques de Chiapas tengan un futuro, si no glorioso, sí viable y real.

Literatura citada

- Ax, P. 2000. Multicellular animals. The phylogenetic system of the Metazoa, vol. II. Springer-Verlag, Berlin. 396 pp.
- Azevêdo, C. A. S. y N. Hamada. 2006. Description of last-instar larva of *Corydalus nubilus* Ericson, 1848 (Megaloptera: Corydalidae) and notes on its bionomics. *Zootaxa* 1177: 57-68.
- Azevêdo, C. A. S. y N. Hamada. 2007. Description of the larva of *Corydalus batesii* MacLauchlan and *C. ignotus* Contreras-Ramos (Megaloptera: Corydalidae) with notes on life history and behavior. *Zootaxa* 1631: 33-45.
- Contreras-Ramos, A. 1997. Clave para la determinación de los Megaloptera (Neuropterida) de México. *Dugesiana* 4: 51-61.
- Contreras-Ramos, A. 1998. Systematics of the dobsonfly genus *Corydalus* (Megaloptera: Corydalidae). Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham. 360 pp.
- Contreras-Ramos, A. 1999. Mating behavior of *Platyneuromus* (Megaloptera: Corydalidae), with life history notes on dobsonflies from Mexico and Costa Rica. *Entomological News* 110: 125-135.
- Contreras-Ramos, A. 2000. Megaloptera, pp. 355-362. En: J. E. Llorente Bousquets, E. González Soriano y N. Papavero (Eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Contreras-Ramos, A. 2008. Notes on some Neotropical alderflies (Sialidae: Megaloptera). *Annals of the Entomological Society of America* 101: 808-814.
- Contreras-Ramos, A. y S. C. Harris. 1998. The immature stages of *Platyneuromus* (Corydalidae), with a key to the genera of larval Megaloptera of Mexico. *Journal of the North American Benthological Society* 17: 489-517.
- Cover, M. R. y V. H. Resh. 2008. Global diversity of dobsonflies, fishflies, and alderflies (Megaloptera; Insecta) and spongillafly, nevrorthids, and osmylids (Neuroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 409-417.
- Engel, M. S. 2004. Arthropods in Mexican amber, pp. 175-186. En: J. E. Llorente Bousquets, J. J. Morrone, O. Yáñez Ordóñez e I. Vargas Fernández (Eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, vol. IV. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Engel, M. S. y D. A. Grimaldi. 2007. The neuropterid fauna of Dominican and Mexican amber (Neuropterida: Megaloptera, Neuroptera). *American Museum Novitates* 3587: 1-58.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 2006. Portal de Gobierno. Mapas, medio físico, regiones fisiográficas. Disponible en: www.chiapas.gob.mx/mapas/ (consultado 4 marzo 2008).
- Glorioso, M. J. 1981. Systematics of the dobsonfly subfamily Corydalinae (Megaloptera: Corydalidae). *Systematic Entomology* 6: 253-290.
- Glorioso, M. J. y O. S. Flint, Jr. 1984. A review of the genus *Platyneuromus* (Insecta: Neuroptera: Corydalidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 97: 601-614.
- Grimaldi, D. A. y M. S. Engel. 2005. Evolution of the insects. Cambridge University Press, New York. 755 pp.
- Kristensen, N. P. 1991. Phylogeny of extant hexapods, pp. 125-140. En: CSIRO (Ed.). The insects of Australia, vol. I. Cornell University Press, Ithaca.
- Lundberg, J. G., J. P. Sullivan, R. Rodiles-Hernández y D. A. Hendrickson. 2007. Discovery of African roots for the Mesoamerican Chiapas catfish, *Lacantunia enigmatica*, requires an ancient intercontinental passage. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 39-53.

Penny, N. D. y O. S. Flint, Jr. 1982. A revision of the genus *Chloronia* (Neuroptera: Corydalidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 348: 1-27.

Sánchez Cordero, V., A. T. Peterson, E. Martínez Meyer y R. Flores. 2005. Distribución de roedores reservorios del virus causante del síndrome pulmonar por hantavirus y regiones de posible riesgo en México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 21: 79-91.

Smith, A. G. y J. C. Briden. 1977. Mesozoic and Cenozoic paleocontinental maps. Cambridge University Press, Cambridge.

Weele, H. W., van der. 1910. Megaloptera (Latreille), monographic revision. Collections Zoologiques du Baron Edm. de Selys Longchamps, fasc. v (première partie), Bruxelles. 93 pp.

Versión gratuita. Prohibida su venta.



Version original. Prohibida su venta.

MOSCAS Y MOSQUITOS (DÍPTEROS)

Sergio Ibáñez-Bernal

Introducción

El orden Diptera agrupa a los insectos comúnmente conocidos como mosquitos, jejenes, zancudos y moscas. Es uno de los grupos de mayor diversidad mundial y uno de los más importantes desde el punto de vista ecológico y económico. Sus especies tienen función importante en las redes alimentarias de los ecosistemas y, desde el punto de vista económico, algunas especies son importantes al ser plagas de vegetación cultivada y silvestre o como transmisoras de organismos patógenos a vertebrados, donde el humano no es la excepción. A pesar de su importancia, han sido poco estudiados en comparación con otros grupos y el conocimiento de la fauna de muchas regiones es sólo parcial.



Figura 1. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). Foto: cortesía del Dr. Ray Wilson, Molecular & Biochemical Parasitology, Liverpool School of Tropical Medicine, UK.

Descripción

Las moscas y mosquitos son insectos que sufren metamorfosis completa y su desarrollo consta de una etapa embrionaria (dentro de un huevo), varios estadios larvales y un estado de pupa, para entonces convertirse en adultos. Los adultos poseen el primer par de alas membranosas, mientras que el segundo par lo presentan modificado como órganos de equilibrio durante el vuelo (conocidos como balancines) y las piezas bucales están adaptadas para la ingestión de líquidos. Las larvas no tienen patas verdaderas y pueden o no tener la cabeza con placas endurecidas. Las larvas suelen encontrarse en sitios diferentes y alimentarse de otros recursos con respecto a los adultos de su misma especie, por lo que su papel en los ecosistemas es muy importante. Además, pueden ocupar ambientes acuáticos, semiacuáticos y terrestres desde húmedos hasta muy secos. Algunas especies son muy abundantes y están ampliamente distribuidas en el mundo y otras se especializan para aprovechar microambientes y alimentos muy específicos. Muchas especies se alimentan de materia orgánica en descomposición, aunque también hay bastantes especies que se alimentan de plantas y otras depredadoras, parasitoides y parásitas de animales (figura 1).

Diversidad

El orden Diptera es uno de los grupos más ricos y diversos de insectos, solamente superado por Coleoptera (escarabajos), Lepidoptera (mariposas) e Hymenoptera (hormigas, avispas y abejas), ya que se han descrito alrededor de 120 000 especies en todo el mundo, quedando clasificadas en aproximadamente 10 000 géneros pertenecientes a 188 familias (Thompson, 2006). La tasa de descripción de nuevos grupos y especies continúa siendo muy alta, sobre todo en las regiones africana, oriental y neotropical, ya que son áreas con mucha diversidad que han sido poco estudiadas en comparación con otras regiones como la neártica y paleártica. La República Mexicana se encuentra situada en la llamada Zona de Transición Mexicana, donde convergen elementos tanto de la fauna neártica como de la neotropical, formando comunidades muy ricas en especies, además de que por su topografía y clima permite la proliferación de especies endémicas.

El estudio de los dípteros en México ha sido escaso en comparación con otros países, salvo ciertas familias que históricamente representan un problema de salud pública o agronómico; es por ello que el conocimiento real del orden en cuanto a su diversidad en el territorio mexicano es incipiente, si se toma en cuenta el hecho de que México ocupa uno de los lugares preponderantes en la lista de países megadiversos. Se ha estimado que el orden Diptera pudiera estar representado en México por alrededor de 20 000 especies (Morón y Valenzuela, 1993).

Importancia

La gran mayoría de los registros de dípteros en México se ha logrado mediante estudios aislados y puntuales, aunque francamente son escasos los estudios con métodos estrictos que tomen en cuenta los ciclos anuales, salvo el caso de ciertas familias que tienen interés médico o agrícola –por ejemplo, Simuliidae (Ibáñez-Bernal y Coscarón, 1996), Culicidae (Ibáñez-Bernal *et al.*, 1996a) y Tephritidae (Hernández-Ortiz, 1996)–. Dichos estudios deben continuarse y extenderse a las otras familias en todo el territorio mexicano, ya que la importancia de los dípteros desde el punto de vista ecológico y económico es muy grande. En el sentido ecológico, los dípteros tienen importancia como polinizadores, como descomponedores de materia orgánica o como reguladores de poblaciones de otros insectos, mientras que desde el punto de vista económico lo tienen como plagas agrícolas, como posibles agentes biocontroladores de plagas o por ser plagas sanitarias o vectores de organismos patógenos causantes de enfermedades en el humano, así como en los animales domésticos y silvestres. Cabe aclarar que enfermedades tales como el dengue, la fiebre amarilla, diversas encefalitis causadas por virus que requieren insectos vectores, la malaria o paludismo, los tipos clínicos de leishmaniosis causados por dos o tres especies de protozoarios y la oncocercosis producida por una filaria, entre otras, son infecciones cuyos agentes causales son transmitidos a huéspedes susceptibles por ciertas especies de dípteros, mismas que han sido registradas o existen a la fecha en Chiapas. Nunca se ha planteado algún tipo de programa de conservación de los dípteros benéficos, pero la conservación de la vege-

tación natural y el equilibrio de las comunidades bióticas son favorables para las especies de dípteros que forman parte de ellas. Por otro lado, el uso regulado y adecuado de plaguicidas, el desarrollo de métodos de control biológico y su integración en sistemas racionales puede permitir el control de las especies problema sin afectar a las poblaciones de insectos útiles.

Distribución y situación

Por sus características topográficas, posición geográfica, clima e historia biogeográfica, Chiapas representa uno de los estados más importantes respecto a su biodiversidad en el país, pero a la vez es uno de los más vulnerables a su pérdida debido a multitud de factores, entre los que destacan la deforestación y la conversión del paisaje para el uso agrícola. De acuerdo a los análisis elaborados con las familias de Diptera mejor conocidas, Chiapas cuenta con 46.5 % de las especies de Culicidae (Ibáñez-Bernal *et al.*, 1996b), se registra 40 % de las especies de Simuliidae (Ibáñez-Bernal y Coscarón, 1996) y 27.3 % de las especies de Ceratopogonidae (Ibáñez-Bernal *et al.*, 1996a), del total de especies conocidas en el país. En el apéndice VIII.12, se presenta un resumen de la riqueza de especies de moscas y mosquitos registradas en Chiapas.

La única fuente de información sistematizada sobre las especies de dípteros de Chiapas son la serie de contribuciones al Catálogo de Dipte-

ra de Las Américas al sur de los Estados Unidos (Papavero, 1965-1985), aunque existen muchas otras aisladas donde se informa la presencia de otras especies; por ejemplo, recientemente se informó del hallazgo de la familia Ptychopteridae, que no había sido registrada al sur de los Estados Unidos de América, mediante una especie descrita originalmente de la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Hancock *et al.*, 2006).

Es claro que se requiere realizar urgentemente investigación faunística de este grupo de insectos, ya que en el registro actualizado de especies descansa toda posibilidad de reconocer el valor de cada una de las especies como integrantes de los ecosistemas y la importancia directa o indirecta que tienen desde el punto de vista económico y social.

Familias como Cecidomyiidae, Agromyzidae, Tephritidae tienen especies que deterioran plantas cultivadas o dañan frutos limitando la producción y sus posibilidades de exportación, otras como Drosophilidae han permitido el desarrollo de la genética humana y de poblaciones, los adultos de muchas especies de familias, tales como Syrphidae, son importantes polinizadores de plantas, mientras que varias especies de Culicidae, Simuliidae y Psychodidae, entre otras, son responsables de la transmisión de enfermedades que han afectado a sus pobladores a lo largo de la historia regional, con los subsecuentes costos para el mantenimiento de los programas de control entomológico y epidemiológico.

Literatura citada

- Albuquerque, D. de O. 1984. Family Scatophagidae, 96b, 1-4. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Fairchild, G. B., and J. F. Burger. 1994. A catalog of the Tabanidae (Diptera) of the Americas South of the United States. *Memoirs of the American Entomological Institute* 55: 1-249.
- Foote, R. H. 1967. Family Tephritidae, 57: 1-91. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Guimaraes, J. H. 1967. Family Gasterophilidae, 98: 1-4. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Guimaraes, J. H. 1967a. Family Cuterebridae, 105:1-11. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Guimaraes, J. H. 1967b. Family Oestridae, 106: 1-4. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

- Guimaraes, J. H. 1968. Family Hippoboscidae, 99: 1-17. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Guimaraes, J. H. 1968a. Family Nycteribiidae, 101: 1-7. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Guimaraes, J. H. 1971. Family Tachinidae, 104: 1-333. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Hancock, E. G., M. A. Marcos-García y G. Rotheray. 2006. Ptychopteridae- a family of flies (Diptera) new to the Neotropical region and description of a new species. *Zootaxa* 1351: 61-68.
- Hardy, D. E. 1966. Family Bibionidae, 18: 1-20. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Hernández-Ortiz, V. 1996. Tephritidae (Diptera). Cap. 39, pp. 603-617. En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 1. IBUNAM-CONABIO, México.
- Huerta, H. 1996. Los ceratopogonidos colectados por Alfonso Dampf en Chiapas, México (Diptera: Ceratopogonidae). Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 199 pp.
- Ibáñez-Bernal, S. 2000. Los Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. Tesis Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 291 pp.
- Ibáñez-Bernal, S. y S. Coscarón, 1996. Simuliidae. Cap. 37, pp. 579-589. En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 1. IBUNAM-CONABIO, México.
- Ibáñez-Bernal, S., W. W. Wirth y H. Huerta, 1996a. Ceratopogonidae. Cap. 36, pp. 567-577. En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 1. IBUNAM-CONABIO, México.
- Ibáñez-Bernal, S., D. Strickman y C. Martínez-Campos. 1996b. Culicidae. Cap. 38, pp. 591- 602. En: Llorente-Bousquets, J., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). 1996. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 1. IBUNAM-CONABIO, México.
- Ibáñez-Bernal, S., G. Rodríguez-Domínguez, C. H. Gómez-Hernández y J. R. Ricardez-Esquinca. 2004. First record of *Lutzomyia evansi* (Nuñez-Tovar, 1924) in Mexico (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro)* 99 (2): 127-129.
- Ibáñez-Bernal, S., V. Hernández-Ortiz y L. Miranda Martín del Campo. 2004. Dolichopodidae (Diptera), Cap. 41, pp. 759-765. En: Llorente-Bousquets, J. E., J. J. Morrone, O. Yáñez-Ordóñez y I. Vargas Fernández (Eds.). 2004. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. 4. IBUNAM-CONABIO, México.
- James, M. T. 1968. Family Rhagionidae, 29: 1-12. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- James, M. T. 1970. Family Calliphoridae, 102: 1-28. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Knutson, L., G. C. Steyskal, J. Zuska y J. Abercrombie. 1976. Family Sciomyzidae, 64: 1-24. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Martin, C. H. 1968. Family Leptogastridae, 35a: 1- 11. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Martin, C. H. 1970. Family Asilidae, 35b: 1- 139. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Morón, M. A. y J. Valenzuela. 1993. Estimación de la biodiversidad de insectos en México: análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44: 303-312.
- Painter, R. H., E. M. Painter y J. Hall. 1978. Family Bombyliidae 38: 1-92. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Papavero, N. 1967. Family Panthophthalmidae, 30: 1-8. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Papavero, N. 1968. Family Myididae, 34: 1-20. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

- Papavero, N. 1968a. Family Nemestrinidae, 36: 1-12. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Papavero, N. 1971. Family Conopidae, 47: 1-28. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Pont, A. 1972. Family Muscidae, 97: 1-111. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Pont, A. C. 1974. Family Anthomyiidae, 96a, 1- 21. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Ramírez-García, E. y V. Hernández-Ortiz. 1994. Revisión de la familia Ropalomeridae (Diptera) en México. *Acta Zoológica Mexicana* 61: 57-85.
- Richards, O. W. 1967. Family Sphaeroceridae 72: 1-28. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Sabrosky, C. W. 1973. Family Milichiidae, 75: 1-12. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Sabrosky, C. W. 1984. Family Chloropidae, 81: 1-63. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Smith, K. G. V. 1967. Family Empididae, 39: 1-67. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Souza Lopes, H. 1969. Family Sarcophagidae, 103: 1-88. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Spencer, K. A. 1967. Family Agromyzidae, 83: 1-23. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1967. Family Tanypezidae, 52: 1-4. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1968. Family Micropezidae, 48: 1-33. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1968a. Family Neriidae, 49: 1-7. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1968b. Family Richardiidae, 53: 1-26. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1968c. Family Otitidae, 54: 1-31. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Steyskal, G. C. 1968d. Family Platystomatidae, 55: 1-4. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Stone, A. 1966. Family Chaoboridae, 11: 1-8. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Thompson, F. C. (editor). 2006. Biosystematic Database of World Diptera, Version 7.5. Disponible en: <http://www.diptera.org/biosys.htm> (consultado el 18 de septiembre del 2007).
- Thompson, F. C., J. R. Vockeroth y Y. S. Sedman. 1976. Family Syrphidae 46: 1-195. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Wenzel, R. L. 1970. Family Streblidae, 100: 1-25. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Wheeler, M. R. 1970. Family Drosophilidae, 79: 1-65. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Wirth, W. W. 1968. Family Ephydriidae, 77: 1-43. En: Papavero, N. (Ed.) 1965-1985. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Brasil.

Version original. Prohibida su venta.



Resumen vertebrados

Laura Rubio Delgado

En esta sección se presenta una evaluación del estado del conocimiento de la diversidad de vertebrados del estado, incluyendo aspectos de la riqueza y distribución de especies, las tendencias de cambio en las comunidades y sus hábitats, su problemática y necesidades de conservación e investigación. Además, se incluyen estudios de caso de grupos específicos, así como de la problemática de conservación de los vertebrados en la entidad.

La diversidad de peces continentales de Chiapas es una mezcla de linajes originados en Norte y Sudamérica, pero con mayor influencia de ésta última. Dentro del área continental del estado se han registrado un total de 262 especies, que representan a dos órdenes con dos familias de elasmobranquios (tiburones y rayas) y 21 órdenes con 57 familias de peces óseos; nueve especies son endémicas o exclusivas a las cuencas hidrológicas del estado y diez son exóticas. Las familias con la mayor riqueza de especies fueron Cichlidae (39), Poeciliidae (27), Carangidae (17), Sciaenidae (17) y Ariidae (13); estas cinco familias representan 43 % de las especies registradas para el estado.

A pesar de que se ha logrado avanzar en el conocimiento de la ictiofauna continental de Chiapas, es necesario continuar con los estudios de descripción, clasificación y distribución de peces en regiones específicas. Adicionalmente, es necesario continuar los estudios de sistemática y taxonomía, principalmente con Silúridos, Profundulidae, Cichlidae y Poeciliidae, de tal forma que con el uso de los métodos y conceptos de la taxonomía filogenética se diluciden las implicaciones biogeográficas y el origen de la ictiofauna regional.

La riqueza de anfibios registrada en Chiapas es de 109 especies, correspondientes a tres órdenes, 12 familias y 35 géneros, lo que representa 29 % de la riqueza registrada para el país. Por otro lado, 15 especies de anfibios están catalogadas en peligro crítico, 19 en peligro y 16 vulnerables por la IUCN. La NOM-059-SEMARNAT-2010 considera a *Ixalotriton niger* en peligro de extinción, cinco especies más como amenazadas y 38 bajo protección especial. Los hábitats más ricos en especies de anfibios son el bosque mesófilo y la selva alta. La mayoría se distribuye por debajo de los 1 800 msnm, estas zonas corresponden a tierras altas caracterizadas por presentar especies endémicas. Asimismo, existen hábitats que no han sido explorados, como el caso de las cuevas y cavernas. Desde el punto de vista taxonómico, en este estudio se recomienda enfocar los esfuerzos al estudio de grupos poco conocidos, como es el caso de las salamandras.

La diversidad de la avifauna en Chiapas incluye un total de 21 órdenes, 78 familias y 694 especies (con 13 subespecies). Adicional a la lista taxonómica, 38 especies pueden ser consideradas con probable ocurrencia en el estado, por lo cual el total de especies de aves podría incrementarse a 732 si su presencia se confirma. En este total se incluyen 216 especies migratorias latitudinales; la mayoría son alta (63) o medianamente (354) sensibles a las perturbaciones o cambios ambientales.

Doce especies que se distribuyen en Chiapas son endémicas del país (cinco son endémicas del estado) y 204 están incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) con diferentes categorías de protección.

Cinco órdenes fueron los que presentaron mayor número de especies en alguna categoría de riesgo en el estado (Psittaciformes, Falconiformes, Strigiformes, Apodiformes y Passeriformes). Las familias que se encuentran en esta situación son las que incluyen a tinamúes (Tinamidae), cigüeñas (Ciconiidae), chachalacas y pavas (Cracidae), codornices (Odontophoridae), momotos (Motacidae), aves hormigueras (Thamnophilidae) y túrdidos (Turdidae).

En cuanto a mamíferos terrestres, Chiapas es el estado más diverso con 206 especies, 119 géneros, 29 familias y 11 órdenes, lo que representa 42.7 % de la riqueza nacional de mamíferos terrestres. Siete de estas especies son endémicas del estado. Los grupos mejor representados son los quirópteros (106 especies), los roedores (50 especies) y los carnívoros (19 especies). Es evidente que la riqueza de especies de mamíferos no se distribuye de manera homogénea en todo el territorio estatal. Las áreas con mayor diversidad aún conservan grandes extensiones de bosques húmedos en condiciones de topografía compleja en tierras bajas de la Sierra Madre, las Cañadas de la Selva Lacandona y las Montañas del Norte. Los patrones de distribución obedecen a la historia evolutiva de las especies, su biomasa corporal, sus hábitos alimentarios y conductuales, sus requerimientos de hábitat y los efectos de la actividad humana, entre otros factores. Estos patrones de distribución son sumamente variables no solamente entre órdenes, familias y géneros, sino también dentro de cada una de dichas categorías taxonómicas. Chiapas cuenta con 68 especies consideradas en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que la UICN y el CITES incorporan en sus listados a 41 y 23 especies de mamíferos presentes en la entidad, respectivamente.

En esta sección también se presenta un panorama general de los registros de vertebrados fósiles encontrados en Chiapas. Hasta el momento, se han reportado dos especies de rayas, 19 de tiburones, 14 especies de peces óseos, una especie de anfibio, 16 especies de reptiles, una especie de ave y 16 especies de mamíferos. El conocimiento paleobiológico del estado abarca edades del Jurásico (hace 200 millones de años) hasta el Pleistoceno tardío (30 000-12 000 años atrás). Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado, aún faltan trabajos de campo y taxonómicos en torno al estudio de la diversidad biológica histórica del estado a través de sus registros.



REGISTRO DE VERTEBRADOS FÓSILES

Gerardo Carbot-Chanona y Ernesto Ovalles-Damián

Introducción

Se denominan vertebrados a todos aquellos animales que poseen columna vertebral; se incluyen las rayas y tiburones, peces óseos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Benton, 2005). La historia de este grupo se remonta a más de 540 m.a. atrás (Kardong, 1999), pero es apenas en los últimos 20 años que nuestro conocimiento sobre los vertebrados fósiles ha avanzado notablemente (Carroll, 1988).

El estudio de los vertebrados fósiles es una herramienta esencial para las ciencias biológicas, pues constituye una importante fuente de información que sirve para conocer su distribución en el pasado, inferir ambientes prehistóricos, reconstruir la historia evolutiva de los vertebrados extintos y vivientes, y proporciona información morfológica de grupos ya desaparecidos (Romer, 1966). Además, aporta datos que nos ayudan a entender de qué manera los cambios ambientales y climáticos afectan a la biota de una región, llevándolos en la mayoría de los casos a la extinción.

En Chiapas, los registros de vertebrados fósiles se remontan al siglo XIX, cuando le fueron llevados "huesos de gigantes" a un fraile de Chiapa de Corzo en 1849 (Bezares, 1994). Posteriormente, Cope (1872) describió un pez proveniente de las cercanías de Tuxtla Gutiérrez, con una edad probable de 100 m.a. de antigüedad; durante muchos años, este ejemplar fue el único en su tipo encontrado en el estado. A principios y mediados del siglo XX, los trabajos formales con este grupo en Chiapas aumentaron, lo que dio como resultado nuevos registros de vertebrados fósiles (Böese, 1905; Osborne, 1936; Palacios-Aguilera, 1950; Aviña, 1969).

En los últimos años, gracias al trabajo realizado principalmente por personal del Museo de Paleontología del Instituto de Historia Natural, con apoyo de los proyectos "Rescate del patrimonio paleontológico de Chiapas" y "Reconstrucción paleoambiental del Pleistoceno Superior de Chiapas", el registro de vertebrados fósiles se ha ampliado considerablemente. A continuación se presenta un panorama general y actualizado de los registros de vertebrados fósiles en Chiapas, los cuales se presentan por grupos, yendo de los más primitivos (rayas y tiburones) hasta los más modernos (mamíferos).

Tiburones y rayas

Es el grupo de vertebrados fósiles con más registros hasta el momento en el estado, teniendo representadas 22 especies, incluidas en 11 familias y seis órdenes (cuadro 1).

El primero en hacer mención sobre este grupo fue Mullerried (1951). Años más tarde, Kruckow (1958) reportó al tiburón gigante *Carcharodon megalodon* proveniente de una localidad incierta en el municipio de Ocosingo. Posteriormente, Kruckow y Thies (1990) reportaron al tiburón de arena *Eugomphodus macrotus* y al tiburón gigante *Procarcharodon megalodon* (también conocido como *Carcharodon megalodon*) para el Mioceno Medio (15 m.a. atrás) de Chiapas, aunque no mencionan la localidad exacta.

En los alrededores de El Jobo y Copoya, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, fueron encontrados dientes de tiburones y rayas que corresponden a las especies *Nebrius* sp. (tiburón gato nodriza), *Strilatolamia macrota*, *Carcharias* sp. (tiburón nodriza gris), *Odontaspis* sp. (tiburón solrayo), *Isurus praecursor* (mako), *Carcharodon auriculatus* (jaquetón), *Hemipristis* sp. (tiburón comadreja), *Galeocerdo* sp. (tiburón tigre), *Hemipristis curvatus* (tiburón de dientes nudosos), *Pristis lathania* (pez sierra), *Myliobatis* sp. (raya águila) y *Rhinoptera* sp. (raya gavilán) (Ferrusquía-Villafranca et al. 1999, 2000, González-Barba et al., 2004), en rocas de 40 m.a. de antigüedad (Eoceno Medio). Estas especies fueron encontradas junto con fósiles de foraminíferos, corales, caracoles y cangrejos, lo que sugiere que habitaron cerca de un arrecife de coral. De hecho, muchas de las especies encontradas en El Jobo y Copoya aún tienen parientes vivos que residen en ese mismo hábitat. Los tiburones *Isurus praecursor*, *Galeocerdo* sp., *Carcharias* sp. y *Carcharodon auriculatus* debieron ser cazadores activos, mientras que las rayas *Myliobatis* y *Rhinoptera* se alimentaban de los caracoles y cangrejos que deambulaban por el fondo marino. El tiburón *Strilatolamia macrota* no tiene parientes vivos en la actualidad y su paleobiología sólo puede ser inferida al compararla con la de las especies asociadas.

Otodus obliquus es un tiburón descrito con base en un diente (figura 1) proveniente de la colonia 20 de Noviembre, municipio de Acala (González-Barba et al., 2004). Este diente se encontró en sedimentos con una edad del Eoce-

no Medio (40 m.a.); sin embargo, estudios posteriores sugieren que la edad corresponde al Eoceno Inferior, es decir que tienen 50 m.a. de antigüedad (Vega et al., 2008). *O. obliquus* es una especie extinta que probablemente se alimentaba de los peces de su época. Además de Chiapas, se han encontrado sus restos en Estados Unidos, Europa, Asia y África.

Carcharocles angustidens es un tiburón reportado por González-Barba et al. (2002) proveniente de sedimentos de edad miocénica temprana (hace 23 m.a.), que afloran en la localidad Los Pocitos, en el municipio de Simojovel. Esta especie es muy cercana al actual tiburón blanco, por lo que es muy probable que su biología fuera muy similar.

En sedimentos de la Formación Ocozocoautla, de edad Cretácico Superior (68 m.a. atrás), en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa, se han recuperado dientes aislados de tiburones que corresponden a las especies *Squalicorax pristodontus*, *Squalicorax kaupi* (tiburones cuervo), *Carcharias* sp., *Cretoxyrhina mantelli* y *Serratolamna serrata* (González-Barba et al., 2001).

Es importante indicar que las especies de rayas y tiburones encontradas en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa, Acala y Simojovel de Allende, que corresponden a tres edades diferentes (Cretácico Superior, Eoceno Inferior y Mioceno Inferior, respectivamente) tienen gran similitud con las reportadas en Estados Unidos,



Figura 1. Diente del tiburón *Otodus obliquus*, encontrado en rocas del Eoceno Inferior, en la colonia 20 de Noviembre, municipio de Acala, Chiapas. Foto: Gerardo Carbot-Chanona.

Cuadro 1. Especies de rayas y tiburones fósiles reportadas para Chiapas. CS, Cretácico Superior; EI, Eoceno Inferior; EM, Eoceno Medio; MI, Mioceno Inferior; MM, Mioceno Medio (*).

Taxón	CS	EI	EM	MI	MM	Localidad	Fuente
Chondrichthyes							
Orden Myliobatiformes							
Familia Myliobatidae							
<i>Myliobatis</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	González-Barba <i>et al.</i> , 2004
<i>Aetobatus</i> sp.						20 de Noviembre, Acala	Coutiño-José <i>et al.</i> , 2009
Familia Rhinopteridae							
<i>Rhinoptera</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	González-Barba <i>et al.</i> , 2004
Orden Pristiformes							
Familia Pristidae							
<i>Pristis</i> sp. aff. <i>P. lathania</i>			X			Tuxtla Gutiérrez	González-Barba <i>et al.</i> , 2004
Orden Orectolobiformes							
Familia Ginglymostomatidae							
<i>Nebryus</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
Orden Odontaspida							
Familia Cretoxyrhinidae							
<i>Cretoxyrhina mantelli</i>	X					Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001.
<i>Serratolamna serrata</i>	X					Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001
Orden Lamniformes							
Familia Odontaspidae						Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001
<i>Carcharias</i> sp.1	X					Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001
<i>Carcharias</i> sp.2			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
<i>Odontaspis?</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
<i>Eugomphodus macrotus</i>					X	Chiapas	Kruckow y Thies, 1990
Familia Otodontidae							
<i>Charcharocles angustidens</i>				X		Simojovel	González-Barba <i>et al.</i> , 2002
<i>Otodus obliquus</i>		X				20 de Noviembre, Acala	González-Barba <i>et al.</i> , 2004
Familia Anacoracidae							
<i>Squalicorax pristodontus</i>	X					Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001
<i>Squalicorax kaupi</i>	X					Ocozocoautla	González-Barba <i>et al.</i> , 2001
Familia Lamnidae							
<i>Isurus</i> cf. <i>I. precursor</i>			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
<i>Carcharodon megalodon</i>					X	Ocosingo	Kruckow 1958
<i>Carcharodon auriculatus</i>			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
<i>Procarcharodon megalodon</i> * (= <i>Carcharodon megalodon</i>)				X		Chiapas	Kruckow y Thies, 1990
Orden Carcharhiniformes							
Familia Hemigaleidae							
<i>Hemipristis curvatus</i>			X			Tuxtla Gutiérrez	González-Barba <i>et al.</i> , 2004
<i>Hemipristis</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999
Familia Charcharhinidae							
<i>Galeocerdo</i> sp.			X			Tuxtla Gutiérrez	Ferrusquía-Villafranca <i>et al.</i> , 1999

el Caribe y Europa, lo que indica que Chiapas formaba parte de la costa del Tethys, un mar que existió en la antigüedad y se ubicaba entre los megacontinentes Gondwana y Laurasia.

Peces óseos

A la fecha se han identificado un total de 15 especies y morfoespecies agrupadas en nueve familias ocho órdenes, las cuales provienen principalmente de localidades del Cretácico Inferior (entre 125 y 100 m.a. atrás) localizadas en los municipios de Ocozocoautla de Espinosa, San Cristóbal de las Casas y Palenque, y del Cretácico Superior de la Formación Ocozocoutla (68 m.a. atrás) (cuadro 2).

Pymnetes longiventer (figura 2) es el primer vertebrado fósil reportado formalmente para Chiapas, del cual sólo se conoce un ejemplar que fue rescatado de una localidad incierta cercana a Tuxtla Gutiérrez (Cope, 1872); aunque, por el tipo de roca en el que está preservado, es posible que provenga de El Espinal, una cantera ubicada en las cercanías del poblado Espinal de Morelos, en Ocozocoautla de Espinosa. *Macrosemius founeti* (ahora determinado como *Macrosemiocotzus* sp.) es un pez proveniente de la localidad El Espinal y representa el segundo pez del grupo de los macro-

semidos de agua dulce encontrado en el mundo (González-Rodríguez *et al.*, 2002); esta especie también es conocida para el Jurásico de Europa (Alvarado-Ortega *et al.*, 2006). De la misma localidad provienen los peces *Triplomystus applegatei* y *Paraclupea* sp., del grupo de los clupeomorfos (que incluye las actuales anchoas, arenques y sábalos) que representan especies nuevas para el mundo y que tienen relación con especies encontradas en Brasil, China y Medio Oriente (Ovalles-Damián y Alvarado-Ortega, 2002; Ovalles-Damián, 2004; Ovalles-Damián *et al.*, 2004, Alvarado-Ortega y Ovalles-Damián, 2008). Otros peces que provienen de El Espinal son un picnodonte (grupo de peces de hábitos arrecifales muy bien representado en el registro fósil de México) (Applegate *et al.*, 2004) y una forma muy parecida a *Yabrudichthys* (Alvarado-Ortega *et al.*, 2006), un pez depredador pariente lejano de los salmones.

La localidad El Chango, también ubicada en el municipio de Ocozocoutla, es una localidad fosilífera recién descubierta con un alto potencial paleontológico. En esta localidad se han descubierto un sinnúmero de peces fósiles, de los cuales, la mayoría aún está en proceso de estudio. Sin embargo, los trabajos recientes realizados por Ovalles-Damián *et al.* (2006) y Alvarado-Ortega *et al.* (2009) han identificado varias espe-



Figura 2. *Pymnetes longiventer*, el primer vertebrado fósil encontrado en Chiapas, descrito por Edward D. Cope en 1842. Foto: Gerardo Carbot-Chanona.

Cuadro 2. Especies de peces óseos fósiles reportadas para Chiapas. CI, Cretácico Inferior; CS, Cretácico Superior.

Taxón	CI	CS	Localidad	Fuente
Osteichthyes				
Orden Pycnodontiformes				
Familia Pycnodontidae				
<i>Pycnodus</i> sp.			Palenque	Mullerried, 1951
Gen y sp. indet.	X		El Espinal, Ocozocoautla	Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2009
Orden Macrosemiiformes				
Familia Macrosemiidae				
<i>Macrosemius founeti</i> (= <i>Macrosemiocotzus</i> sp.)	X		El Espinal, Ocozocoautla	González-Rodríguez, 2002
Orden Ichthyodectiformes				
<i>Primnetes longiventer</i>	X		El Espinal, Ocozocoautla?	Cope, 1972
Gen y sp. indet.	X		El Chango, Ocozocoautla	Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2009
Orden Ellimmichthyiformes				
Familia Paraclupeidae				
<i>Triplomystus applegatei</i>			El Espinal, Ocozocoautla	Alvarado-Ortega y Ovalles-Damián, 2008
<i>Paraclupea</i> sp.			El Espinal, Ocozocoautla	Ovalles-Damián y Alvarado-Ortega, 2002
Orden Alepisauriformes				
Familia Enchodontidae				
<i>Enchodus</i> sp.	X		El Chango, Ocozocoautla	Ovalles-Damián <i>et al.</i> , 2006; Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2009
cf. <i>Enchodus</i> sp.		X	Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Carbot-Chanona, com. pers. y Than-Marchese, datos no publ.
Familia Eurypholidae				
<i>Saurorhamphus</i> sp.	X		El Chango, Ocozocoautla	Ovalles-Damián <i>et al.</i> , 2006; Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2009
Orden Crossognathiformes				
Familia Pachyrhizodontidae				
<i>Pachyrhizodus</i> sp.			Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Than-Marchese <i>et al.</i> , 2011
Orden Gonorhynchiformes				
Familia Gonorhynchidae				
Gen y sp. indet.	X		El Chango, Ocozocoautla	Ovalles-Damián <i>et al.</i> , 2006; Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2009
Orden Salmoniformes				
Familia Salmonidae				
aff. <i>Yabrudichthy</i>	X		El Espinal, Ocozocoautla	Alvarado-Ortega <i>et al.</i> , 2006
<i>Incertae sedis</i>				
Gen y sp. indet.	X		Cerro El Venado, San Cristóbal de las Casas	Ovalles-Damián, datos no publ.
Gen y sp. indet.		X	Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Carbot-Chanona, com. pers.

cies, entre las que se cuentan *Enchodus* sp., género muy difundido en el mundo durante el Cretácico (Silva, 2007); *Saurorhamphus* sp., un género que sólo había sido descrito para el Cretácico Superior del Medio Oriente (por lo que los registros en Chiapas amplían su rango de distribución y temporal) y una forma aún no descrita perteneciente a la familia Gonorynchidae.

Otros registros provienen de la Formación Ocozocoutla y consisten principalmente en dientes aislados, muy similares en forma a los del género *Enchodus*, así como dientes probablemente pertenecientes a picnodontiformes o formas similares, y *Pycnodus* sp., un picnodonte proveniente de una localidad incierta en las cercanías de Palenque (Mullerried, 1951).

Anfibios

Solamente se ha reportado un anfibio fósil para Chiapas (cuadro 3) y proviene de sedimentos depositados durante el Mioceno temprano (23 millones de años atrás) que afloran en el municipio de Simojovel. El ejemplar no mide más de siete mm y fue encontrado dentro de una pieza de ámbar, lo que permitió su excelente conservación (figura 3). Su estudio preliminar permitió asignarlo al género *Craugastor*, y es similar a las encontradas en el ámbar de República Dominicana (Carbot-Chanona *et al.*, 2006), lo que sugiere que estos dos países tuvieron una estrecha relación hace millones de años, hipótesis que también



Figura 3. *Craugastor* sp., una rana fósil incluida en ámbar de Chiapas, que tiene un estrecho parentesco con las ranas incluidas en el ámbar de República Dominicana. Foto: Gerardo Carbot-Chanona.

ha sido planteada por otros autores con base en las arañas e insectos fósiles encontrados en el ámbar de estas dos regiones (García-Villafuerte, 2006a, b; Solórzano, 2006).

Aves

La única evidencia de un ave fósil consiste en una pequeña pluma encerrada en una pieza de ámbar proveniente de las minas de Simojovel, la cual no ha sido posible ubicar en ningún grupo específico (Carbot-Chanona y Milani, 2008).

Reptiles

El grupo de los reptiles tiene pocos registros fósiles en Chiapas, los cuales además han sido pobremente estudiados. En total se tienen 16 especies y morfoespecies incluidas en cuatro órdenes (cuadro 3).

El primer reporte de un reptil fósil en Chiapas fue hecho por Mullerried (1943), quien mencionó el hallazgo de una tortuga fósil proveniente de la Mesa de Copoya, en Tuxtla Gutiérrez, de la cual se desconoce su paradero actual. Posteriormente, de la Formación Ocozocoutla se han rescatado cuatro ejemplares de tortugas representadas principalmente por fragmentos aislados del caparacho dorsal y ventral. En la misma formación se han encontrado restos de cocodrilos, uno de ellos en buen estado de conservación y que, al parecer, representa un género y una especie nueva para la ciencia (figura 4). El segundo ejemplar está pobremente conservado, sin embargo, los estudios preliminares muestran que se trata de un organismo de más de ocho metros de longitud, lo que lo ubica entre los cocodrilos fósiles más grandes hasta ahora descubiertos.

En el ámbar de Simojovel se encontraron conservados dos ejemplares de lagartijas del género *Anolis* (Carbot-Chanona y Milani, 2008). También se tienen restos de lagartijas provenientes de sedimentos del Pleistoceno tardío de Villa Corzo, que tienen una antigüedad de 30 000 a 12 000 años (Carbot-Chanona *et al.*, 2008).

En el municipio de Ocosingo, cerca de Ixcán, afloran rocas del Mioceno tardío (5 m.a. atrás) de donde se han rescatado restos de tortugas de la familia Trionychidae y algunas vértebras y dientes asignados al género *Crocodylus* (Carbot-Chanona, 2008), en asocia-

ción con fósiles de invertebrados de afinidad marina y restos de mega mamíferos.

Mamíferos

Hasta el momento, se han registrado 18 especies de mamíferos fósiles en Chiapas, incluidas en 14 familias y seis órdenes (cuadro 4). De las 14 familias, nueve no están presentes actualmente en Chiapas y cinco están extintas a nivel mundial (pero el resto aún subsiste en África, Asia y algunas zonas de Estados Unidos, Canadá y el norte de México). El primer reporte formal de mamíferos fósiles en Chiapas fue hecho por Sapper (1894), quien mencionó la existencia de mastodontes en la entidad. Actualmente, se sabe que en los municipios de Villa Corzo y Chiapa de Corzo vivieron mastodontes del género *Cuvieronius* (Böese, 1905; Carbot-Chanona y Montellano-Ballesteros, 2002) (figura 5).

En los municipios de Villaflores y Villa Corzo, durante el Pleistoceno tardío (30 000 a 12 000 años atrás), habitaron el mastodonte *Cuvieronius tropicus*, el mamut *Mammuthus columbi*, el perezoso gigante *Eremotherium laurillardi* y el gliptodonte *Glyptotherium* sp. *floridanum* (Palacios-Aguilera, 1950; Carbot-Chanona et al., 2004; Gómez-Pérez y Carbot-Chanona, 2011). Otros hallazgos realizados en esos municipios comprenden restos de los ratones *Sigmodon* cf. *S. hispidus* y *Reithrodontomys*, del caballo *Equus conversidens*, del venado colablanca *Odocoileus* cf. *O. virginianus*, del antilocáprido *Stockoceros*, del bisonte *Bison* sp. y del león *Panthera leo atrox* (Carbot-Chanona et al., 2004; Carbot-Chanona y Vázquez-Bautista, 2006; Montellano-Ballesteros y Carbot-Chanona, 2009, 2010; Carbot-Chanona et al., 2008); siendo este último previamente reportado para el Pleistoceno de Villa Corzo por Aviña (1969) bajo el nombre de *Felis atrox*.

Los demás mamíferos reportados para el estado provienen de localidades en Simojovel de 23 m.a. de antigüedad (Mioceno temprano) y de localidades de entre 15 y 5 m.a. (Mioceno tardío), de los municipios de Ixtapa y Ocosingo.

En Simojovel se han registrado dos artiodáctilos primitivos. Uno es *Paratoceras tedfordi*, un antiguo pariente de los camellos que fue descrito por Webb et al. (2003) basándose en parte del cráneo de un ejemplar hembra y que hasta el momento es el registro más antiguo del género en América. El otro ejemplar fue descrito por Ferrus-



Figura 4. Cráneo en vista dorsal de un cocodrilo fósil encontrado en la Formación Ocozocoautla, que probablemente represente un género y una especie nueva para la ciencia. Foto: Gerardo Carbot-Chanona.



Figura 5. Mandíbula de un mastodonte adulto-joven del género *Cuvieronius*, encontrada en Chiapa de Corzo, Chiapas. Foto: Gerardo Carbot-Chanona.

quía-Villafranca (2006) a partir de un fragmento de la mandíbula rescatado de las minas ambaríferas Los Pocitos, y lo nombró *Simojovelhyus pocitosense*. Los estudios realizados a este organismo indican que es un pariente cercano de los actuales tayasuidos (pecarís). Para Ixtapa se tienen registros en rocas de 15 m.a. de antigüedad de un caballo primitivo muy parecido a *Cormohipparion*, del rinoceronte perteneciente al género cf. *Teleoceras* y del mastodonte del género *Gomphotherium* (Ferrusquía-Villafranca, 1990). En Ocosingo se han encontrado restos del rinoceronte *Teleoceras* cf. *T. hicksi*, además de molares aislados de caballos y mastodontes que aun no han sido determinados en rocas de 5 m.a. de antigüedad (Carbot-Chanona, 2011).

Conclusiones

A pesar de que los trabajos paleontológicos en Chiapas comenzaron formalmente en 1941, bajo la batuta del profesor Eliseo Palacios Aguilera, el estudio de los vertebrados fósiles es aún muy pobre, principalmente por la falta de proyectos de investigación enfocados a esta área y por la escasez de investigadores locales interesados en el tema. Es claro pues que, debido a estas circunstancias, hay un rezago considerable en cuanto al conocimiento de varios grupos taxonómicos, principalmente las aves, los anfibios y los reptiles.

El conocimiento que se tiene actualmente acerca de los tiburones y las rayas fósiles ha sido generado principalmente por investigadores pro-

venientes de instituciones y universidades fuera del estado. Contrariamente, el estudio de los peces óseos y los mamíferos ha sido cubierto principalmente por investigadores locales. La información obtenida al estudiar estos taxones indican que durante el Cretácico y Terciario parte de Chiapas estaba bajo las aguas de un mar somero. En este ambiente se desarrollaron una gran cantidad de especies de tiburones y rayas que tienen relación con las especies fósiles de Estados Unidos, el Caribe, Europa Occidental y África noroccidental. Hacia finales del Terciario y principios del Cuaternario la mayor parte del estado era tierra firme cubierta por llanuras y bosques, en la cual, especies inmigrantes provenientes de Europa y Asia encontraron condiciones favorables para su desarrollo, tal es el caso de los mastodontes gonfotéridos y rinocerontes. Ya al final del Cuaternario, durante la última parte del Pleistoceno, las condiciones glaciares que afectaron todo el hemisferio norte del planeta propiciaron la aparición de extensas llanuras de pastizal que estuvieron pobladas por animales pacedores, como los mamuts, bisontes, megaterios y gliptodontes.

Con el estudio de las especies de vertebrados fósiles encontrados en la entidad se han podido inferir los ambientes antiguos y, más importante aún, entender cómo los cambios climáticos drásticos y otros factores naturales influyen en la biota de una región, lo que nos ayudará a planear mejores estrategias de conservación en un futuro venidero.

Cuadro 3. Especies de anfibios, reptiles y aves fósiles reportadas para Chiapas. J, Jurásico; CS, Cretácico Superior; EI, Eoceno Inferior; EM, Eoceno Medio; MI, Mioceno Inferior; MS, Mioceno Superior; P, Pleistoceno.

Taxón	J	CS	EI	EM	MI	MS	P	Localidad	Fuente
Amphibia									
Orden Anura									
Familia Brachycephalidae									
<i>Craugastor</i> sp.					X			Simojovel	Carbot-Chanona et al., 2006
Reptilia									
Orden Chelonia									
Familia Indeterminada									
Gen. y sp. indet.		X						Fm, Ocozocouatla, Ocozocouatla	Coutiño-José y Carbot-Chanona, 2000

Cuadro 3. Continuación.

Taxón	J	CS	EI	EM	MI	MS	P	Localidad	Fuente
Gen. y sp. indet.		X						Fm, Ocozocoautla, Ocozocoautla	Coutiño-José y Carbot-Chanona, 2000
Gen. y sp. Indet.		X						Fm, Ocozocoautla, Ocozocoautla	Coutiño-José y Carbot-Chanona, 2000
Gen. y sp. Indet.				X				Mesa de Copoya, Tuxtla Gutiérrez	Mullerried, 1951
Familia Trionichydae									
Gen. y sp. indet..							X	Puente Ixcán, Ocosingo	Carbot-Chanona, 2008
Familia Kinosternidae									
<i>Kinosternon scorioides</i>							X	La Simpatia, Villa Corzo	Luna-Espinosa y Carbot-Chanona et al., 2008
cf. <i>Staurotypos</i> sp.								La Simpatia, Villa Corzo	Luna-Espinosa y Carbot-Chanona et al., 2008
Familia Emydidae									
<i>Trachemys scripta</i>							X		Carbot-Chanona et al., 2008
Orden Squamata									
Suborden Serpentes									
Familia Colubridae									
Gen. y sp. indeter.							X		Carbot-Chanona et al., 2008
Suborden Sauria									
Familia Polychrotidae									
<i>Anolis electrum</i>					X				Lazell, 1965
<i>Anolis</i> sp.					X				Carbot-Chanona y Milani, 2008
Familia Indeterminada									
Gen. y sp. indeter.							X		Carbot-Chanona et al., 2008
Orden Crocodyliformes									
Familia Gavialidae									
Gen. y sp. indet.		X						Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Carbot-Chanona y Coutiño-José, 2000; Carbot-Chanona, 2009
Familia Indeterminada									
Gen. y sp. indet.		X						Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Carbot-Chanona y Coutiño-José, 2000; Carbot-Chanona et al., 2000
Familia Crocodylidae									
<i>Crocodylus</i> cf. <i>C. acutus</i>							X	Puente Ixcán, Ocosingo	Carbot-Chanona, 2008
Orden Saurischia									

Cuadro 3. Continuación.

Taxón	J	CS	EI	EM	MI	MS	P	Localidad	Fuente
Gen. y sp. indet.	X							Jiquipilas	Carbot-Chanona y Avendaño-Gil, 2002
<i>Richardoestesia isosceles</i>		X						Fm. Ocozocoautla, Ocozocoautla	Carbot-Chanona y Rivera-Sylva, 2011
Aves									
Gen. y sp. indeter.					X			Simojovel	Carbot-Chanona y Milani, 2008

Cuadro 4. Especies de mamíferos fósiles reportadas para Chiapas. MI, Mioceno Inferior; MS, Mioceno Superior; P, Pleistoceno. (*) Géneros y/o especies no válidas que cambiaron de determinación.

Taxón	MI	MS	P	Localidad	Fuente
Mammalia					
Orden Xenarthra					
Familia Glyptodontidae					
<i>Glyptodon</i> sp.* (= <i>Glyptotherium</i>)			X	Villaflares y Villa Corzo	Palacios-Aguilera, 1950
<i>Glyptotherium</i> sp.			X	Villaflares y Villa Corzo	Carbot-Chanona et al., 2004
Familia Dasypodidae					
<i>Dasypus</i> cf. <i>D. bellus</i>			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona, 2010
Familia Megatheriidae					
<i>Megatherium americanum</i> * (= <i>E. laurillardii</i>)			X	Villaflares	Palacios-Aguilera, 1950
<i>Eremotherium</i> sp.* (= <i>E. laurillardii</i>)			X	La Concordia	Avendaño-Gil y Montellano-Ballesteros, 1998
<i>Eremotherium rusconii</i> * (= <i>E. laurillardii</i>)			X	Villa Corzo	Santamaría et al., 1983
<i>Eremotherium laurillardii</i>			X	Villaflares, Villa Corzo y La Concordia	Carbot-Chanona et al., 2004, Carbot-Chanona et al., 2008, Than-Marchese et al., 2008
Orden Rodentia					
Familia Cricetidae					
<i>Sigmodon</i> cf. <i>S. hispidus</i>			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona et al., 2008
<i>Reithrodontomys</i>			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona et al., 2008
Orden Carnivora					
Familia Felidae					
<i>Felis atrox</i> * (= <i>P. leo atrox</i>)			X	Villa Corzo	Aviña, 1969

Cuadro 4. Continuación.

Taxón	MI	MS	P	Localidad	Fuente
<i>Panthera leo atrox</i>			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2004; Montellano-Ballesteros y Carbot-Chanona, datos no publ.
Orden Proboscidea					
Familia Gomphotheriidae					
<i>Gomphotherium</i> sp.		X		Ixtapa	Ferrusquía-Villafranca, 1990
<i>Cuvieronius tropicus</i>			X	Villa Corzo, Villaflores y Chiapa de Corzo	Carbot-Chanona y Montellano-Ballesteros, 2002; Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2008
Familia Mamutidae					
<i>Mamut americanum*</i> (= <i>Cuvieronius</i>)			X	Villa Corzo y Villaflores	Palacios-Aguilera, 1950
Familia Elephantidae					
<i>Elephas</i> sp.* (= <i>M. columbi</i>)			X	Villa Corzo y Villaflores	Palacios-Aguilera, 1950
<i>Mammuthus columbi</i>			X	Villa Corzo, Villaflores y Chiapa de Corzo	Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2004, Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2008
Orden Perissodactyla					
Familia Rhinocerotidae					
cf. <i>Teleoceras</i> sp.		X		Ixtapa	Ferrusquía-Villafranca, 1990
<i>Teleoceras</i> cf. <i>T. hicksi</i>		X		Ocosingo	Carbot-Chanona, 2011.
Familia Equidae					
aff. <i>Cormohipparion</i>		X		Ixtapa	Ferrusquía-Villafranca, 1990
<i>Equus conversidens</i>			X	Chiapa de Corzo, Villaflores y Villa Corzo	Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2004, Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2008
Orden Artiodactyla					
Familia Protoceratidae					
<i>Paratoceras tedfordi</i>	X			Simojovel	Webb <i>et al.</i> , 2003
Familia Helohyidae					
<i>Simojovelhyus positosense</i>	X			Simojovel	Ferrusquía-Villafranca, 2006
Familia Cervidae					
<i>Odocoileus</i> cf. <i>O. virginianus</i>			X	Villaflores	Montellano-Ballesteros y Carbot-Chanona, 2010
Familia Antilocapridae					
<i>Stockoceros?</i>			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona <i>et al.</i> , 2008
Familia Bovidae					
<i>Bison</i> sp.			X	Villa Corzo	Carbot-Chanona y Vázquez-Bautista, 2006

Literatura citada

- Alvarado-Ortega, J. y E. Ovalles-Damián. 2008. *Triplomystus applegatei*, sp. nov (Teleostei: Ellimmichthyiformes), a rare "triple armored herring" from El Espinal quarry (Early Cretaceous), Chiapas, Southeastern Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28 (1): 53-60.
- Alvarado-Ortega, J., E. Ovalles-Damián y A. Blanco-Piñón. 2009. The fossil fishes from the Sierra Madre Formation, Ocozocoautla, Chiapas, southern Mexico. *Paleontología Electronica* 12 (2): 1-22
- Alvarado-Ortega, J., K. González-Rodríguez, A. Blanco-Piñón, L. Espinosa-Arrubarrena y E. Ovalles-Damián. 2006. Mesozoic Osteichthyans of Mexico. pp. 169-207. En: F. Vega-Vera, G. Nyborg, M. del C. Perrilliat, M. Montellano-Ballesteros, S.R.S. Cevallos-Ferriz y S. A. Quiroz-Barroso (Eds.). *Studies on Mexican Paleontology*. Topics in Geobiology. Spinger.
- Applegate, S. P., J. Alvarado-Ortega; P. García-Barrera; E. Ovalles-Damián y L. Espinosa-Arrubarrena. 2004. Análisis de la diversidad de peces Pycnodontiformes de México. IX Congreso Nacional de Paleontología. Sociedad Mexicana de Paleontología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Libro de resúmenes, p.17.
- Avendaño-Gil, M. J. y M. Montellano-Ballesteros. 1998. Megaterio: Reencuentro con un gigante. *Revista ICACH, Nueva Época. Investigación y Ciencia* 1 (4): 58-73.
- Aviña, C. E. 1969. Nota sobre carnívoros fósiles del Pleistoceno de México. *Paleoecología. Instituto Nacional de Antropología e Historia* 5: 1-20.
- Benton, M. J. 2005. *Vertebrate Palaeontology*, 3er Edition. Blackwell Publishing, 455 pp.
- Bezares, D. 1994. Escrito inédito. *Barum Informa. Revista del Instituto de Historia Natural* 20 (6): 26-27.
- Böese, E. 1905. Reseña acerca de la geología de Chiapas y Tabasco. *Boletín del Instituto Geológico de México* 20: 1-116.
- Carbot-Chanona, G. 2008. The first record of *Crocodylus* (Crocodylomorpha, Crocodylidae) from the Latest Miocene of Chiapas, Mexico. Libro de resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Argentina.
- Carbot-Chanona, G. y M. A. Coutiño-José. 2000. Cocodrilos fósiles del Cretácico Superior (Maastrichtiano), provenientes de la Formación Ocozocoautla, Chiapas. VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noroeste de México, Linares, Nuevo León.
- Carbot-Chanona, G. 2009. Una nueva especie de gavial primitivo del Maastrichtiano de Chiapas y su significación paleobiogeográfica. *Memorias del XI Congreso Nacional de Paleontología*. Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, Querétaro, p. 12.
- Carbot-Chanona, G. 2010. The first record of *Dasypus* (Xenarthra: Cingulata: Dasipodidae) in the late Pleistocene of México. *Current Research in the Pleistocene* 27: 164-166.
- Carbot-Chanona, G. 2011. Estudio preliminar de restos de vertebrados miocénico-tardíos en Chiapas, México. *Memorias del XII Congreso Nacional de Paleontología*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla.
- Carbot-Chanona, G. y M. J. Avendaño-Gil. 2002. Dinosaurios en Chiapas. *Revista de la Unach*, 4ª Época, 4: 99-105.
- Carbot-Chanona, G. 2008. Microvertebrates in the Chiapas amber: some paleoenvironmental considerations. Libro de resúmenes del III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Neuquén, Argentina.
- Carbot-Chanona, G. y M. Montellano-Ballesteros. 2002. Presencia de *Cuvieronius* en Chiapas, México. VIII Congreso Nacional de Paleontología. Guadalajara, Jalisco, p.38.
- Carbot-Chanona, G. y H. E. Rivera-Sylva. 2011. Presencia de un dinosaurio maniraptoriforme en el Cretácico tardío (Maastrichtiano) de Chiapas, sureste de México. *Memorias del XII Congreso Nacional de Paleontología*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla.
- Carbot-Chanona, G. y D. Vázquez-Bautista. 2006. Presencia de *Bison* en Chiapas, México. *Memoria del X Congreso Nacional de Paleontología*. Instituto de Geología, UNAM, Publicación Especial 5, p.96.
- Carbot-Chanona, G., E. Hernández-García, M. A. Coutiño-José e I. Milani. 2006. El primer registro de una rana fósil en Chiapas. *Memoria del X Congreso Nacional de Paleontología*. Instituto de Geología, UNAM, Publicación Especial 5, p. 95.
- Carbot-Chanona, G.; E. Ovalles-Damián; M. A. Coutiño-José y D. Vázquez-Bautista. 2004. Nuevos hallazgos de megafauna pleistocénica en la zona de la Frailesca, Chiapas. IX Congreso Nacional de Paleontología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, p.26.
- Carbot-Chanona, G., D. Vázquez-Bautista, M. Montellano-Ballesteros, G. Domínguez-Vázquez y G. A. Islebe. 2008. Reconstrucción paleoambiental del Pleistoceno Tardío de Chiapas. IX Seminario Interno de Investigación, Instituto de Historia Natural. Chiapas, México. p. 5.
- Carroll, R. L. 1988. *Vertebrate Paleontology and Evolution*. W. H. Freeman and Company, New York, 698 pp.
- Cope, E. D. 1872. On two extinct forms of Physostomi of the Neotropical region. *Proceedings of American Philosophical Society* 12: 52-55.
- Coutiño-José, M. A. y G. Carbot-Chanona. 2000. Tortugas cretácicas de Chiapas. VI Congreso Nacional de Herpetología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

- Coutiño-José, M. A., G. Carbot-Chanona y J. R. Luna-Espinosa. 2009. Primer reporte de *Aetobatus* sp. (Myliobatiformes, Myliobatidae) para el Eoceno Inferior de Chiapas. Memorias del XI Congreso Nacional de Paleontología. Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Juriquilla, Querétaro, p. 95.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1990. Contribución al conocimiento de los mamíferos miocénicos de Chiapas, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 2 (2): 77-91.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 2006. The first Paleogene mammal record of Middle America: *Simojovelhyus pocitosense* (Helohyidae, Artiodactyla). *Journal of Vertebrate Paleontology* 26 (4): 989-1001.
- Ferrusquía-Villafranca, I., S.P. Applegate y L. Espinoza-Arrubarrena. 1999. First paleogene selachifauna of the Middle American-Caribbean-Antillean region, La Mesa de Copoya, West-Central Chiapas, Mexico - Systematics and paleontological significance. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 16 (2): 155-173.
- Ferrusquía-Villafranca, I.; S. P. Applegate y L. Espinoza-Arrubarrena. 2000. First paleogene selachifauna of the Middle American-Caribbean-Antillean region, La Mesa de Copoya, West-Central Chiapas, Mexico-Geological setting. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 17 (1): 1-23.
- García-Villafuerte, M. A. 2006a. Selenopidae y Thomisidae (Arácnida: Araneae) en ámbar de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 38: 209-212.
- García-Villafuerte, M. A. 2006b. A new fósil *Episinus* (Araneae, Theridiidae) from tertiary Chiapas amber, Mexico. *Revista Ibérica de Aracnología* 13: 121-124
- González-Barba, G., M. A. Coutiño, E. Ovalles-Damián y F. J. Vega-Vera. 2001. New Maastrichtian elasmobranch faunas from Baja California Peninsula, Nuevo León and Chiapas State, Mexico. III Internacional Meeting on Mesozoic Fishes: Systematic, paleoenvironments and biodiversity, abstract book. Serpiano-Monte San Giorgio, p. 33.
- González-Barba, G., M. A. Coutiño y E. Ovalles-Damián. 2002. *Carcharocles angustidens* Agassiz, 1843 (Chondrichthyes, Otodontidae) del Oligoceno tardío de la Formación La Quinta, Grupo Simojovel, localidad Los Pocitos, Simojovel, Chiapas. VIII Congreso Nacional de Paleontología, Guadalajara, Jalisco, p. 107.
- González-Barba, G.; M. A. Coutiño y E. Ovalles-Damián. 2004. Adiciones a la fauna de selacios (tiburones y rayas) del Eoceno medio de la Formación San Juan, Chiapas, México. IX Congreso Nacional de Paleontología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, p. 39.
- González-Rodríguez, K. A., P. García-Barrera y J. Avendaño-Gil. 2002. Un nuevo registro de la Familia Macrosemiidae (Neopterygii: Halecostomi) en Chiapas, Sureste de México. XVI Convención Geológica Nacional y III Reunión de Ciencias de la Tierra, Sociedad Geológica Mexicana, p. 303.
- Kardong, K. V. 1999. Vertebrados: anatomía comparada, función, evolución. McGraw-Hill Interamericana, España, 732 pp.
- Kruckow, T. 1958. Beitrag zur miozänen Fisco-Fauna der Florida-Phosphate (Vorläufige Mitteilung). Veröff. Überseemus. Bremen, Reihe A, 3 (1): 79-84.
- Kruckow, T. y D. Thies. 1990. Die Neoselachier der Paläokaribik (Pisces: Elasmobranchii). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 119: 1-102.
- Lazell, J. D. 1965. An *Anolis* (Sauria, Iguanidae) in amber. *Journal of Paleontology* 39 (3): 379-382.
- Luna-Espinosa, J. R. y G. Carbot-Chanona. 2009. First record of late-Pleistocene turtles from Chiapas, Mexico. *Current Research in the Pleistocene* 26: 162-164.
- Montellano-Ballesteros, M. y G. Carbot-Chanona. 2009. *Panthera leo atrox* (Mammalia: Carnivora: Felidae) in Chiapas, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 54 (2): 217-222.
- Montellano-Ballesteros, M. y G. Carbot-Chanona. 2008. Presencia de *Odocoileus* (Artiodactyla, Cervidae) en el Pleistoceno de Chiapas. En: Fernando A. Cervantes, Julieta Vargas-Cuenca y Yolanda Hortelano-Moncada (Eds.). 60 años de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Aportaciones al Conocimiento y Conservación de los Mamíferos Mexicanos.
- Mullerried, F. K. G. 1943. Fósiles raros de México III. Una tortuga fósil del Estado de Chiapas. *Anales del Instituto de Biología* 13 (2): 623-624.
- Mullerried, F. K. G. 1951. Algunos fósiles marinos del Terciario Inferior y Medio de Palenque, Chiapas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 12: 209-227.
- Osborne, H. F. 1936. Proboscidea. A monograph of the discovery, evolution, migration and extinction of the mastodons and elephants of the World I. Moeritheroidea, Deinotheroidea, Mastodontoidea. The American Museum Press, New York, 802 pp.
- Ovalles-Damián, E. 2004. Determinación taxonómica de un Paralupeido (Teleostei: Clupeomorpha) fósil de la cantera El Espinal, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Tesis de licenciatura en biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 73 pp.
- Ovalles-Damián, E. y J. Alvarado-Ortega. 2002. Los Paralupeidos de la cantera El Espinal, Ocozocoautla, Chiapas. Memorias del VIII Congreso Nacional de Paleontología, Guadalajara, p. 120.

- Ovalles-Damián, E., J. Alvarado-Ortega y A. Blanco-Piñon. 2006. Los peces fósiles del Cretácico Inferior de Ocozocoautla, Chiapas. Memorias del x Congreso Nacional de Paleontología. Instituto de Geología, UNAM, Publicación Especial 5, p. 61.
- Palacios-Aguilera, E. 1950. La Frailesca, maravillosa zona paleontológica. *Revista Chiapas*: 23-34.
- Romer, A. S. 1966. Vertebrate Paleontology. The University of Chicago Press, 468 pp.
- Santamaría, D. O., O. J. Polaco- Ramos y J. García-Bárce-nas. 1983. Los restos de megafauna del municipio de Villacorzo, Chiapas. En *Marcha, Ciencia y Educación*. Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Chiapas. Año 2, no. 2.
- Sapper, K. 1894. Informe sobre la geografía física y la geológica de los estados de Chiapas y Tabasco. Agricultura, Minería e Industria de México, *Boletín* 3: 67-97.
- Silva, H. M. A. 2007. Revisão taxonômica e filogenética dos peixes Enchodontoidei (sensu Nelson, 1994) e considerações biogeográficas: Master degree Thesis, Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Instituto de Biología, Brazil, 143 pp.
- Solórzano-Kraemer, M. M. 2006. Systematic, palaeoecology, and palaeobiogeography of the insect fauna from the Mexican amber. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad de Bonn, Alemania, 259 pp.
- Than-Marchese, B.A., J. Alvarado-Ortega y G. Carbot-Chanona. 2011. Notas adicionales sobre la ictiofauna cretácica de Chiapas. Memorias del XII Congreso Nacional de Paleontología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla.
- Than-Marchese, B. A., G. Carbot-Chanona y M. Montellano-Ballesteros. 2008. Descripción de un perezoso gigante depositado en la colección paleontológica del Instituto de Historia Natural. IX Seminario Interno de Investigación, Instituto de Historia Natural. Chiapas, México, p. 31.
- Vega, F. J., T. Nyborg, M. A. Coutiño-José y Ó. Hernández-Monzón. 2008. Review and additions to the Eocene decapod Crustacea from Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 34: 51-71.
- Webb, S. D., B. Lee-Beatty y G. Poinar Jr. 2003. New evidence of Miocene Protoceratidae including a new species from Chiapas. Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 279: 348-367.

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PECES CONTINENTALES

Ernesto Velázquez-Velázquez, Salvador Contreras-Balderas (†),
Sara Domínguez Cisneros y Adán E. Gómez González

Introducción

Los peces son los vertebrados más numerosos de este planeta, incluso lo son en diversidad de formas y tamaños (Helfman *et al.*, 1997). Reconociendo esta diversidad, se puede definir a un pez como un vertebrado acuático, ectotermo (animales que toman su temperatura del medio), con cuerpo generalmente cubierto de escamas y apéndices (cuando están presentes) en forma de aletas, y que respiran por medio de branquias (Helfman *et al.*, 1997). Esta definición, más operativa que taxonómica, aceptada por los ictiólogos, incluye a las lampreas y mixines, tiburones y rayas, peces pulmonados y a la gran mayoría de los peces óseos modernos (peces con aletas y radios). Los peces son los representantes más importantes del necton (organismos que nadan activamente) en los ambientes acuáticos, ya que constituyen 99 % del mismo. Los peces funcionan como reguladores energéticos y tienen una alta capacidad de desplazamiento dentro de los ecosistemas, lo cual determina complejas interacciones biológicas entre estos y el entorno físico-ambiental (Yáñez-Arancibia, 1985).

Para este estudio se consideran peces continentales de Chiapas, aquellos que habitan en los ríos y lagunas de agua dulce o que se registran de manera cíclica o esporádica en las zonas estuarino-lagunares de su territorio.

El análisis de la información proviene de varias fuentes: datos provenientes de nuestras colecciones u observaciones realizadas en numerosas colectas y más de 30 000 ejemplares alojados en el laboratorio y la colección de peces del Museo de Zoología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (MZUNICACH), así como los registros provenientes de literatura publicada que incluyen datos de material existente en colecciones biológicas como la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Nuevo León y El Colegio de la Frontera Sur.

El arreglo taxonómico de las especies sigue a Nelson (2006) para el nivel de orden y familia y las modificaciones se deben a estudios filogenéticos recientes. La ortografía y reconocimiento de autor y año siguen a la revisión en línea del catálogo de Eschmeyer (1998).



ANTECEDENTES SOBRE LOS ESTUDIOS DE PECES

La riqueza ictiofaunística de Chiapas ha sido documentada por diversos autores. Velasco (1976) reportó la primera lista de peces de agua dulce con 74 especies, Lozano-Vilano y Contreras-Balderas (1987) documentaron 135, Rodiles-Hernández *et al.* (2005a) enlistaron 207 especies continentales y, recientemente, Lozano-Vilano y varios colaboradores (2007) adicionaron cinco más en el estado. Varias especies han sido recientemente descritas para Chiapas, incluyendo a *Cichlasoma grammodes* y *C. hartwegi* (Taylor y Miller, 1980), *Poeciliopsis hnlickai* (Meyer y Vogel, 1981), *Cichlasoma socolofi* (Miller y Taylor, 1984), *Paratheraps breidohri* (Werner y Stawikowski, 1987), *Astyanax armandoi* (Lozano-Vilano y Contreras-Balderas, 1990), *Vieja argentea* (Allgayer, 1991), *Gymnotus maculosus* (Albert y Miller, 1995), *Vieja ufermanni* (Allgayer, 2002), *Rhamdia laluchensis* (Weber *et al.*, 2003), *Rocio ocoatl* (Schmitter-Soto, 2007) y *Potamarius usumacintae* (Betancourt-R. y Willink, 2007). Además, uno de los descubrimientos ictiológicos más importantes de la región es la nueva especie de bagre *Lacantunia enigmatica* (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005b), que representa una nueva familia de peces. Lo anterior determina la importancia de continuar con estudios sistemáticos que contribuyan a ampliar el conocimiento de la ictiofauna regional, a fin de tener herramientas ecológicas para la evaluación, el manejo y la conservación de los peces y sus hábitats.

Importancia

Los peces han emergido como indicadores para los programas de monitoreo biológico por muchas razones, entre las que se incluyen su relativa facilidad de captura utilizando artes de pesca convencionales e identificación taxonómica, así como la existencia de una amplia información sobre las historias de vida para muchas de ellas. Además, los elencos generalmente incluyen un amplio rango de especies que representan una variedad de niveles tróficos (comprendiendo aquellas que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre). Los peces son los organismos mejor conocidos de estos hábitats, tanto por el público general

como por los científicos. Estos organismos están presentes en los pequeños cuerpos de agua y aún en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación (Karr, 1981; Velázquez-Velázquez y Vega-Cendejas, 2004).

Los peces constituyen un elemento fundamental en la economía de muchos países; los recursos y los productos de la pesca son un componente fundamental en la alimentación y generación de empleo de muchas familias. Actualmente, se estima que las pesquerías constituyen 16 % del consumo mundial de proteínas, derivado de la pesca y acuicultura, la cual suministra más de 100 millones de toneladas de pescado al año (FAO, 2007). Además, los peces sobresalen por su gran importancia en la acuariofilia (afición a la cría de peces y otros organismos acuáticos en acuarios), los cuales se crían y conservan en acuarios con fines educativos u ornamentales, así como en la pesca deportiva, actividad cuyo objetivo es la recreación, esparcimiento y competencia, la cual ha crecido de manera importante en los últimos años, en diversas parte de México y el mundo.

Diversidad

Los peces constituyen el grupo más numeroso de todos los vertebrados, aproximadamente con 28000 especies válidas (Eschmeyer, 2003). La riqueza de especies de peces representa un poco más de la mitad de las 48000 conocidas para vertebrados (incluyendo anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Aproximadamente, 58 % de las especies de peces se han documentado en las aguas marinas del mundo, 41 % habita las aguas dulces y 1 % son especies estuarinas (Helfman *et al.*, 1997). En México se han registrado más de 2000 especies marinas y dulceacuícolas, de las cuales, aproximadamente, 515 forman parte de la ictiofauna continental (Espinoza-Pérez *et al.*, 1993; Contreras-Balderas y Ramírez-Flores, 2000; Miller *et al.*, 2005).

Dentro del área continental de Chiapas se registraron 262 especies, que representan a dos órdenes con dos familias de elasmobranquios (Chondrichthyes: tiburones y rayas) y 21 órdenes con 57 familias de peces óseos (Actinopterygii: peces modernos de aletas con radios) (apéndice VIII.13).

Diez de las 267 especies son exóticas: *Oncorhynchus mykiss*, *Micropterus salmoides*, *Para-*

chromis managuensis, *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *O. aureus*, *Tilapia zilli* sp., *Ctenopharyngodon idella*, *Pterygoplichthys pardalis* y *Cyprinus carpio*. El orden Perciformes es el que está representado por el mayor número de familias (22), seguido en importancia por los Siluriformes con cinco especies, Cyprinodontiformes con cuatro y Pleuronectiformes con tres. Las familias con el mayor número de especies fueron: Cichlidae (39), Poeciliidae (27), Carangidae (17), Sciaenidae (17) y Ariidae (13); estas cinco familias representan 43 % de las especies registradas.

Distribución

Miller (1966) y Bussing (1976) han concebido un esquema de provincias biogeográficas con base en los patrones de distribución de los peces. De esta forma, una provincia ictiogeográfica es una región que se caracteriza por ensambles de especies de peces que comparten ámbitos tanto ecológicos como geográficos similares, con marcados endemismos, además de algunos

géneros y especies autóctonas. Las dos provincias centroamericanas representadas en Chiapas son: la Usumacinta (que incluye el Grijalva) y la Chiapas-Nicaragua (vertiente del Pacífico). La primera puede dividirse en la subprovincia del Grijalva (cuenca hidrográfica I) y la subprovincia del Usumacinta (cuenca hidrográfica II) y la segunda corresponde a la Planicie costera de Chiapas (cuenca hidrográfica III) (figura 1).

- **Cuenca hidrográfica I** (subprovincia del Grijalva): aloja 22 % (59 especies) de las especies registradas; destacan las especies secundarias de la familia Cichlidae (mojarras de agua dulce) y Poeciliidae (topotes, espadas). Aloja cinco especies endémicas: *P. hildebrandi*, *V. hartwegi*, *C. grammodes*, *Vieja breidohri* y *Rhamdia laluchensis*.

- **Cuenca hidrográfica II** (subprovincia del Usumacinta): 34 % (88) de las especies habitan la cuenca del Usumacinta, que destaca por su alto número de especies dulceacuícolas secundarias. Los cíclidos alcanzan su mayor diversidad en esta cuenca hidrográfica con 28 especies



Figura 1. Cuencas hidrográficas y cuerpos de agua superficiales de Chiapas, México. Fuente: Semarnat, 2008.

que representan 31 % del total. Son endémicas al área *L. enigmatica*, *R. ocotal*, *Thorichthys socolofi* y *Theraps rheophilus*.

- **Cuenca hidrográfica III** (subprovincia Pacífico de Chiapas): aloja 63 % (165) de la ictiofauna continental de Chiapas; el mayor número de especies de esta cuenca es de origen marino, particularmente especies eurihalinas (toleran amplios rangos de salinidad), que penetran de manera cíclica, estacional o esporádicamente a los sistemas lagunares y ríos de la costa. La fauna dulceacuícola está escasamente representada; entre ellas, sobresalen *A. tropicus*, *G. maculosus* y *B. hartwegi*, restringidos a la parte del Soconusco y por su abundancia y amplia distribución los cíclidos *C. trimaculatum* y *A. macracanthus*, los bagres dulceacuícolas (*R. parryi* y *R. guatemalensis*) y los pecílidos (*P. turrubarensis* y *P. butleri*); un rasgo característico de esta cuenca es la ausencia casi total de las especies primarias (estrictamente de aguas dulces).

El análisis de similitud realizado (figura 2) para comparar las tres cuencas hidrológicas desde el punto de vista ictiofaunístico revela una estrecha relación entre la Cuenca del Grijalva y la Usumacinta, lo cual era de esperarse, sin embargo, la presencia de endemismos marcados en cada una de las cuencas permiten separarlas como subprovincias ictiogeográficas independientes. La separación de la Cuenca hidrográfica de la Costa se debe básicamente a su fauna de origen marino y las pocas especies compartidas (Costa-Usumacinta) son anfiamericanas (O. Pacífico-O. Atlántico) (*Mugil cephalus* y *M. curema*), además de los cíclidos (*C. trimaculatum* y *A. macracanthus*) compartidas con la cuenca del Grijalva.

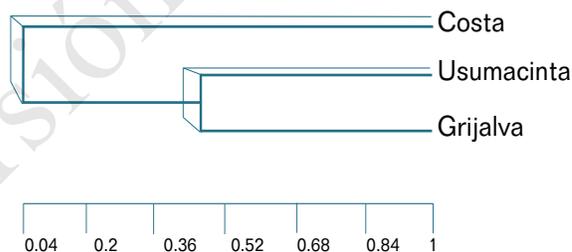


Figura 2. Dendrograma de similitud, basado en datos de presencia-ausencia de peces, en las cuencas hidrográficas de Chiapas (índice de similitud de Sorensen's, método de agrupamiento, UPGMA). Fuente: elaborado por los autores.

Endemismos y estatus de conservación

Ocho de las 262 especies registradas son consideradas endémicas al estado: 1) *Profundulus hildebrandii* restringida a la región Altos, 2) *Vieja breidohri* en la presa de La Angostura y tributarios del alto Grijalva, 3) *Vieja hartwegi* al río Grijalva y tributarios (Cañón del Sumidero, hacia la presa La Angostura), 4) *Theraps rheophilus*, conocida únicamente del río Nututun, cerca de Palenque, 5) *Cichlasoma grammodes*, río Grijalva y tributarios (Chiapa de Corzo a Presa La Angostura y tributarios), 6) *Thorichthys socolofi*, ríos de la Selva lacandona (Tulijá, Misalá), 7) *Lacantunia enigmatica*, Río Lacantún y tributarios (selva Lacandona), 8) *Rhamdia laluchensis*, conocida únicamente la cueva la Lucha (Selva El Ocote), y en total son 12 especies endémicas de México.

- Ocho especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), dos en peligro de extinción (*Gambusia alvarezi* y *Lacantunia enigmatica*), dos amenazada (*Thorichthys socolofi* y *Vieja hartwegi*) y ocho sujetas a protección especial (*Potamarius nelsoni*, *Rhamdia guatemalensis*, *Vieja intermedia*, *Cichlasoma grammodes*, *Poecillia butleri*, *Hippocampus ingens* y *Onchorynchus mykiss*).

Amenazas a la ictiofauna

Existe una serie de problemáticas que amenazan la pérdida de las especies nativas, las cuales pueden ser agrupadas en cuatro grandes categorías: a) Destrucción y modificación del hábitat, b) Contaminación, c) Introducción de especies exóticas, y d) Sobrepesca.

La destrucción y modificación del hábitat con diferentes fines es quizás la amenaza más grande sobre los peces dulceacuícolas, ejemplo de ello es la construcción de cuatro presas hidroeléctricas (Angostura, Chicoasén, Malpaso y Peñitas) a lo largo del cauce del río Grijalva, que modificaron dramáticamente el hábitat al convertirlo de un ambiente lótico (río) a uno léntico (lagunar); estas modificaciones trajeron consigo la fragmentación del hábitat que impidió el movimiento de varias especies periféricas (invasoras marinas) hacia las aguas interiores de la cuenca del Grijalva, como *Ictiobus meridionalis* y *Centropomus undecimalis*. Esto, además, permitió que los nuevos ambientes creados fueran objeto de numerosas introducciones de especies invasivas

(como las diferentes especies de tilapias y carpas), las cuales han desplazado a las especies nativas. La destrucción de hábitat únicos, como los humedales de montaña (en la región Altos de Chiapas), debido al crecimiento desmedido de la mancha urbana, ha puesto al borde de la extinción a una de las especies endémicas del estado, *P. hildebrandi*, por la pérdida de más de 70 % de su hábitat en los últimos años (Velázquez-Velázquez y Schmitter-Soto, 2004).

Muchos sistemas acuáticos de la región, incluyendo ríos, lagos y sistemas estuarino-lagunares, han sido severamente modificados por las actividades humanas; aunque no existen evaluaciones puntuales sobre estas alteraciones ambientales en la región, existen evidencias empíricas de descargas que incluyen desechos urbanos, industriales y agrícolas sin tratamientos previos. Según los índices de Calidad del Agua (ICA), elaborados por la CNA, los principales cuerpos de agua localizados en la cuenca Grijalva-Usumacinta presentan valores entre 55 y 70 (de 100), los cuales reflejan ambientes contaminados y muy contaminados, apenas aceptables para la navegación y el transporte de desechos tratados (Toledo, 2003). Ejemplo de lo anterior lo constituyen tramos del río Grijalva y la presa Chicoasén que reciben el aporte de aguas negras no tratadas de Tuxtla Gutiérrez y Chiapa de Corzo, así como de plantas industriales como la de la mosca (MOSCAMEX) para la erradicación del gusano barrenador del ganado. Pero hay casos con ICA muy bajos (34), como el río Sabinal (el cual atraviesa la capital del estado) y posiblemente el Fogótico en San Cristóbal de las Casas, cuyas aguas son inaceptables para el abastecimiento público y para la vida acuática. Existe además el uso indiscriminado de plaguicidas (en especial los organoclorados) en los cultivos de agrícolas, los cuales son absorbidos por las partículas de suelo y acumulados en los campos de cultivo. Se ha reportado la presencia de estos compuestos en las aguas, sedimentos y tejidos de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en sistemas lagunares de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (Sokolov *et al.*, 2001).

El uso de indicadores biológicos, basados en índices multimétricos (como los índices de integridad biótica o IBI), se han incrementado notablemente en las últimas dos décadas (Angermeier *et al.*, 2000), ya que las comunidades bióticas son sensibles a una amplia variedad de

factores ambientales y ofrecen una perspectiva integral de las condiciones ambientales de un hábitat dado, es decir, ellos proveen bases objetivas y defendibles para establecer esfuerzos de conservación y restauración de un ecosistema acuático (Mercado-Silva *et al.*, 2002).

Un elemento fundamental en el desarrollo de los IBI es generar una línea base de información que permita conocer las condiciones naturales de los ecosistemas donde estos serán evaluados. Esta información incluye el análisis de datos de la estructura, composición y función de los ensamblajes de peces, así como de la región a ser aplicada. Este grupo de datos ayuda a integrar una serie de medidas en un índice que representa ecosistemas que van desde áreas no degradadas hasta sitios altamente degradados (Fausch *et al.*, 1990; Karr, 1991; Deegan *et al.*, 1997).

Es importante resaltar la presencia de las especies exóticas, como *O. mykiss*, *M. salmoides*, *P. managuensis*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. aureus*, *T. zillii*, *C. idella*, *P. pardalis* y *C. carpio*, siendo *O. niloticus* la más ampliamente distribuida, esta última introducida con fines de acuicultura por el gobierno de Chiapas. Sin embargo, la mala planificación en los programas de "siembra" ha ocasionado que se disperse deliberada o accidentalmente en muchos de los ambientes acuáticos del estado, donde ha establecido poblaciones silvestres y ocasionado impactos sobre las poblaciones nativas, diezmando su número, restringiendo su distribución y el aprovechamiento (Rodiles-Hernández *et al.*, 2002). Recientemente, ha sido registrada en Chiapas la introducción del pez diablo o plecostomo *Pterygoplichthys pardalis*, la cual es considerada como una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales y para las pesquerías de agua dulce en México (Mendoza *et al.*, 2007). La presencia de la carpa común (*Cyprinus carpio*), originaria del continente asiático, ha sido asociada con la introducción de un parásito exótico (*Bothriocephalus acheilognathi*) que ha sido registrado en peces endémicos del estado y en más de 50 especies nativas del país (Velázquez-Velázquez y Schmitter-Soto, 2004; Salgado-Maldonado, 2006).

La sobrepesca o sobreexplotación ha sido citada como la amenaza más grande que enfrentan las especies marinas actualmente (Baillie *et al.*, 2004), y aunque no se conocen casos documentados para Chiapas, se ha observado en muchas

pesquerías de la región que la pesca de ciertas especies objetivo, como el camarón (en las lagunas costeras), la tilapia y tenguayaca (en las presas hidroeléctricas), trae consigo la mortalidad de un sinnúmero de especies no comerciales (como clupeidos: *Dorosoma anale*, *D. petenense*) o muchos juveniles de especies comerciales que simplemente son desechadas.

Conclusiones

Dentro del área continental del estado de Chiapas se registraron 262 especies, que representan a dos órdenes con dos familias de elasmobranchios y 21 órdenes con 57 familias de peces óseos; de éstas, ocho son endémicas o exclusivas a las cuencas hidrológicas del estado y diez son exóticas. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Cichlidae (39), Poeciliidae (27), Carangidae (17), Sciaenidae (17) y Ariidae (13); estas cinco familias representan 43 % de las especies registradas para el estado. Doce especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo las categorías de: en peligro de extinción (2), amenazada (2) y sujetas a protección especial (8).

La alta riqueza de especies documentadas para el estado, y sobre todo el descubrimiento

de numerosas especies nuevas, demuestran la necesidad de continuar con los estudios ictiofaunísticos, particularmente en áreas poco exploradas de la zona, como los ríos y lagunas costeras del Pacífico, la Región de la Selva Zoque y la parte alta del río Grijalva. Asimismo, es indispensable regular y detener la introducción de especies exóticas en áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad como muchas de las cuencas hidrológicas.

El estado de Chiapas presenta diversos grados de contaminación o alteración del ambiente. Entre las fuentes de contaminantes más frecuentes están las aguas residuales domésticas y agrícolas-ganaderas que son vertidas directamente a los ríos, lagos y lagunas costeras, los cuales afectan negativamente la diversidad acuática en general, por lo que es indispensable determinar el efecto particular de cada contaminante sobre la diversidad de especies.

Finalmente, es fundamental documentar la diversidad de peces y otros organismos acuáticos, además del conocimiento biológico y ecológico del estado, que permita fundamentar la toma de decisiones en la administración, conservación y manejo de los recursos pesqueros y acuícolas de la entidad.

Literatura citada

- Albert, J.M. y R.R. Miller. 1995. *Gymnotus maculosus*, a new species of electric fish (Chordata: Teleostei: Gymnotidae) from Middle America, with a key to species of *Gymnotus*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 108 (4): 662-678.
- Allgayer, R. 1991. *Vieja argentea* (Pisces, Teleostei, Cichlidae) une espèce nouvelle d'Amérique centrale. *Revue française des Cichlidophiles* 114: 3-15.
- Allgayer, R. 2002. *Vieja ufermanni*, sp. nov., un Cichlidé nouveau du bassin du Rio Usumacinta et du Rio de la Pasión, Amérique centrale (Pisces: Perciformes). *L'an Cichlidé* 2: 14-17.
- Angermeier, P. L., R. A. Smogor y J. R. Stauffer. 2000. Regional frameworks and candidate metrics for assessing biotic integrity in Mid-Atlantic highland Streams. *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 962-981.
- Baillie, J. E. M., C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. 2004. 2004 IUCN Red list of threatened species. A global species assessment. IUCN. Gland-Cambridge. 185 pp.
- Betancur-R R. y P. W. Willink. 2007. A new freshwater Ariid (Otophysi: Siluriformes) from the Rio Usumacinta basin. *Copeia* 4: 818-828.
- Bussing, W. A. 1976. Geographic distribution of the San Juan Ichthyofauna of Central America with remarks on its origin an ecology. *Invest. Ichthyofauna of Nicaragua Lakes* 19: 57-175.
- Contreras-Balderas, S. y M. Ramírez-Flores. 2000. Inventario Nacional de la Ictiofauna Dulceacuícola Mexicana. Estado de Salud de la Acuicultura. *Instituto Nacional de la Pesca* 1 (V): 1-24.
- Deegan L. A., J. Finn, S. G. Ayvazian, C. A. Ryder-Kieffer y J. Buonaccosi. 1997. Development and validation of an estuarine biotic integrity index. *Estuaries* 20: 601-617.
- Eschmeyer, W. N. 1998. Catalog of fishes. California Academy of Sciences, San Francisco, California. EU. Disponible en: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html> (Consultado en agosto de 2008).

- Eschmeyer, W. N. 2003. Introduction to the series Annotated Checklists of Fishes. California Academy of Science. *Annotated Checklists of Fishes* 1: 5.
- Espinosa-Pérez, H., P. Fuentes-Mata, M. T. Gaspar-Dillanes y V. Arenas. 1993. Notes on mexican ichthyofauna. Pp. 229-251. En: Ramamourthy TP, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.) Biological diversity of Mexico, Origin and distribution. Oxford University Press. 812 pp.
- Fausch, K. D., J. Lyons, J. R. Karr y P. L. Angermeier. 1990. Fish communities as indicators of environmental degradation. *American Fisheries Society Symposium* 8: 123-144.
- FAO. 2007. El estado mundial de la pesca y acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma. 177 pp.
- Helfman, C. S., B. B. Collette y D. E. Facey. 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science. USA. 528 pp.
- Karr, R. J. 1981. Assessment of Biotic Integrity using fish communities. *Fisheries* 6 (6): 21-27.
- Karr, R. J. 1991. Biological Integrity: A Long-Neglected Aspect of Water Resource Management. *Ecol. Appl.* 1 (1): 66-84.
- Lozano-Vilano, L. y S. Contreras-Balderas. 1987. Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *The Southwestern Naturalist* 32 (2): 223-236.
- Lozano-Vilano, M. L. y S. Contreras-Balderas. 1990. *Astyanax armandoi* n. sp. From Chiapas, México (Pisces: Ostariophysi: Characidae) with a comparison to the nominal species *A. aeneus* and *A. mexicanus*. *Universidad y Ciencia* 7 (14): 95-107.
- Lozano-Vilano, M. L., M. E. García-Ramírez, S. Contreras-Balderas y C. Ramírez-Martínez. 2007. Diversity and conservation status of the Ichthyofauna of the Río Lacantún basin in the Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, México. *Zootaxa* 1410: 43-53.
- Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los Peces Diablo. *Biodiversitas* 70.
- Mercado-Silva, N., J. Lyons, G. Salgado y M. Medina. 2002. Validation of fish-based index biotic integrity for streams and rivers of central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 123: 179-191.
- Meyer, M. K. y D. Vogel. 1981. Ein neuer *Poeciliopsis* aus Chiapas, México. *Senckenbergiana Biologica* 61 (5-6): 357-361.
- Miller, R. R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia* 4: 773-802.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwater fishes of México. The University of Chicago Press. 490 pp.
- Miller, R. R. y J. N. Taylor. 1984. *Cichlasoma socolofi*, a new species of cichlid fish of the *Thorichthys* group from northern of Chiapas, México. *Copeia* (4): 933-940.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World. 4a ed. John Wiley & Sons Inc. Canada. 601 pp.
- Rodiles-Hernández, R., A. A. González-Díaz y C. Chan-Sala. 2005a. Lista de peces continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 2 (15): 245-253.
- Rodiles-Hernández, R., D. A. Hendrickson, J. G. Lundberg y J. M. Humphries. 2005b. *Lacantunia enigmatica* (Teleostei: Siluriformes) a new and phylogenetically puzzling freshwater fish from Mesoamerica. *Zootaxa* 1000: 1-24.
- Rodiles-Hernández, R., J. Cruz-Morales y S. Domínguez-Cisneros. 2002. El sistema lagunar de Playas de Catazajá, Chiapas, México. pp. 323-337. En: De la Lanza, G. y J. L. García-Calderón (Eds.). Lagos y presas de México. AGT Editor, México.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* 1324: 1-357.
- Schmitter-Soto, J. J. 2007. A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description of two new genera and six new species. *Zootaxa* 1603: 1-78.
- Semarnat. 2008. Infoteca: Semarnat. Disponible en: <http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/estatal/chiapas/viewer.htm> (consultado en junio de 2008).
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sokolov, M. Y., V. Castro-Castro y G. Mejía-González. 2001. Plaguicidas organoclorados en los sistemas acuáticos de la costa de Chiapas. Memorias del Primer Foro de Pesca y Acuicultura de la Costa de Chiapas. Tapachula. pp. 80-84
- Taylor, J. N. y R. R. Miller. 1980. Two new cichlid fishes, Genus *Cichlasoma*, from Chiapas, México. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 693: 1-16.
- Toledo, A. 2003. Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México. INE/Semarnat/El Colegio de Michoacán. México, D. F. 115 pp.
- Velasco, C. R. 1976. Los peces de agua dulce del estado de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 143 pp.
- Velázquez-Velázquez, E. y J. J. Schmitter-Soto. 2004. Conservation status of the San Cristóbal pupfish, *Profundulus hildebrandi* Miller (Teleostei: Profundulidae), in the face of urban growth in Chiapas, México. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 201-209.
- Velázquez-Velázquez, E. y M. E. Vega-Cendejas. 2004. Peces como indicadores de salud en ecosistemas acuáticos. *Biodiversitas* 57: 12-15.

Weber, A., G. Allegrucci y V. Sbordoni. 2003. *Rhamdia laluchensis*, a new species of troglobitic catfish (Siluriformes: Pimelodidae) from Chiapas, México. *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 14 (3): 237-280.

Werner, U. y R. Stawikowski. 1987. Ein neuer Buntbarsch aus Südmexiko: *Paratheraps breidohri* gen. nov., spec. nov. *Die Aquarien- und Terrarien-Zeitschrift* 41 (1): 20-23.

Yáñez-Arancibia, A. 1985. The estuarine Nekton: Why and how an ecological monograph. Preface. pp. 1-8. En: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish Community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*, México. 654 pp.

Versión gratuita. Prohibida su venta.

ICTIOFAUNA

Rocío Rodiles-Hernández, Alfonso A. González-Díaz,
Adrián F. González-Acosta, Miriam Soria-Barreto y Héctor S. Espinosa-Pérez

Introducción

Los peces son considerados el grupo más numeroso dentro de los vertebrados actuales, con 30 959 especies (Eschmeyer y Fong, 2009). En contraste, el número de tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), suman 26 734 especies reconocidas (Nelson, 2006). De acuerdo con estos autores, en los últimos 20 años se han descrito 6591 especies de peces y el número podría incrementarse debido a la aplicación de nuevas técnicas de muestreo y de análisis (morfométricas y moleculares), así como a la exploración de áreas poco accesibles o de zonas escasamente estudiadas (Rodiles-Hernández, 2005; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005).

El estado del conocimiento sobre los peces de Chiapas se encuentra en el nivel de inventario de especies, donde se ha logrado un avance significativo en los últimos 15 años a partir de los estudios realizados por El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), varios de ellos financiados por la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) y documentados en la Colección de Peces (ECOSC), lo cual ha sido una tarea de gran importancia dado que el territorio chiapaneco se encuentra inmerso en una amplia red hidrográfica, la cual forma parte de: a) el sistema fluvial más grande de América Central (el Grijalva-Usumacinta), con un alto endemismo de peces dulceacuícolas tropicales (Miller, 1988; Hudson, *et al.*, 2005; Rodiles-Hernández, 2005); b) un sistema estuarino-lagunar, refugio de una amplia diversidad de peces marinos tropicales y c) tres grandes obras de ingeniería civil (presas hidroeléctricas) construidas sobre el cauce del río Grijalva, utilizadas para cultivo de especies introducidas y nativas (ver capítulo de Ecosistemas Acuáticos).

Entre los primeros inventarios realizados, Velasco (1976) menciona la presencia de 74 especies de agua dulce en el estado, mientras que Lozano-Vilano y Contreras-Balderas (1987) reportan 135 especies de ambientes dulceacuícolas y costeros. Estudios más recientes realizados por Rodiles-Hernández (2005) y Rodiles-Hernández *et al.* (2005a) documentan la existencia de 205 y 207 especies, respectivamente.

Algunas contribuciones mencionan de modo parcial a la ictiofauna regional: Jordan y Evermann, 1900; Meek, 1907; Álvarez y Carranza, 1951; Myers, 1966; Bussing, 1985; Lazcano-Barrero y Vogt, 1992; Gaspar-Dillanes, 1996; Rodiles-Hernández *et al.*, 1996; Domínguez-Cisneros y Rodiles-Hernández, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Rodiles-Hernández *et al.*, 1999; Morales-Román y Rodiles-Hernández, 2000; Bueno-Soria y Santiago-Fragoso, 2002; Olmos, 2002; Velázquez-Velázquez y Schmitter-Soto, 2004; González-Díaz *et al.*, 2005; Santoyo, 2005; Lozano-Vilano *et al.*, 2007; González-Díaz *et al.*, 2008; Soria-Barreto y Rodiles-Hernández, 2008; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008.

Otras contribuciones se refieren a descripciones de nuevas especies y géneros endémicos (Miller, 1950a, b; Rosen y Bailey, 1959; Hubbs y Miller, 1960; Collette, 1974; Miller y Taylor, 1984; Lozano-Vilano y Contreras-Balderas, 1990) y destacan los recientes descubrimientos de especies pertenecientes a la familia Cichlidae (mojarras dulceacuícolas) (Allgayer, 1988, 1989, 1991, 2002; Schmitter-Soto, 2007) y de especies que pertenecen a los Siluriformes (bagres) (Weber y Sbordoni, 2003; Betancur-R. y Willink, 2007), así como el sorprendente descubrimiento de una nueva familia (Lacantuniidae), género y especie (*Lacantunia enigmatica*) endémica del Usumacinta (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005; Lundberg *et al.*, 2007).

La presente contribución se fundamenta en los estudios antes referidos y en la adición de más de 200 especies marinas de registros generados a través de: 1) colectas recientes en la Costa de Chiapas, actualmente depositadas en la Colección de Peces de Ecosur-Unidad San Cristóbal de las Casas y 2) registros provenientes de la Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM).

En el cuadro 1 se reporta el número total de especies y géneros por familia, orden y clase (peces cartilaginosos y óseos). En el apéndice VIII.14 se enlistan todas las especies y se proporciona el nombre común de cada una de las familias para una rápida localización. El cuadro 2 se refiere a las especies endémicas (30), de las cuales más de 50 % (17 especies) se encuentran en alguna categoría de especies en riesgo de desaparecer, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y a la AFS (American Fisheries Society, 2008); las otras 13 especies endémicas no se encuentran en alguna de estas categorías debido a la escasez de información sobre su historia de vida. La clasificación taxonómica está basada en la literatura más reciente y actualizada (Nelson, 2006; Eschmeyer y Fricke, 2009). Cada uno de los nombres científicos y su correcta escritura fueron revisados mediante la consulta en línea del Catálogo de Peces de Eschmeyer (2009). Para la delimitación de las áreas de distribución de algunas familias se consultó a Berra (2001) y para los nombres comunes a Nelson *et al.* (2004).

Composición y diversidad taxonómica

Se documenta para Chiapas la presencia de 410 especies pertenecientes a dos clases: Chondri-

chthyes (peces cartilaginosos) y Actinopterygii (peces óseos), incluidos en 30 órdenes, 82 familias y 204 géneros (cuadro 1). De éstas, 72.9 % son especies de origen marino (299), 24.4 % dulceacuícola (100) y 2.7 % vicario (11); estas últimas se refieren a especies con ancestría marina, pero que actualmente están restringidas al medio dulceacuícola (Myers, 1938).

De las 82 familias de peces que se enlistan en este trabajo (cuadro 1), diez familias contienen 51 % (211) de la riqueza total de especies. Destacan en orden de importancia: las mojarras de agua dulce (Cichlidae), con 40 especies (9.8 % del total); los topotes o espadas (Poeciliidae), con 26 (6.3 %); las corvinas o berrugas (Sciaenidae), con 23 (5.6 %); los jureles o pámpanos (Carangidae), con 19 (4.6 %); los gobios (Gobiidae) y los bagres marinos (Ariidae), cada uno con 17 (4.1 %); las cabrillas o meros (Serranidae) con 15 (3.7 %); los burros o roncós (Haemulidae) con 13 (3.2 %); las mojarras (Gerreidae), con 11 (2.7 %); los lenguados (Paralichthyidae), los miraestrellas (Dactyloscopidae) y los robalos (Centropomidae), con 10 especies cada uno (2.4 %).

Doce especies han sido introducidas recientemente a los cuerpos de agua de Chiapas, cinco de las cuales son representativas de cuatro familias que constituyen nuevos registros dentro de la ictiofauna estatal. Entre éstas se incluyen dos especies de carpas: *Ctenopharyngodon idella* y *Cyprinus carpio* (Cyprinidae); la trucha arcoíris: *Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae); la lobina negra: *Micropterus salmoides* (Centrarchidae) y recientemente tres especies del pez armado: *Pterygoplichthys pardalis*, *P. disjunctivus* y *Pterygoplichthys* sp. (Loricariidae) (cuadro 1 y apéndice VIII.14). Las otras cinco especies corresponden a mojarras dulceacuícolas de la familia Cichlidae: *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *Parachromis managuense*, *Tilapia aurea* y *T. cf. zilli* (cuadro 1 y apéndice VIII.14).

Once especies de origen marino son consideradas como parte del componente vicario que caracteriza a la región Neotropical (Miller, 1966, 1986; Miller y Smith, 1986): los bagres: *Potamarius nelsoni* y *P. usumacintae* (Ariidae); el charal: *Atherinella alvarezii* (Atherinidae); el pez sapo: *Batrachoides goldmani* (Batrachoididae); el agujón: *Strongylura hubbsi* (Belonidae); las sardinas: *Dorosoma anale* y *D. petenense* (Clupeidae); la mojarra: *Eugerres mexicanus* (Gerreidae); el pa-

Cuadro 1. Riqueza de peces.

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Chondrichthyes				
	Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	1	1
	Lamniformes	Alopiidae	1	3
	Carcharhiniformes	Carcharhinidae	2	8
		Sphyrnidae	1	2
	Torpediniformes	Narcinidae	2	3
	Pristiformes	Pristidae	1	1
	Myliobatiformes	Dasyatidae	1	2
		Urotrygonidae	1	3
		Gymnuridae	1	1
		Myliobatidae	1	1
Actinopterygii				
	Lepisosteiformes	Lepisosteidae	1	1
	Elopiformes	Elopidae	1	1
		Megalopidae	1	1
	Albuliformes	Albulidae	1	1
	Anguiliformes	Chlopsidae	1	3
		Muraenidae	1	3
		Ophichthidae	6	8
		Muraenesocidae	1	1
		Congridae	4	4
	Cupleiformes	Engraulidae	3	9
		Clupeidae	5	8
	Gonorynchiformes	Chanidae	1	1
	Cypriniformes	Cyprinidae *	2	2
		Catostomidae	1	1
	Characiformes	Characidae	5	7
	Siluriformes	Ictaluridae	1	1
		Ariidae	6	17
		Lacantuniidae	1	1
		Heptapteridae	1	4
		Loricariidae*	1	3
	Salmoniformes	Salmonidae *	1	1
	Ophidiiformes	Carapidae	1	2
		Ophidiidae	1	2
	Gadiformes	Bregmacerotidae	1	1
	Batrachoidiformes	Batrachoididae	1	2
	Lophiiformes	Antennariidae	1	1
	Mugiliformes	Mugilidae	4	7
	Atheriniformes	Atherinopsidae	1	6
	Beloniformes	Belonidae	2	2
		Exocoetidae	4	5
		Hemiramphidae	2	3
	Cyprinodontiformes	Rivulidae	1	1

Cuadro 1. Continuación.

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies
		Profundulidae	1	4
		Anablepidae	1	1
		Poeciliidae	12	26
	Gasterosteiformes	Syngnathidae	2	2
		Fistulariidae	1	2
	Synbranchiformes	Synbranchidae	1	1
	Scorpaeniformes	Triglidae	2	6
	Perciformes	Centropomidae	1	10
		Serranidae	6	15
		Centrarchidae*	1	1
		Malacanthidae	1	3
		Coryphaenidae	1	2
		Carangidae	10	19
		Lutjanidae	1	6
		Gerreidae	4	11
		Haemulidae	6	13
		Sparidae	1	1
		Polynemidae	1	2
		Sciaenidae	12	23
		Mullidae	2	2
		Kyphosidae	1	1
		Cichlidae*	10	40
		Labridae	2	2
		Uranoscopidae	1	1
		Dactyloscopidae	3	10
		Eleotridae	4	5
		Gobiidae	12	17
		Microdesmidae	2	2
		Gempylidae	1	1
		Ephippidae	2	2
		Scombridae	3	4
		Stromateidae	1	1
	Pleuronectiformes	Bothidae	2	3
		Paralichthyidae	5	10
		Achiridae	2	6
		Cynoglossidae	1	4
	Tetraodontiformes	Balistidae	2	3
		Monacanthidae	1	1
		Tetraodontidae	3	8
		Diodontidae	2	4
Total	30	82	203	410

Fuente: basado en Rodiles-Hernández *et al.* 2005, acervo de colecciones de peces (ECOSC, IBUNAM), colectas recientes y revisión de literatura.

(*) Familias con una o más especies introducidas, exóticas o invasoras.

jarito: *Hyporhamphus mexicanus* (Hemiramphidae); el roncadador: *Aplodinotus grunniens* (Sciaenidae), y la guavina *Gobiomorus dormitor* (Eleotridae). Estas especies tienen actualmente una distribución restringida a los ambientes dulceacuícolas establecidos a lo largo de la cuenca del sistema Grijalva-Usumacinta (sureste de México y norte de Guatemala).

Con la finalidad de aportar información relevante de los grupos de peces más representativos de la ictiofauna chiapaneca, se proporcionan a continuación datos relevantes de 22 familias de peces (cuatro familias de peces cartilaginosos y 18 de peces óseos). Se hace énfasis en la distribución e importancia biológica y económica de algunas especies, sin embargo, la información disponible hasta la fecha es escasa, por lo que se espera que estudios recientes aporten más elementos para la toma de decisiones en materia de conservación y desarrollo pesquero y acuícola. Adicionalmente, se incluyen estudios de caso de dos familias dulceacuícolas, una de ellas endémica de Mesoamérica y con especies en peligro de extinción (Profundulidae, ver estudio de caso: Acerca de un género endémico *Profundulus* Hubbs 1924) y la otra (Loricariidae, ver estudio de caso: El impacto de especies invasoras: el caso de la familia Loricariidae) conformada por especies invasoras e introducidas en Chiapas en años recientes y consideradas como de alto riesgo para la diversidad biológica nativa (CONABIO, 2008).

Chondrichthyes (peces cartilaginosos)

CARCHARHINIDAE (TIBURONES, TINTORERAS)

Este grupo de tiburones está conformado por 12 géneros cuyas especies son cosmopolitas y de distribución tropical; aunque algunas se pueden encontrar de modo ocasional o temporal en ambientes mixohalinos o de tipo limnético (Espinosa Pérez *et al.*, 2004). Dos de estos géneros: *Carcharhinus* (siete especies) y *Galeocerdo* (una especie) se distribuyen en aguas del Pacífico chiapaneco (cuadro 1 y apéndice VIII.14) y sostienen una importante pesquería establecida en la porción sur del estado. *Carcharhinus leucas* es la especie que muestra la mayor tolerancia a los cambios en la salinidad y se le puede encontrar incluso en las lagunas costeras, en tanto que *Galeocerdo cuvier* habita en todos los mares del océano (excepto el

Mediterráneo). Es probable que se puedan registrar otras especies de esta familia en las costas chiapanecas, sin embargo, la falta de estudios y registros formales de esta fauna en colecciones científicas impiden asegurarlo, por lo que es imperiosa la necesidad de realizar inventarios más detallados que permitan ampliar el número de especies que se encuentra en esta lista.

DASYATIDAE (rayas, rayas látigo)

Esta familia contiene alrededor de cinco géneros, cuyos representantes en su mayoría se localizan en el Indopacífico. En México, sólo existen dos géneros: *Dasyatis* (siete especies) e *Himantura* (dos especies); del primero se conocen dos especies en el Pacífico: *Dasyatis dipterura* y *D. longa*, ambas distribuidas en ambientes neutros e hipersalinos de Chiapas (cuadro 1 y apéndice VIII.14) y, en general, dentro de los ambientes marinos y lagunares de la costa occidental mexicana. Dentro del género *Himantura* sólo se reconoce la presencia de *H. pacifica* en las costas suroeste de México y occidental de América Central (Castro-Aguirre y Espinosa Pérez, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999); aunque no ha sido registrada para la costa chiapaneca, es posible encontrarla dada la distribución conocida de esta raya.

MYLIOBATIDAE (chuchos, rayas mariposa)

Esta familia está compuesta por cuatro géneros; en México sólo es conocida la presencia de *Aetobatus*, con una sola especie: *A. narinari* ("chucho pintado"), con distribución cosmopolita, está presente en mares tropicales y subtropicales del mundo y, ocasionalmente, incursiona hacia áreas hipersalinas (Castro-Aguirre y Espinosa Pérez, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Esta especie se reporta como parte de la ictiofauna característica de las costas de Chiapas (cuadro 1 y apéndice VIII.14). Asimismo, se ha reportado en México la presencia del género *Myliobatis*, representado por cuatro especies (dos formas Atlánticas y dos Pacíficas), aunque ninguna ha sido registrada para los mares de Chiapas; estudios posteriores podrían documentar su presencia en este lugar dada la amplia distribución que se conoce de estas especies a lo largo del Pacífico mexicano.

Sphyrnidae (cornudas, tiburón martillo)

Sólo se conocen dos géneros en esta familia, *Eusphyrna* (monotípico) con distribución exclusiva en el Indopacífico y *Sphyrna*, con distribución en las regiones tropicales y subtropicales del océano mundial (Espinosa Pérez *et al.*, 2004). El género *Sphyrna* se compone de siete especies, de las cuales hay registros en estas aguas de *S. corona* (especie endémica del Pacífico oriental) y de *S. lewini* (cuadro 1 y apéndice VIII.14) la cual es un habitante común en aguas del sur del estado y de amplia distribución en costas del Pacífico mexicano. La abundante captura que se ejerce sobre estas especies constituye una pesquería importante.

Actinopterygill (peces óseos)

ARIIDAE (BAGRES MARINOS)

Los Ariidae son peces con amplia distribución en el mundo, habitan aguas costeras, estuarios, desembocadura de ríos y ámbitos netamente dulceacuícolas, de regiones tropicales y templadas (Castro-Aguirre *et al.*, 2006). En este grupo se reconocen alrededor de 130 especies, en un número aproximado de 29 géneros (Marceniuk y Menezes, 2007). Para Chiapas representa un grupo bastante diverso, del cual se han reportado seis géneros y diecisiete especies, tanto para los ambientes estuarino lagunares como los dulceacuícolas (cuadro 1 y apéndice VIII.14). En lo general, son peces de interés comercial en la zona debido a su abundante captura y porque representan una fuente importante de alimento. A pesar de esto, no existen estudios referentes a su estatus de conservación y volúmenes de captura.

Destacan dos especies endémicas de la región, ambas con distribución simpátrida a lo largo de la cuenca del sistema Grijalva-Usumacinta: *Potamarius nelsoni* y la recientemente descrita *P. usumacintae* (Betancur y Willink, 2007) (cuadro 2). Información sobre la biología de estos grupos es prácticamente desconocida, aunque se ha observado que son consumidos por las poblaciones locales. De modo particular, se menciona que *P. nelsoni* es una especie abundante que alcanza tallas entre 14.9-51.2 cm y un peso de 0.27-1.525 kg. Su dieta es omnívora y se compone de insectos (en mayor propor-

ción), detritus, restos de peces, micromoluscos y plantas (Velasco Colín, 1976; Chávez-Lomelí *et al.*, 1989).

BATRACHOIDIDAE (PECES SAPO)

Este grupo se compone por alrededor de 70 especies y 19 géneros, con distribución en el ambiente marino y en aguas continentales. De estos géneros, sólo tres se distribuyen en aguas mexicanas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999) y, en particular para Chiapas, se presentan dos especies dentro del género *Batrachoides* (cuadro 1). Una de estas especies (*B. waltersi*) se distribuye en los ambientes litorales chiapanecos y la otra, *B. goldmani*, es una especie endémica con distribución restringida a los ambientes dulceacuícolas de la cuenca del Grijalva-Usumacinta (Collette y Russo, 1981) (cuadro 2). Los organismos de esta especie de agua dulce alcanzan tallas entre 13.4 y 27.4 cm, su dieta se basa en peces y plantas, y se encuentra parasitada por nemátodos (Chávez-Lomelí *et al.*, 1989). Collette y Russo (1981) la mencionan como un depredador de *E. mexicanus*. Debido a su poca abundancia no han sido objeto de estudios que aporten mayor conocimiento sobre su biología y estatus de conservación.

BELONIDAE (AGUJONES)

Esta familia se compone de 32 especies y 10 géneros, los cuales en su mayoría habitan regiones marinas tropicales (incluye estuarios y lagunas costeras), aunque algunos de sus representantes se distribuyen de forma exclusiva en ambientes dulceacuícolas. Este caso lo representa el género *Strongylura*, en el cual se incluyen formas marinas y de agua dulce (Lovejoy y Collette, 2001). En Chiapas se ha registrado la presencia de dos especies: *S. exilis* con distribución en zonas estuarino lagunares y *S. hubbsi*, cuya principal área de distribución se presenta a lo largo de la cuenca del sistema Grijalva-Usumacinta, en la región Neotropical (Collette, 1974). Esta última especie es endémica y forma parte de la ictiofauna vicaria que caracteriza a esta región y a la fauna íctica del estado. Sin embargo, no existen estudios relativos al conocimiento de la biología, su estatus de conservación y áreas de distribución particulares de la especie.

Cuadro 2. Listado de peces endémicos y en riesgo de desaparición.

Familia	Especie	Categoría NOM-059-SEMARNAT-2010	Categoría AFS	Endemismo
Characidae	<i>Roeboides bouchellei</i>			Endémico P
Lacantuniidae	<i>Lacantunia enigmatica</i>	P	A	Endémica U
Ariidae	<i>Potamarius nelsoni</i>	Pr	V	Endémico U
	<i>Potamarius usumacintae</i>		V	Endémico U
Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Pr		
	<i>Rhamdia laluchensis</i>		A	Endémica G
Salmonidae	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Pr *	A	
Batrachoididae	<i>Batrachoides goldmani</i>			Endémica U
Profundulidae	<i>Profundulus candalarius</i>			Endémica G
	<i>Profundulus hildebrandi</i>	P	P	Endémica G
Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis hartwegi</i>			Endémica P
	<i>Gambusia eurystoma</i>	Pr	V	Endémica G
	<i>Heterophallus milleri</i>			Endémica G
	<i>Poecilia butleri</i>	Pr		
	<i>Poecilia sulphuraria</i>	P	A	Endémica G
	<i>Poeciliopsis hnlickai</i>			Endémica G
	<i>Priapella compressa</i>	A	A	Endémica G-U
	<i>Xiphophorus alvarezi</i>			Endémica U
Syngnathidae	<i>Hippocampus ingens</i>	Pr		
Cichlidae	<i>Amphilophus macracanthum</i>			Endémica P
	' <i>Cichlasoma</i> ' <i>grammodes</i>	Pr	V	Endémica G
	<i>Rocio ocotal</i>		A	Endémica U
	<i>Paraneetroplus gibbiceps</i> (<i>Theraps gibbiceps</i>)			Endémica G
	<i>Thorichthys socolofi</i>	A	V	Endémica G-U
	<i>Vieja breidohri</i>			Endémica G
	<i>Vieja guttulata</i>			Endémica P
	<i>Vieja hartwegi</i>	A		Endémica G
	<i>Theraps intermedia</i>	Pr		
	<i>Theraps ufermanni</i>			Endémica U
	<i>Vieja zonata</i>			Endémica P

En la zona de estudio constituye una especie introducida. Fuente: NOM-059 = Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2010); AFS= American Fisheries Society (Jelks et al., 2008). Endemismo: Especies endémicas a: (G)= Cuenca del Grijalva, (U)= Cuenca del Usumacinta, (G-U) Cuencas Grijalva-Usumacinta y (P) ríos de la costa del Pacífico. Categorías: Amenazada (A), en peligro de extinción (P) y en protección especial (Pr), vulnerable (V), *= Exótica.

CATOSTOMIDAE (CHOPAS, MATALOTES)

Esta familia dulceacuícola cuenta con representantes en China, noreste de Siberia y Norteamérica. Sus especies se caracterizan por tener la boca grande, protractil y en posición ventral, así como labios carnosos. Existen 13 géneros y 72 especies (Nelson, 2006); en México se encuentran 15 y en Chiapas sólo se distribuye *Ictiobus meridionalis*, especie que ha sido considerada sinónimo de *Ictiobus bubalus* (Miller *et al.*, 2005), sin embargo, hay evidencias para considerarlas especies diferentes (Bart *et al.*, 2004). Su distribución en el estado se circunscribe a la cuenca Grijalva-Usumacinta. Aparentemente, hace algunos años su abundancia era mayor a la actual, su pesca era común para el consumo y comercialización, no obstante, recientemente su captura se ha vuelto poco frecuente. Se reportan tallas de 80 cm de LP y 12 kg de peso (Velasco Colín, 1976). Es muy probable que la especie esté experimentando problemas con sus hábitos alimentarios, ya que principalmente come en el fondo de ríos y lagunas, los cuales se están azolvando aceleradamente como consecuencia de la deforestación.

CENTROPOMIDAE (ROBALOS)

Esta familia, integrada por peces marinos y algunos representantes dulceacuícolas, se distribuye tanto en aguas tropicales como subtropicales de Norte y Centroamérica. Sólo se conoce un género y 12 especies, las cuales se pueden encontrar en su totalidad en aguas mexicanas (Miller *et al.*, 2005; Nelson, 2006); en Chiapas tan solo se registran diez de éstas (cuadro 1 y apéndice VIII.14), cuatro en la vertiente del Atlántico y seis para el Pacífico (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005a). La talla comercial de estas especies por lo general es grande; por ejemplo, se reportó que *Centropomus nigrescens* llega a medir hasta 60 cm LP, *C. robalito* 30 cm LP, *C. parallelus* 40 cm LP y *C. undecimalis* más de 100 cm de LP (Velasco, 1976). Por la calidad de su carne, estas especies tienen gran valor comercial y son uno de los principales recursos pesqueros en el estado; además, son de gran valor para los practicantes de la pesca deportiva.

CHARACIDAE (SARDINAS, MACABILES, MACHACAS)

Los carácidos son un grupo muy diverso de peces dulceacuícolas y su gran variabilidad morfológica les ha permitido adaptarse a diferentes tipos de hábitat y mostrar una variedad considerable de conductas alimentarias; podemos encontrar formas herbívoras, carnívoras y omnívoras (Berra, 2001).

Existen cerca de 138 géneros y más de 700 especies que se distribuyen desde el Río Grande de Texas, a través de México y Centroamérica, hasta Chile y Argentina (Berra, 2001). En Chiapas se encuentran cinco géneros y siete especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14). Dos de estas especies: *Roeboides bouchellei* y *R. guatemalensis* se distribuyen en los ríos de la vertiente del Pacífico, las otras siete se encuentran en la cuenca del Grijalva-Usumacinta (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005a; Miller *et al.*, 2005). *Astyanax armandoi* había sido considerada una especie endémica y en peligro de extinción (Semarnat, 2010); sin embargo, recientemente se determinó que es un sinónimo de *Astyanax aeneus* (Schmitter-Soto *et al.*, 2008) lo que inhabilita esta categoría. En Chiapas, las especies de *Astyanax*, conocidas comúnmente como sardinas, son de talla pequeña (15 cm LP) y se consumen de manera frecuente. Por otro lado, el macabil o machaca, *Brycon guatemalensis*, representa una especie que forma parte de la gastronomía de diversas comunidades locales y puede alcanzar tallas hasta de 65 cm LP y un peso de 6 kg.

CICHLIDAE (MOJARRAS DE AGUA DULCE)

Estos peces son principalmente dulceacuícolas, sin embargo, algunas especies pueden tolerar aguas salobres. Una de las características distintivas de los miembros de este grupo es la presencia de los poros de la línea lateral, separados en una línea superior y otra inferior. Es un grupo muy diverso, su distribución abarca desde Texas, Centro y Sudamérica, Indias Occidentales, África, Madagascar, Oriente Medio, Sri Lanka (Berra, 2001; Nelson, 2006). Se conocen aproximadamente 112 géneros y 1 300 especies (Nelson, 2006). El género *Cichlasoma* se encuentra restringido a Sudamérica, por lo que las especies distribuidas en Estados Unidos, México y Centroamérica (antes asignadas *Cichlasoma*) pertenecen a diferentes géneros (actualmente en estudio).

En Chiapas se encuentran 10 géneros y 40 especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), de las cuales, 14 son endémicas y cinco introducidas (Rodiles-Hernández, 2005; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005a). '*Cichlasoma*' *grammodes*, *Vieja hartwegi*, *Theraps intermedia* y *Thorichthys socolofi* se encuentran sujetas a protección especial (Semarnat, 2010) (cuadro 2). Los cíclidos en Chiapas se distribuyen principalmente en la cuenca Grijalva-Usumacinta y en la vertiente del Pacífico sólo se encuentran *Amphilophus macracanthus*, '*Cichlasoma*' *trimaculatum*, *Vieja guttulata* y *P. zonata* (Miller *et al.*, 2005). La mayoría de las especies son de importancia pesquera, ya sea con fines comerciales o para consumo local. La talla de estas especies es muy variable, pueden ir de las pequeñas como *Thorichthys* spp., hasta las más grandes como las especies del género *Paraneotroplus*, '*Cichlasoma*' y *Petenia splendida*, esta última de hasta 37.5 cm de LP y 670 g de peso (Velázquez, 1997), aunque por sus llamativos colores también son usadas con fines de acuariofilia.

CLUPEIDAE (SARDINAS)

Esta familia se distribuye mundialmente en zonas tropicales y templadas. Su estructura taxonómica la componen 216 especies, agrupadas en 66 géneros. En Chiapas se reporta la presencia de cinco géneros y ocho especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), cinco de las cuales se distribuyen en ambientes mixohalinos y dos (*Dorosoma anale* y *D. petenense*) forman parte de la ictiofauna vicaria endémica de la región Neotropical y ambientes dulceacuícolas del estado (sistema Grijalva-Usumacinta). Respecto a la sardinita plateada (*D. anale*), se menciona que forma cardúmenes, alcanza una talla máxima de 30 cm LP, se alimenta de fito y zooplancton y se captura comercialmente para su consumo en seco y como carnada (Velasco Colín, 1976). Mientras que en el caso de la sardina arenga (*D. petenense*) se conoce que alcanza tallas de 11.9-38 cm LT y un peso de entre 14.0 y 523.5 g, es muy abundante, su alimentación es omnívora y está basada en el consumo de fitoplancton, crustáceos, moluscos, insectos y detritus; su proporción sexual es de 74 machos por 177 hembras (Chávez-Lomelí *et al.*, 1989).

CYPRINIDAE (CARPAS)

Son peces dulceacuícolas que en raras ocasiones se pueden encontrar en aguas salinas. Su distribución es muy amplia, desde el norte de Canadá hasta el sur de México, África y Eurasia (Berra, 2001; Nelson, 2006). Es considerada la familia de peces más numerosa del mundo, con 220 géneros y 2 420 especies (Nelson, 2006). Muestra además una especial diversidad de adaptaciones morfológicas para vivir en diferentes hábitats (Miller *et al.*, 2005). En México, este grupo está representado por cerca de 80 especies (Miller *et al.*, 2005), de las cuales, tres son introducidas, *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio* y *Ctenopharingodon idella*. Estas dos últimas se encuentran con frecuencia en territorio chiapaneco (cuadro 1 y apéndice VIII.14), y se distribuyen principalmente en la cuenca Grijalva-Usumacinta (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005) donde han causado notables impactos en la biodiversidad íctica (Morales-Román y Rodiles-Hernández, 2000). Por su abundancia se les ha utilizado para consumo humano, sin embargo, no son de las especies que más agraden por su sabor. La introducción de *C. carpio* en la cuenca de San Cristóbal de las Casas provocó la infestación de endoparásitos en poblaciones de *Profundulus hildebrandi* (Velázquez-Velázquez y Schmitter-Soto, 2001).

GERREIDAE (MOJARRAS MARINAS, PICHINCHAS)

Los guerreidos son peces que se distribuyen en regiones costeras tropicales y subtropicales del mundo. En América se presentan alrededor de 23 especies nominales, agrupadas en cinco géneros (González-Acosta, 2005). De modo particular, en Chiapas se reporta la presencia de cuatro géneros y once especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), la mayoría de éstas son parte del componente marino eurihalino que se distribuye en las zonas estuarino lagunares de la franja costera. Destaca por su condición vicaria, la mojarra pichincha *E. mexicanus*, una especie que se distingue de los otros miembros de la familia por su distribución exclusiva (endémica) en ambientes dulceacuícolas de la partes altas de Chiapas (González-Acosta *et al.*, 2007a).

El grupo de los Gerreidae se ha caracterizado por la problemática que se presenta en la iden-

tificación de sus especies; sin embargo, en los últimos años ha sido posible la clarificación taxonómica de algunas especies, como el caso de *Eugerres* spp. (González-Acosta *et al.*, 2005, 2007a), la validación de *D. brevirostris* en el Pacífico oriental tropical y la inclusión de *D. peruvianus* como *incertae sedis* (González-Acosta *et al.*, 2007b). Estudios recientes realizados al componente dulceacuícola ha hecho posible la identificación de una forma adicional y el establecimiento de un complejo de especies formado por *E. mexicanus* y una forma adicional denominada de forma preliminar como *E. aff. mexicanus*. (González-Acosta *et al.*, 2007a) De modo particular, éste es un grupo de peces que se aprovechan comercialmente y para el consumo humano, sin embargo, los aspectos básicos de su biología y estatus de conservación son prácticamente desconocidos (González-Acosta, 2005). Recientemente, se ha iniciado una serie de investigaciones sobre aspectos básicos de su biología (alimentación, desarrollo, reproducción) con fines de cultivo.

HEMIRAMPHIDAE (PAJARITOS)

Esta familia incluye formas tanto de ambientes marinos como dulceacuícolas, distribuidas en regiones tropicales y templadas del mundo. El grupo comprende alrededor de 16 géneros (Castro-Aguirre *et al.*, 1999) y 85 especies (Nelson, 2006). En el estado se cuenta con la presencia de dos géneros y tres especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), dos de ellas con distribución en lagunas costeras y estuarios (*Hyporhamphus naos* y *Euleptorhamphus viridis*) y la tercera considerada como especie vicaria, con distribución en ambientes dulceacuícolas de la cuenca del Grijalva-Usumacinta (*H. mexicanus*). Esta especie no tiene valor comercial, alcanza tallas entre 6-25 cm LP y pesa entre 1-13.5 g (Velasco Colín, 1976; Chávez-Lomelí *et al.*, 1989). No se conoce mayor información sobre la especie de agua dulce, excepto de aquella que la relaciona en su distribución con otras formas vicarias y endémicas de la región.

HEPTAPTERIDAE (JUILES, FILES)

La familia está representada por bagres de aguadulce que se caracterizan por su piel

desnuda y la presencia de tres pares de bigotes, su aleta dorsal es larga y adiposa. A nivel mundial se reconocen cerca de 25 géneros y 175 especies. Su distribución va de México hasta Sudamérica (Nelson, 2006). En Chiapas se encuentra solo un género y cuatro especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14); *Rhamdia guatemalensis* se distribuye en ambas vertientes continentales, *R. laticauda* en el Atlántico y *R. parryi* en el Pacífico, mientras que *R. laluchensis* está restringida a la cueva La Lucha, en el municipio de Ocozocuatla (cuenca del Río Grijalva); esta última especie carece de ojos. *Rhamdia guatemalensis* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de protección especial (Semarnat, 2010) (cuadro 2). Localmente a los organismos de esta familia se les conoce como juil o fil y son apreciados para consumo; alcanzan tallas superiores a los 20 cm e incluso se ha registrado que pueden alcanzar cerca de 46 cm de LP (Velasco Colín, 1976).

ICTALURIDAE (BAGRES)

Esta familia de peces dulceacuícolas es endémica de Norteamérica. Se compone de siete géneros y 45 especies (Nelson, 2006). En el norte de México (vertiente del Atlántico) se pueden encontrar más de seis especies; mientras que en la vertiente del Pacífico mexicano (Cuenca del Balsas) se presenta solo una especie que es endémica de la región. En Chiapas, se distribuye el bagre o jolote *Ictalurus meridionalis* (cuadro 1 y apéndice VIII.14), una especie que había sido considerada como un sinónimo del bagre azul *I. furcatus*. Sin embargo, estudios recientes llevados a cabo por Rodiles-Hernández *et al.* (2007) demuestran que ambas entidades taxonómicas son válidas.

La distribución actual de *I. meridionalis* va de la cuenca del río Papaloapan (Veracruz) hasta Belice. Es una especie de importancia alimenticia, muy apreciada por su carne, y puede alcanzar grandes tallas de más de un metro de LP y 18 kg de peso (Velasco Colín, 1976); sin embargo, es objeto de sobrepesca tanto de juveniles como adultos, por tanto, es necesario realizar estudios detallados sobre su biología para reproducir en cautiverio, así como programas de manejo sustentable de la especie.

LACANTUNIIDAE (BAGRE DE CHIAPAS) - ENDÉMICA DEL USUMACINTA

Es una familia de hábitos dulceacuícolas de reciente descubrimiento (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005b). Hasta ahora se reconoce un único representante a nivel mundial, el denominado bagre de Chiapas *Lacantunia enigmatica* (cuadro 1, 2 y apéndice VIII.14) una especie primitiva del Cretácico; estudios moleculares recientes demuestran que esta especie tiene profundas raíces africanas (Lundberg *et al.*, 2007) lo que indica un extraordinario caso de aislamiento biogeográfico. Es una especie nativa de la región, rara o poco abundante y endémica de la cuenca del Usumacinta; vive en zonas de remolinos, pozas profundas y zonas de corriente rápida. Ocasionalmente, se consume a nivel local y alcanza tallas máximas de 400 mm LP. Actualmente, se realiza un estudio para conocer aspectos básicos de su biología, hábitat y rango de distribución. La construcción de grandes presas en el río Usumacinta podría provocar cambios radicales en la dinámica hidrológica, el azolvamiento total de los cauces y una reducción drástica del hábitat natural del taxón.

LEPISOSTEIDAE (PEJELAGARTOS, ARMADOS)

Son peces dulceacuícolas, aunque también se les puede encontrar en estuarios. Se consideran organismos primitivos con cuerpo y mandíbulas alargadas, dientes caninos bien desarrollados, aleta caudal heterocerca y escamas ganoideas fuertes (Nelson, 2006). Se distribuyen en la parte este de Norteamérica, sur de Centroamérica hasta Costa Rica y Cuba (Berra, 2001). Se conocen siete especies, distribuidas en los géneros *Lepisosteus* y *Atractosteus* (Nelson, 2006). En Chiapas, sólo se encuentra *A. tropicus*; su distribución en el estado abarca las dos vertientes, en el Atlántico es común en las partes altas y bajas de la cuenca del río Usumacinta (Miller *et al.*, 2005, Rodiles-Hernández, 2005), mientras que en el Pacífico se puede encontrar en ambientes estuarinos. A pesar de no ser una especie muy abundante, se pesca y consume localmente, ya que su carne es apreciada por su sabor. El tamaño reportado varía de 46 a 78.5 cm de longitud total y de 422 a 3 000 gr de peso (Velázquez, 1997), sin embargo, se ha hecho mención que pueden alcanzar un metro de longitud (Velasco Colín,

1976). No obstante, la pérdida de hábitat en su área de distribución está provocando la reducción en el tamaño de sus poblaciones. Se reproduce en la parte media de la cuenca del río Lacantún y es frecuente observarla formando grupos de más de 20 individuos (adultos y juveniles) en este sistema y los ríos de la Reserva Montes Azules. Recientemente, se han puesto en marcha programas para reproducirlos en cautiverio.

MUGILIDAE (LISAS)

Son peces básicamente marinos y estuarinos, sin embargo, existen algunas especies que se encuentran en agua dulce. Su distribución abarca todos los continentes, en zonas tropicales a templadas. Mundialmente se reportan 17 géneros y 72 especies. En Chiapas la familia está representada por cuatro géneros y siete especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), *Agonostomus monticola*, *Mugil cephalus*, *M. curema*, que se distribuyen en ambas vertientes continentales; *Joturus pichardi* restringida al Atlántico y al Pacífico *M. hospes* y *M. setosus* (Miller *et al.*, 2005, Rodiles-Hernández *et al.*, 2005). Por su tamaño y el sabor de su carne, son organismos muy importantes en la actividad pesquera de la región, se consumen y comercializan en cantidades considerables. Se sabe que *A. monticola* puede alcanzar hasta 60 cm de LP y poco más de 1.6 kg de peso (Velasco Colín, 1976).

POECILIIDAE (TOPOTES, ESPADAS)

Esta familia es muy diversa; son peces vivíparos de agua dulce con una considerable tolerancia a concentraciones altas de salinidad. Su distribución abarca Norte y Centroamérica, el Caribe y en Sudamérica llegan hasta el sur de Uruguay; también están presentes en la cuenca del Congo, los lagos Africanos, Dar es Salaam y Madagascar (Berra, 2001). A nivel mundial, se tienen identificados 37 géneros y 304 especies (Nelson, 2006). En Chiapas se localizan 12 géneros y 26 especies, y la mayoría de éstas en la cuenca Grijalva-Usumacinta. Sólo *Brachyrhaphis hartwegi*, *Poecilia butleri*, *P. sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *P. pleurospilus* y *P. turrubarensis* se encuentran en los sistemas acuáticos del Pacífico (Miller *et al.*, 2005). Consideradas en categoría de riesgo se encuentran las especies endémicas: *Gambusia eurystoma*, *Poecilia sulphuraria*

y *Priapella compressa* (Semarnat, 2010) (cuadro 2). A pesar de no ser explotadas comercialmente, muchas especies pueden ser utilizadas con fines ornamentales.

TETRAODONTIDAE (BOTETES)

Esta familia se compone por un número aproximado de 18 géneros y 100 especies, con distribución en ambientes marinos de regiones tropicales y subtropicales del mundo. Habitan ambientes salobres y áreas coralinas (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). En los sistemas estuarino lagunares del estado existen tres géneros y ocho especies (cuadro 1 y apéndice VIII.14), de las cuales destaca *Sphoroides rosenblatti* por ser una especie que se reporta por primera vez en la región del Pacífico central mexicano, ya que su distribución era conocida de Costa Rica a Panamá (Walker y Bussing, 1996). Aunque estos peces, conocidos comúnmente como botetes, no se explotan comercialmente en la región debido a la toxicidad de su hígado, en el noroeste de México su carne es muy apreciada por lo que se encuentra bajo sobreexplotación.

CONCLUSIONES

En este capítulo se documenta una considerable riqueza de especies (410 especies), con la adición de más de 200 especies marinas, de acuerdo a las más recientes publicaciones sobre la diversidad de peces en Chiapas (Rodiles-Hernández, 2005; Rodiles-Hernández *et al.*, 2005a). El incremento de nuevos taxones a la ictiofauna chiapaneca es resultado de investigaciones recientes sobre el inventario de peces en la Costa de Chiapas (Ecosur-CONABIO, 2005), así como de la inclusión de registros de peces cartilaginosos (tiburones y rayas) depositados en la Colección Nacional de Peces del IBUNAM y en la descripción de especies nuevas de la Cuenca del Usumacinta.

La diversidad de peces en Chiapas (410 especies) es comparativamente mayor a la reportada en Guatemala, con 241 especies (Kihn *et al.*, 2006); Oaxaca, con 127 especies (Martínez-

Ramírez *et al.*, 2004) y Tabasco con 95 especies (Espinosa-Pérez y Daza Zepeda, 2005), donde se ha hecho énfasis en aguas continentales.

No obstante, es necesario continuar los estudios de inventarios taxonómicos que permitan incrementar el conocimiento ictiofaunístico del estado de Chiapas y de las costas centroamericanas con las cuales se comparte una amplia diversidad de peces marinos. Asimismo, es imperativo llevar a cabo la exploración de áreas todavía poco representadas, las cuales están siendo amenazadas por la contaminación, extinción de especies y cambio climático.

La ictiofauna chiapaneca destaca por la presencia de importantes endemismos en algunos de sus componentes, que de este modo la hacen un área prioritaria de conservación de la biodiversidad.

Se debe promover la ejecución de estudios integrales y de cuenca que incluyan, además del componente biológico, los factores ambientales y sociales. Esto ayudará a entender el funcionamiento y la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos de Chiapas y, del mismo modo, servirá para hacer recomendaciones y emprender acciones de manejo, conservación y restauración.

Es necesario hacer la revisión y análisis de los principales cambios en la calidad y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como consecuencia de las prácticas antropogénicas que ahí se desarrollan. Por su trascendencia biológica, ecológica y económica se recomienda evaluar los efectos de las actividades ganaderas, agrícolas, forestales y pesqueras, así como de la construcción de presas hidroeléctricas y carreteras.

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) recientemente reactivó el área de ictiología y la formación de biólogos en este campo. Por lo anterior, se espera que las instituciones académicas puedan generar en el corto plazo el conocimiento necesario para la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas acuáticos con énfasis en la historia de vida de las especies de importancia económica y ecológica y con la finalidad de proporcionar alternativas al uso y aprovechamiento de los recursos pesqueros en general.

Literatura citada

- Álvarez, J. y J. Carranza. 1951. Descripción de un género y especie nuevos de peces Ciprinodontidos procedentes de Chiapas (México). *Ciencia* XI: 40-42.
- Allgayer, R. 1988. Redescription du genre *Paraneetroplus* Regan, 1905, et description d'une espèce nouvelle du Mexique (Pisces: Perciformes, Cichlidae). *Revue Française des Cichlidophiles* 9: 4-22.
- Allgayer, R. 1989. Revision et redescription du genre *Theraps* Günther, 1862. Description de deux especes nouvelles du Mexique (Pisces, Perciformes, Cichlidae). *Revue Francaise des Cichlidophiles*:4-30.
- Allgayer, R. 1991. *Vieja argentea* (Pisces, Teleostei, Cichlidae) Une espèce nouvelle d'Amérique centrale *Revue Francaise des Cichlidophiles*. *Revue Francaise des Cichlidophiles*: 3-15.
- Allgayer, R. 2002. *Vieja ufermanni* sp. Nov., un Cichlidé nouveau du bassin du Rio Usumacinta et du Rio de la Pasi6n, Amérique centrale (Pisces: Perciformes). *L'an Cichlidé* 2: 14-17.
- Berra, T.M. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, San Diego, California.
- Betancur-R., R. y P. W. Willink. 2007. A New Freshwater Ariid (Otophysi: Siluriformes) from the Rio Usumacinta Basin. *Copeia* 4: 818-828.
- Bueno-Soria, J. y S. Santiago-Fragoso. 2002. Presa Nezahualc6yotl (Malpaso). México. pp. 567-589. En: E. G. De la Lanza y J. L. García, editores. *Lagos y Presas de México*. AGT Editor S.A., Distrito Federal, México.
- Bussing, W. A. 1985. Patterns of Distribution of the Central American Ichthyofauna. En: F. G. Stehli y S. D. Webb, editores. *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Publishing Corporation, Nueva York.
- Castro-Aguirre, J. L. y H. Espinoza-Pérez. 1996. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). México, D. F. Instituto de Biología, UNAM Listados Faunísticos de México, 8: 75 p.
- Castro-Aguirre, J. L., H. Espinoza-Pérez, y J. J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México*. Editorial Limusa, México.
- Collette, B. B. 1974. *Strongylura hubbsi*, a new species of freshwater needlefish from the Usumacinta province of Guatemala and México. *Copeia* 3: 611-619.
- Collete, B. B. and J. L. Russo 1981. A revision of the scaly toadfishes, genus *Batrachoides*, with descriptions of two news species from eastern Pacific. *Bull. Mar. Sci.* 31 (2): 197- 233.
- Corona Santoyo, G. A. 2005. Diversidadíctica en ríos de la vertiente del pacífico de Chiapas. *Revista Digital Univer-sitaria DGSCA-UNAM*: 1-12.
- Chávez-Lomelí, M. O., A. E. Mattheuws, y M. H. Pérez-Vega. 1989. *Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencia para la piscicultura*. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bi6ticos, Xalapa, Veracruz, México.
- Domínguez-Cisneros, S. y R. Rodiles-Hernández. 1998. *Guía de Peces del Río Lacanjá, Selva Lacandona, Chiapas, México*. Ecosur, San Crist6bal de las Casas.
- Eschmeyer, W. N. y J. D. Fong. 2009. Species of Fishes by family/subfamily. *Catalog of Fishes*. En: W. N. Eschmeyer y R. Fricke (Eds.) *Electronic Version*, San Francisco.
- Eschmeyer, W. N. y R. Fricke. 2009. *Catalog of Fishes in W. N. Eschmeyer and R. Fricke, editors. Electronic Version*, San Francisco.
- Gaspar-Dillanes, M. T. 1996. Aportaci6n al conocimiento de la ictiofauna de la Selva Lacandona, Chiapas. *Rev. Zool. Inf.* (Depto. de Zool., Esc. Nac. Cienc. Biol, Méx.) 33: 41-54.
- González-Acosta, A. F. 2005. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). En Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur. p. 206.
- González-Acosta, A. F., J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre. 2005a. A review of eastern Pacific species of the genus *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Bulletin of Marine Science*. 76: 661-673.
- González-Acosta, A. F., J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre. 2007. A review of the marine western Atlantic fish species of the genus *Eugerres* (Perciformes: Gerreidae). *Bulletin of Marine Science [Bull. Mar. Sci.]*. 80: 109-124.
- González-Acosta, A. F., P. Béarez N. Álvarez-Pliego, J. De La Cruz-Agüero y J. L. Castro-Aguirre. 2007. On the taxonomic status of *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830) and reinstatement of *Diapterus brevirostris* (Sauvage, 1879) (Teleostei: Gerreidae). *Cybbium* 31: 369-377.
- González-Díaz, A. A., E. Diaz-Pardo, M. Soria-Barreto y R. Rodiles-Hernández. 2005. Análisis morfométrico de los peces del grupo *labialis*, género *Profundulus* (Cyprinodontiformes: Profundulidae), in Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 55-61.
- González-Díaz, A. A., R. M. Quiñones, J. Velázquez-Martínez y R. Rodiles-Hernández. 2008. Fishes of La Venta River in Chiapas, Mexico. *Zootaxa* 1685: 47-54.
- Hubbs, C. L. y R. R. Miller. 1960. *Potamarius*, a new genus of ariid catfishes from the fresh waters of Middle America. *Copeia* 2: 101-112.
- Hudson, P. F., D. A. Hendrickson, A. C. Benke, A. Varela-Romero, R. Rodiles-Hernández, y W. L. Minckley. 2005. *Rivers of Mexico*. pp. 1031-1085. En: A. C. Benke y C. E. Cushing, editores. *Rivers of North America*. Elsevier Academic Press, USA.

- Jelks, H. L., S. J. Walsh, N. M. Burkhead, S. Contreras-Balderas, E. Díaz-Pardo, D. A. Hendrickson, J. Lyons, N. E. Mandrak, F. McCormick, J. S. Nelson, S. P. Platania, B. A. Porter, C. B. Renaud, J. J. Schmitter-Soto, E. B. Taylor, y J. Melvin L. Warren. 2008. Feature: endangered Species. Conservation Status of Imperiled North American Freshwater and Diadromous Fishes. *Fisheries* 33: 372-407.
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann. 1900. The fishes of North and Middle America. Smithsonian Institution, Washington.
- Lazcano-Barrero, M. A. y R. C. Vogt. 1992. Peces de la Selva Lacandona, un recurso potencial. pp. 135-144. En: M. A. Vásquez-Sánchez y M. A. Ramos (Eds.). Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación. Publ. Esp. Ecosfera, México.
- Lovejoy, N. R. y B. B. Collette. 2001. Phylogenetic relationships of New World needlefishes (Teleostei: Belontiidae) and the biogeography of transitions between marine and freshwater habitats. *Copeia*: 324-338.
- Lozano-Vilano, M. d. L. y S. Contreras-Balderas. 1990. *Astyanax armandoi* n. sp. from Chiapas, Mexico (Pisces, Ostariophysi: Characidae) with a comparison to the nominal species *A. aeneus* and *A. mexicanus*. *Universidad y Ciencia* 7: 95-107.
- Lozano-Vilano, M. d. L., M. E. García-Ramírez, S. Contreras-Balderas y C. Ramírez-Martínez. 2007. Diversity and Conservation status of the Ichthyofauna of the Rio Lacantun basin in the Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Zootaxa* 1410: 43-53.
- Lundberg, J. G., J. P. Sullivan, R. Rodiles-Hernández y D. A. Hendrickson. 2007. Discovery of African roots for the Mesoamerican Chiapas catfish, *Lacantunia enigmatica*, requires an ancient intercontinental passage. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 39-53.
- MacMahan, C.D., A. D. Geheber y K.R. Piller. 2010. Molecular systematics of the enigmatic Middle American genus *Vieja* (Teleostei: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57: 1293-1300.
- Meek, S. E. 1907. Notes on fresh-water fishes from Mexico and Central America. Publication (Field Columbian Museum) no. 124. *Zoological Series* 7 (5): 133-157.
- Miller, R. R. 1950a. *Profundulus hildebrandi*, a new cyprinodontid fish from Chiapas, Mexico. *Copeia* 1950: 22-30.
- Miller, R. R. 1950b. A review of the American clupeid fishes of the genus *Dorosoma*. *Proceedings of the United States National Museum* 100: 387-410.
- Miller, R. R. 1988. Peces Mesoamericanos de la cuenca del Río Usumacinta: composición, derivación y conservación. Abstracts of the Proceedings of the First Everglades National Park Symposium, Florida International University.
- Miller, R. R. y J. N. Taylor. 1984. *Cichlasoma socolofi*, a new species of cichlid fish of the Thorichthys group from northern Chiapas, Mexico. *Copeia* 1984: 933-940.
- Morales-Román, M. y R. Rodiles-Hernández. 2000. Implicaciones de *Ctenopharyngodon idella* en la comunidad de peces del río Lacanjá. *Hidrobiológica* 10: 13-24.
- Myers, G. S. 1938. Fresh-water fishes and West Indian Zoogeography. Smithsonian Institution. Board of Regents. *Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution* 1937: 339-364.
- Myers, G. S. 1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 4: 766-773.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Olmos Tomasini, E. 2002. Presa La Angostura (Belisario Domínguez), México. pp. 590-599. En: E. G. De la Lanza y J. L. García-Calderón, editores. Lagos y Presas de México. AGT Editor, S.A., Distrito Federal, México.
- Rodiles-Hernández, R. 2005. Diversidad de peces continentales en Chiapas. pp.195-220. En: M. González-Espinoza, N. Ramírez-Marcial y L. Ruíz-Montoya, editores. Diversidad Biológica de Chiapas. Plaza y Valdés, Ecosur, COCYTECH, Distrito Federal, México.
- Rodiles-Hernández, R., E. Díaz-Pardo y J. Lyons. 1999. Patterns in the species diversity and composition of the fish community of the Lacanja River, Chiapas, Mexico. *Journal of Freshwater Ecology* 14: 455-468.
- Rodiles-Hernández, R., S. Domínguez y E. Velázquez. 1996. Diversidad íctica del Río Lacanjá, Selva Lacandona, Chiapas, México. *Rev. Zool. Inf.* (Depto. de Zool., Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.) 34: 3-18.
- Rodiles-Hernández, R., D. A. Hendrickson, J. G. Lundberg, y J. M. Humphries. 2005. *Lacantunia enigmatica* (Teleostei: Siluriformes) a new and phylogenetically puzzling freshwater fish from Mesoamerica. *Zootaxa* 1000: 1-24.
- Rosen, D. E. y R. M. Bailey. 1959. Middle-American Poeciliid Fishes of the Genera *Carlhubsia* and *Phallichthys*, with Descriptions of Two New Species. *New York Zoological Society* 44: 1-44.
- Schmitter-Soto, J. J. 2007. A systematic revision of the genus *Archocentrus* (Perciformes: Cichlidae), with the description of two new genera and six new species. *Zootaxa* 1603: 1-78.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Soria-Barreto, M. y R. Rodiles-Hernández. 2008. Spatial distribution of cichlids in Tzendales River, Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Biology Fishes* 84: 459-469.

Velasco Colín, R. 1976. Los peces de agua dulce del Estado de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas, Chiapas, México.

Velázquez-Velázquez, E. y J. J. Schmitter-Soto. 2004. Conservation status of the San Cristóbal pupfish *Profundulus hildebrandi* Miller (Teleostei: Profundulidae) in the face of urban growth in Chiapas, México. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 201-209.

Velázquez-Velázquez, E., M. E. Vega-Cendejas y J. Navarro-Alberto. 2008. Spatial and temporal variation of fish assemblages in a coastal lagoon of the Biosphere Reserve La Encrucijada, Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 56: 557-574.

Weber, A. A. y Sbordoni. 2003. *Rhamdia laluchensis*, a new species of troglitic catfish (Siluriformes:Pimelodidae) from Chiapas, México. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 14 (3): 237-280.

Versión gratuita. Prohibida su venta.

ACERCA DE UN GÉNERO ENDÉMICO *Profundulus* HUBBS 1924 (CYPRINODONTIFORMES: PROFUNDULIDAE)

Alfonso Ángel González-Díaz

La familia Profundulidae es un grupo representativo de la ictiofauna dulceacuícola Mesoamericana (figura 1). Estos peces se conocen localmente como “escamudos” o “popoyotes”; en estado adulto miden de 70 a 90 mm de longitud total (LT) y pueden alcanzar hasta 120 mm. Habitan humedales y ríos de montaña entre 500 y 2 250 msnm, aunque algunas especies pueden encontrarse hasta los 300 m de altitud. La presencia y abundancia de organismos de algunas especies parece estar asociada a ecosistemas acuáticos con poca perturbación humana, donde las características físicas y químicas del agua y del hábitat son buenas. En ciertas zonas de Chiapas, durante la época del año, cuando las poblaciones de estos peces son grandes y numerosas, se acostumbra pescarlos para consumirlos localmente ya que su sabor es agradable.

El origen de estos organismos se remonta al Plioceno y probablemente hasta el Mioceno, por lo que se les considera uno de los grupos más antiguos de la región (Miller 1950, 1955; Doadrio *et al.*, 1999). Actualmente, se reconoce la existencia de seis especies, de las cuales cinco se encuentran en México: 1) *Profundulus candalarius* que habita en la cuenca del río Grande de Comitán, Chiapas y Candelaria en Guatemala; 2) *P. guatemalensis* que se distribuye en Guatemala, El Salvador y Honduras, 3) *P. hildebrandi* que es endémica de ríos, arroyos y humedales de montaña en la cuenca del río Amarillo, Chiapas (figura 2) (ver estudio de caso en el capítulo de Ecosistemas Acuáticos); 4) *P. labialis* que muestra una amplia distribución, ya que abarca los ríos de las partes altas de la cuenca Grijalva-Usumacinta en México y Guatemala; 5) *P. oaxacae* que se encuentra restringida a la región Mixteca de Oaxaca, México; y por último, 6) *P. punctatus* que se distribuye en la vertiente del Pacífico, desde el río Papagayo en Guerrero, México, hasta El Salvador y en la del Atlántico desde el río Coatzacoalcos hasta el río Grande de Chiapas (Miller, 1955; Miller *et al.*, 2005).

Estudios recientes basados en análisis morfométricos, morfológicos y osteológicos de las especies arriba mencionadas confirmaron su validez taxonómica (González-Díaz, 2008) y la existencia de dos grupos. Uno de ellos conformado por *Profundulus candalarius*, *P. hildebrandi* y *P. labialis*; y el segundo por *P. guatemalensis*, *P. oaxacae* y *P. punctatus*. A pesar de que este género es de amplia distribución, prácticamente nada se sabe acerca de su biología, ecología y estado de conservación.

Esta situación es crítica para las especies y poblaciones que tienen una distribución restringida, en lugares donde las actividades antropogénicas han causado deterioro ambiental. En este sentido es importante mencionar que *P. hildebrandi* (figura 2) es una especie catalogada en peligro de extinción (Semarnat, 2010), debido a que su hábitat natural está siendo destruido por el crecimiento

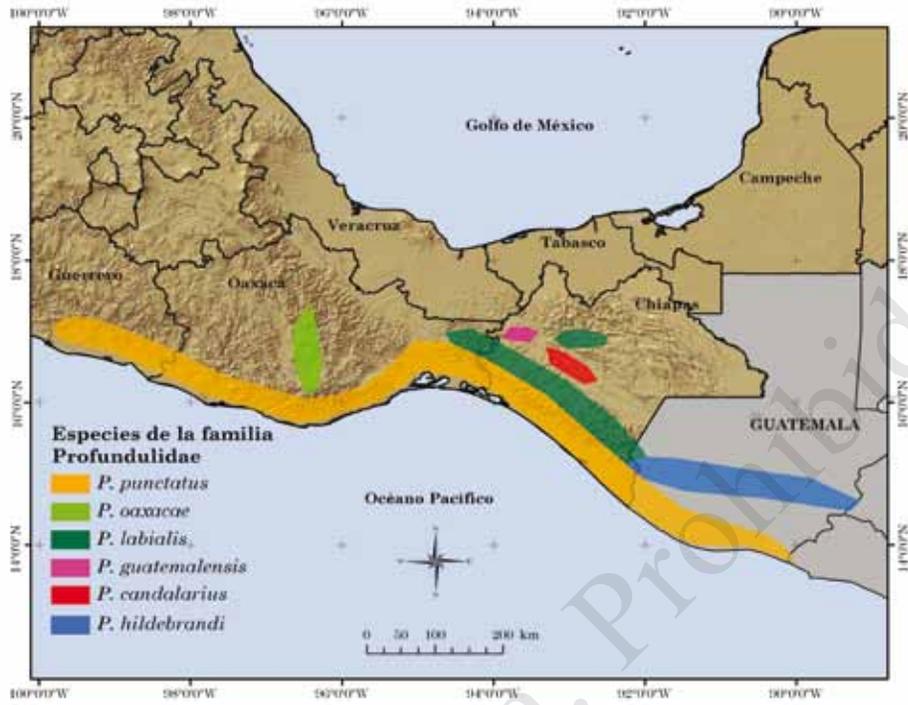


Figura 1. Áreas de distribución de las especies de la familia Profundulidae. Fuente: modificado de Miller et al., 2005.



Figura 2. *Profundulus hildebrandi*. Foto: Manuel Lemus.

y urbanización de la ciudad de San Cristóbal de las Casas. Un caso extremo de amenaza causado por acciones humanas lo representa *P. oaxacae*, debido a que su distribución ha quedado restringida a una población cerca de la ciudad de Oaxaca (Martínez-Ramírez, com. pers.).

A pesar de que las especies se registran con áreas de distribución amplia, es alarmante la reducción del número y tamaño de sus poblaciones. Por tal razón, es de suma importancia planear y desarrollar programas que aseguren la subsistencia de la mayor cantidad de poblaciones biológicamente viables y representativas que puedan ser conservadas. A su vez, se deben tomar las medidas necesarias para recuperar o por lo menos mantener las condiciones básicas de sobrevivencia de poblaciones en estado silvestre, para lo cual se deberían establecer zonas de conservación donde la influencia antropogénica sea mínima o nula. Por último, es indispensable continuar con investigaciones científicas que permitan avanzar en el conocimiento de la biología y ecología de este interesante grupo de peces.

Literatura citada

- Doadrio, I., J. A. Carmona, E. Martínez y A. de Sostoa. 1999. Genetic variation and taxonomic analysis of the subgenus *Profundulus*. *Journal of Fish Biology* 55: 751-766.
- González-Díaz, A. A. 2008. Estudio morfométrico y osteológico del género *Profundulus* (Cyprinodontiformes: Profundulidae). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. México. 103 pp.
- Miller, R. R. 1950. *Profundulus hildebrandi*, a new cyprinodontid fish from Chiapas, Mexico. *Copeia* 1: 22-30.
- Miller, R. R. 1955. A systematic review of the Middle American fishes of the genus *Profundulus*. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan* 92: 1-64.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwater fishes of Mexico. University of Chicago Press, Chicago, 652 Pp.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.



Version gratuita disponible su venta.

EL IMPACTO DE ESPECIES INVASORAS: EL CASO DE LA FAMILIA LORICARIIDAE (SILURIFORMES)

Nadia N. Ramírez-Guevara y Rocío Rodiles-Hernández

Los loricáridos o bagres armados pertenecen a una de las familias de peces óseos más diversos, con 709 especies (www.auburn.edu/~armbrjw/). Se distribuyen de forma natural en ambientes dulceacuícolas y estuarinos de la vertiente Atlántica y Pacífica, desde Costa Rica hasta Argentina (Covain y Fisch-Mullerd, 2007). Sin embargo, algunas de sus especies han sido introducidas de forma indiscriminada en todo el mundo por medio de la acuarofilia. En México, se ha reportado su presencia con gran abundancia en los estados de Guerrero, Michoacán, Tabasco y Campeche (Guzmán y Barragán, 1997; Wakida-Kusonoki *et al.*, 2007; Wakida-Kusonoki y Amador del Ángel, 2009). En general, la introducción de especies exóticas provoca graves problemas a las comunidades de peces nativas, tales como: 1) la competencia por espacio y alimento, 2) la depredación, 3) la transferencia de parásitos y enfermedades, 4) la alteración del hábitat, entre otras (Mendoza *et al.*, 2007; Wakida-Kusonoki *et al.*, 2007, Wakida-Kusonoki y Amador del Ángel, 2009). Especialmente, los miembros de este grupo conocidos como 'plecos', 'bagres armados' y localmente 'peces diablo' son considerados como especies 'invasoras perfectas' debido a sus exitosas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento que les permiten tener altas tasas reproductivas, el desarrollo de un cuidado parental y alta supervivencia larval (Mendoza *et al.*, 2007). De modo particular, las especies invasoras, como los *Pterygoplichthys pardalis* y *P. disjunctivus*, son de reciente introducción en Chiapas (Ramírez-Guevara y Rodiles-Hernández, 2008). Estas especies están causando diversos impactos (aún por evaluar) en la ictiodiversidad de la cuenca del Grijalva-Usumacinta y en las pesquerías artesanales que se desarrollan en el delta del Grijalva-Usumacinta (Capps, Rodiles-Hernández y Flecker, 2008, 2009; Ramírez-Guevara y Rodiles-Hernández, 2008, 2009).

Por lo anterior, en 1997 se realizó una evaluación de la composición y captura de peces (durante 20 días en la temporada de secas y lluvias), con la Cooperativa "Chacamax" en el municipio de la Libertad, Cuenca del Usumacinta, Chiapas (cuadro 1). Hasta 2005, la cooperativa Chacamax se dedicaba a la comercialización de tilapia y robalo (80 % de la producción total) con compradores de la Ciudad de México y Tabasco, así como a la venta local de especies nativas con importantes beneficios para la población (Rodiles-Hernández y Cruz-Morales, 2004). Sin embargo, en la actualidad el 82 % de la pesca artesanal (cuadro 1) está conformada por estas especies invasoras consideradas en la zona como producto de desecho. En consecuencia, los pescadores locales están en la búsqueda de alternativas económicas y de control biológico ya que han observado que el cuerpo de los 'plecos' (protegido por placas dérmicas) destruyen las redes e instrumentos de pesca, además de que el acopio de este producto (de desecho) provoca contaminación en el agua y a orillas de los ríos y humedales, con graves problemas de sanidad para la población.



Con la finalidad de impulsar medidas efectivas para el control de sus poblaciones es necesario realizar estudios que evalúen directamente el impacto de estos peces en el ecosistema acuático y en la biodiversidad nativa.

Sin embargo, y mientras las investigaciones brinden los resultados esperados, es necesario apoyar directamente a las cooperativas de pescadores (mediante un estímulo económico) para la extracción intensiva de los loricáridos, así como el acopio de este producto extraído para evitar fuentes de contaminación.

Con estas medidas, se podría evitar que estas especies lleguen a invadir masivamente las zonas protegidas de la cuenca media y alta del Grijalva y Usumacinta, donde ya se ha logrado registrar su presencia.



Figura 1. Se muestra a *Pterygoplichthys pardalis*. Especie invasora colectada por Rocio Rodiles en el río Chacamax, cuenca del Usumacinta. Foto: Manuel Lemus.

Cuadro 1. Pesquerías de la Cooperativa Chacamax, municipio de La Libertad, Chiapas.

Nombre común	Nombre científico	Captura (kg)	Captura (%)
Carpa herbívora *	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	124	1
Pejelagarto**	<i>Atractosteus tropicus</i>	176	2
Plecos*	<i>Pterygoplichthys</i> sp.	8 872	82
Robalos**	<i>Centropomus</i> sp.	104	1
Tilapias*	<i>Oreochromis</i> sp. <i>Tilapia</i> sp.	1 407	13
Otras especies nativas	Cichlidae**	152	1
Totales		10 835	100

*especies introducidas, ** especies nativas. Fuente: Datos de campo tomados durante 20 días (temporada de secas y lluvias, 2007).



Version original prohibida a la venta.

LOS ANFIBIOS

Luis Antonio Muñoz Alonso, Nora López León, Anna Hórvath y
Roberto Luna Reyes

Introducción

Desde siempre, se ha considerado a los sapos, ranas y salamandras, que en su conjunto pertenecen al grupo zoológico de los anfibios, como animales feos y peligrosos. Sin embargo, nada está más fuera de la realidad, ya que la mayoría de los anfibios presentan vistosos colores y diversas formas, y sólo algunos son peligrosos.

Descripción del grupo

Los anfibios se distinguen de otros vertebrados de cuatro patas por características que incluyen una piel húmeda y sin escamas, la falta de uñas verdaderas y un admirable músculo retractor que les permite usar los ojos para ayudarlos a tragar (Young, 2004). En Chiapas existen tres grandes grupos de anfibios: las cecilias (orden Gymnophiona), las salamandras (orden Caudata) y las ranas y sapos (orden Anura). Las cecilias son anfibios en forma de gusano que llegan a medir hasta 40 cm, carecen de patas, el cuerpo está dividido por pliegues o anillos externos, sus ojos se encuentran reducidos y están cubiertos de piel; entre el ojo y la nariz existe un pequeño tentáculo que tiene una función táctil. Presenta un delgado esqueleto formado por la columna vertebral, esbozos de costillas, un cráneo osificado y una mandíbula provista de dientes; tienen un solo pulmón y la cloaca del macho se ha modificado en un órgano copulador que permite que la fertilización sea interna; su coloración es gris azulado oscuro y su vientre es blanquecino, y no existe diferencia entre hembras y machos (Smith y Taylor, 1966; Villa, 1972). Estos anfibios viven debajo de la tierra y tienden a salir a la superficie en épocas de lluvia o en lugares con humedad alta, preferentemente durante las noches. Su piel es viscosa debido a las secreciones que producen y viven enterrados en suelos lodosos donde se alimentan de invertebrados (Gadow, 1905; Villa, 1972).

Las salamandras son organismos que presentan cuatro patas casi del mismo tamaño y una cola relativamente larga y bien desarrollada. Las especies distribuidas en Chiapas alcanzan un tamaño máximo de 15.0 cm y todas pertenecen a la familia Plethodontidae, que se caracterizan por no tener pulmones y su respiración es a través de la piel. Su comportamiento reproductivo es muy particular; cuando llega la época del apareamiento, la hembra y el macho inician una danza nupcial donde existe un constante roce entre ellos, lo cual sirve de estimulación para el macho, que posee en la cloaca ciertas glándulas especializadas que elaboran una estructura gelatinosa de forma más o menos cónica llamada espermatóforo que contiene una pequeña cantidad de esperma. El espermatóforo es depositado en el suelo muy cerca de la hembra y ésta lo recoge con la cloaca; una vez dentro de la cloaca, los espermatozoides se conservan vivos y los huevos son fecundados internamente. El número de huevos por puesta varía entre 10 y 30, y generalmen-

te son protegidos por la hembra. Cuando los huevecillos eclosionan, nacen de ellos organismos similares a los adultos, sólo que de tamaño pequeño; lo anterior se debe a que la fase larvaria y la metamorfosis es muy rápida y se desarrolla dentro del huevo.

Las ranas y los sapos (Anuros) son los anfibios más abundantes y con mayor número de especies, carecen de cola (cuando son adultos), tienen cuatro extremidades y un tronco corto y las extremidades posteriores (patas traseras) son alargadas y especializadas para el salto. La mayoría de las especies de Chiapas son nocturnas y registran actividad durante el periodo de lluvia; tienen ojos grandes y bien desarrollados, sin embargo, en algunas especies los ojos están reducidos, sobre todo en aquellas especies que se entierran o que son cavadoras. La mayoría de los anuros presentan estructuras vocales que les permiten producir sonidos (cantos) y espinas nupciales en las patas delanteras bien desarrolladas que son características de los machos adultos. Muchos anuros producen sonidos que son exclusivos para cada especie y son utilizados para atraer a las hembras en la época reproductiva y aparearse. La fertilización de los huevos es usualmente externa. Los huevos típicamente son depositados en agua y eclosionan en larvas acuáticas (renacuajos) que subsecuentemente sufren una metamorfosis para alcanzar su estado adulto. Muchas de las especies de Chiapas han dejado este modelo general de reproducción: algunas depositan sus huevos en nidos espumosos, otras los depositan en la vegetación, colgando sobre el agua, y otros aun depositan sus huevos en porciones terrestres húmedas donde tienen un desarrollo directo sin pasar por un estado larvario acuático.

Cuadro 1. Diversidad de anfibios de Chiapas, México. En cada rubro el número de la izquierda corresponde a lo registrado en el presente trabajo y el número de la derecha al número de taxones registrados para México. En la columna de especies, el número entre paréntesis representa el porcentaje con respecto a la riqueza del grupo en México.

Taxones	Familias	Géneros	Especies
Anura	10/11	27/36	81/235 (34.8 %)
Caudata	1/4	7/16	26/138 (18.8.3 %)
Gymnophiona	1/1	1/1	2/2 (100 %)
Total	12/16	35/53	109/375 (29.3 %)

Fuente: Flores y Canseco, 2004; Frost, 2008.

Diversidad y distribución

En el mundo existen 6347 especies de anfibios, distribuidas en todos los ambientes, desde los terrestres y de agua dulce, hasta los hábitat más fríos o secos del planeta (Frost *et al.*, 2006). En Norteamérica, concurren 241 especies (al norte del Istmo de Tehuantepec) y en Centro y Sudamérica, 2465 especies (Duellman, 1999); esta última región es la más rica y diversa del mundo. Entre ambas regiones se encuentra la anfibiofauna mesoamericana que consta de aproximadamente 598 taxa, repartidos en 63 géneros, 15 familias y tres órdenes (Campbell, 1999). Dentro de mesoamérica, tres países se distinguen por su alta riqueza de anfibios, el tercero de ellos es Panamá, con 173 (Campbell, 1999), el segundo es Costa Rica, con 178 especies (Savage, 2002) y el más rico y diverso es México, con 375 especies (Flores y Canseco, 2004; Frost, 2007). Las especies de México pertenecen a tres órdenes, 16 familias y 53 géneros; la familia más diversa es la Plethodontidae con 116 especies, seguido por la familia Hylidae con 97 taxa y, por último, la familia Craugastoridae con 60 especies.

Chiapas, que se ubica en la región mesoamericana, es un estado con alta diversidad de anfibios. Se han registrado 109 especies de anfibios, correspondientes a tres órdenes, 12 familias y 35 géneros (cuadro 1), lo que representa 29.3 % de la anfibiofauna registrada para el país. Las especies que se encuentran en Chiapas se presentan en el apéndice VIII.15, donde se incluyen datos del tipo de vegetación, altitud, región fisiográfica y áreas protegidas donde se distribuyen. Chiapas es el segundo estado más rico en especies de anfibios en México; es superado por

Oaxaca, donde se han registrado 133 especies (Casas *et al.*, 1996; Casas *et al.*, 2004). Si comparamos la riqueza de anfibios de Chiapas con diferentes estados del sureste de México y algunos países de Centroamérica, a través de un Índice de Riqueza de Especies (IRE, toma en cuenta el número de especies y la extensión territorial), resulta que Chiapas es la entidad con el mayor valor de riqueza, al igual que El Salvador (cuadro 2).

En cuanto a la diversidad taxonómica se refiere, el grupo más diverso son los anuros que representa 74.3 % de la anfibiofauna chiapaneca; la familia Hylidae es la mejor representada dentro del estado con 29.3 %. Los hílidos, conocidos bajo el nombre común de ranas arborícolas (Álvarez, 2008), tienen la punta de los dedos ensanchadas en forma de disco, adaptación que les permite escalar paredes, hojas y árboles con relativa facilidad. A esta familia pertenecen las especies que presentan vistosos colores, como la rana *Agalychnis callidryas* (ninfa de noche) que es de color verde brillante con los costados amarillo o azules y los ojos rojos o *Agalychnis moreletii*, que presenta una coloración similar pero con la región ventral de color anaranjado (figura 1).

El segundo grupo mejor representando son los pletodóntidos (Plethodontidae), con 26 especies (23.8 %); Chiapas es el estado con mayor riqueza de especies de este grupo taxonómico. Los pletodóntidos, conocidas como “salamanquesas” o

“niños”, en su mayoría son pequeñas (2-4 cm) de color café o negro mate; también las hay de colores vivos y de gran tamaño, por ejemplo, *Bolitoglossa lincolni* es la salamandra más grande y robusta de la entidad y puede alcanzar hasta 15 cm de longitud y es de color negro con una banda naranja o roja brillante en la espalda.

Un análisis más detallado sobre la diversidad taxonómica de los órdenes y familias de los anfibios del estado de Chiapas se presenta en el cuadro 3, en donde se indican el número de especies de cada grupo y sus porcentajes correspondientes.

La distribución de los anfibios por tipos de vegetación indica que los hábitat más ricos en especies son el bosque mesófilo y la selva alta (figura 2). En el primero se han reportado 78 especies de anfibios, que corresponden a 73.8 % de la riqueza chiapaneca, y en el segundo se han registrado 71 especies, es decir 65.1 %. Entre estos dos tipos de vegetación hay grandes diferencias en cuanto a la composición de anfibios que presentan. En ambos, la riqueza de anuros es muy similar (57 especies en bosque mesófilo y 58 en selva alta), pero el bosque mesófilo se caracteriza por ser un hábitat muy rico en salamandras ya que se encuentran 19 especies (73 %) de las 26 registradas en Chiapas (figura 2).

Por otra parte, la mayoría de los anfibios del bosque Mesófilo se caracterizan por ser endémicos¹ y sus poblaciones son demográficamente

Cuadro 2. Comparación de la riqueza de especies de Chiapas con otras entidades geográficas (Índice de riqueza de especies (IRE) = Número de especies/área x 100).

Entidad	Número de especies	Área km ²	IRE
Chiapas	110	74 211	0.15
Oaxaca ¹	133	95 364	0.13
Veracruz ²	85	71 699	0.12
Guerrero ³	70	64 281	0.10
Nicaragua ⁴	67	130 000	0.05
Salvador ^{5,6}	32	20 696	0.15
Honduras ^{7,8}	116	112 088	0.10
Península de Yucatán ^{8,9,10}	44	240 000	0.02
Guatemala ^{10,11,12}	123	108 889	0.11

Fuente: ¹Casas *et al.*, 2004; ²Pelcastre y Flores, 1992; ³Pérez-Ramos, 2000; ⁴Köhler, 2001; ⁵Villa *et al.*, 1988; ⁶Dueñas *et al.*, 2001; ⁷McCraine y Wilson, 2002; ⁸McCraine y Castañeda, 2007; ⁹Lee, 1996; ¹⁰Campbell, 1998; ¹¹Campbell y Vannini, 1989; ¹²Campbell, 1999.

¹ Se considera que una especie es endémica cuando se conoce únicamente de un determinado lugar, ya sea en una localidad o en una zona.



Figura 1. Rana arborícola (*Agalychnis moreletii*) de colores vistosos distribuida en varias regiones de Chiapas. Foto: Antonio Muñoz (ejemplar de la localidad de Emilio Rabasa, Municipio de Ocozocuatla, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote).

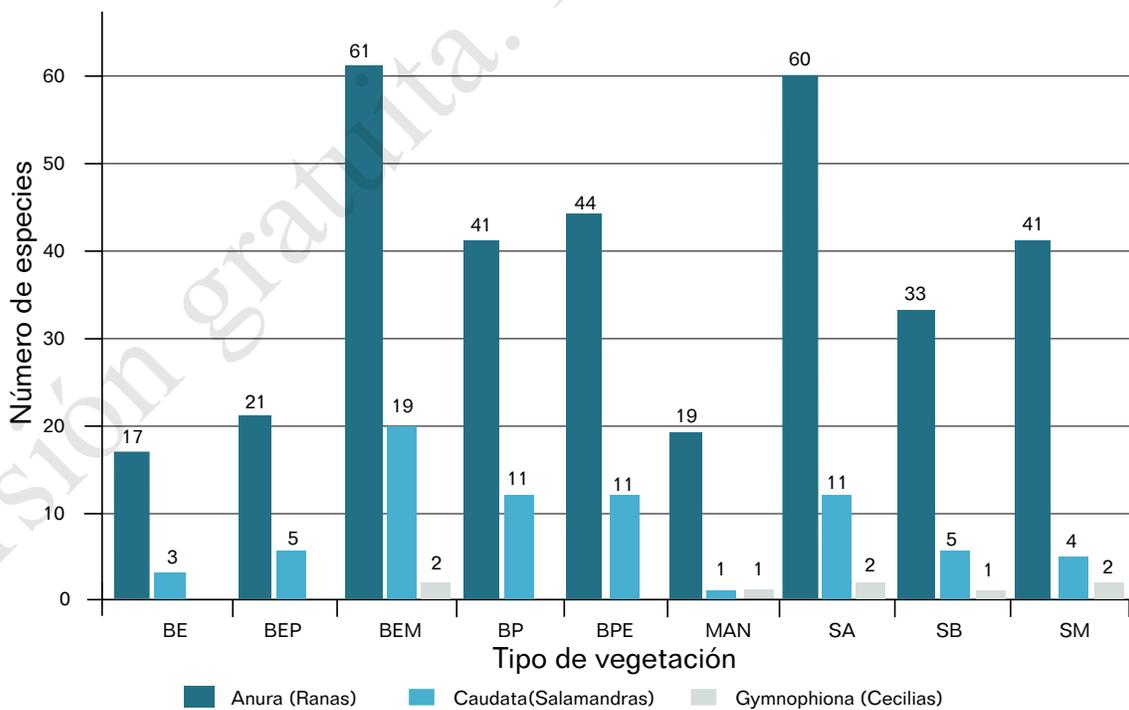


Figura 2. Distribución de la riqueza de los diferentes grupos de anfibios en los tipos de vegetación presentes en Chiapas. BE: bosque de encino; BEP: bosque de encino-pino; BP: bosque de pino; BPE: bosque de pino-encino; BM: bosque mesófilo; MAN: manglar; SA: selva alta; SB: selva baja; SM: selva mediana. fuente: elaborado por los autores.

Cuadro 3. Diversidad taxonómica de los anfibios de Chiapas.

Grupo taxonómico	Número de especies	% respecto a la clase	% respecto a la anfibiofauna mexicana
Clase Amphibia	109	-	29
Orden Gymnophiona			
Familia Caeciliidae	2	1.8	0.6
Orden Caudata			
Familia Plethodontidae	26	23.8	22.6
Orden Anura	81	74.3	21.6
Familia Craugastoridae	21	19.2	5.6
Familia Eleutherodactylidae	2	1.8	0.5
Familia Bufonidae	12	11.0	3.2
Familia Centrolenidae	1	0.9	0.3
Familia Hylidae	32	29.3	8.5
Familia Leiuperidae	1	0.9	0.3
Familia Leptodactylidae	2	1.8	0.5
Familia Microhylidae	4	3.6	1.1
Familia Ranidae	5	4.5	1.3
Familia Rhinophrynidae	1	0.9	0.3

raras o con una abundancia relativa baja; por ejemplo, las salamandras *Cryptotriton alvarezdel-toroi* para la zona de Pueblo Nuevo (Pueblo Nuevo), *Dendrotriton megarhinus* para Cerro Tres Picos (Villaflora) y *Dendrotriton xolocalcae* para la región El Triunfo, Municipio de Ángel Albino Corzo. También muchas especies típicas del bosque mesófilo son de distribución restringida,² como es el caso de la mayoría de las especies del género *Plectrohyla* (ranas arborícolas de tierras altas) y *Bolitoglossa* (salamandras). En cambio, los anfibios de selvas altas tienen distribuciones geográficas muy amplias y se pueden encontrar en gran parte de la costa del Pacífico o del Atlántico en México y Centroamérica, además, las poblaciones de hábitat tropicales, entre ellas las selvas altas, son muy abundantes.

Desde el punto de vista altitudinal, la mayoría de los anfibios de Chiapas se distribuyen por debajo de los 1 800 msnm; los puntos de mayor riqueza se encuentran a los 100, 1 000 y 1 500 m de altitud (figura 3); aquí se localizan hasta 52 especies, equivalente al 47.2 % de la riqueza de especies del estado. Un patrón altitudinal diferente lo presentan las salamandras (figura 3); en

este caso, la mayor diversidad se encuentra por arriba de los 1 500 msnm, siendo esta cota altitudinal el punto de mayor diversidad; aquí se han registrado 14 especies de salamandras (53.8 % de las especies de este grupo).

Para entender un poco más los patrones de distribución de los anfibios chiapanecos, se realizó un análisis comparando la riqueza y composición de especies entre diferentes regiones fisiográficas dentro de del, estas regiones son una síntesis del complejo relieve e intervalos altitudinales que se presentan en Chiapas. Según Mülleried (1957), en Chiapas existen siete regiones fisiográficas, cada una caracterizada por la predominancia de algún tipo de vegetación, clima y altitud. Los resultados de este ejercicio (figura 4) indicaron que las regiones más diversas son los conjuntos montañosos de la Sierra Madre (SM) y de las Montañas del Norte (MN). Ambas zonas presentan alrededor de 60 especies equivalentes a 55 % de la riqueza estatal. Sin embargo, la composición de anfibios entre ambas zonas es diferente, apenas comparten 50 % de las especies (Johnson, 1989).

Aunque Chiapas es una región muy rica en

² Las especies de distribución restringida consideradas en este estudio son aquellas que sólo se distribuyen en Chiapas y Guatemala.

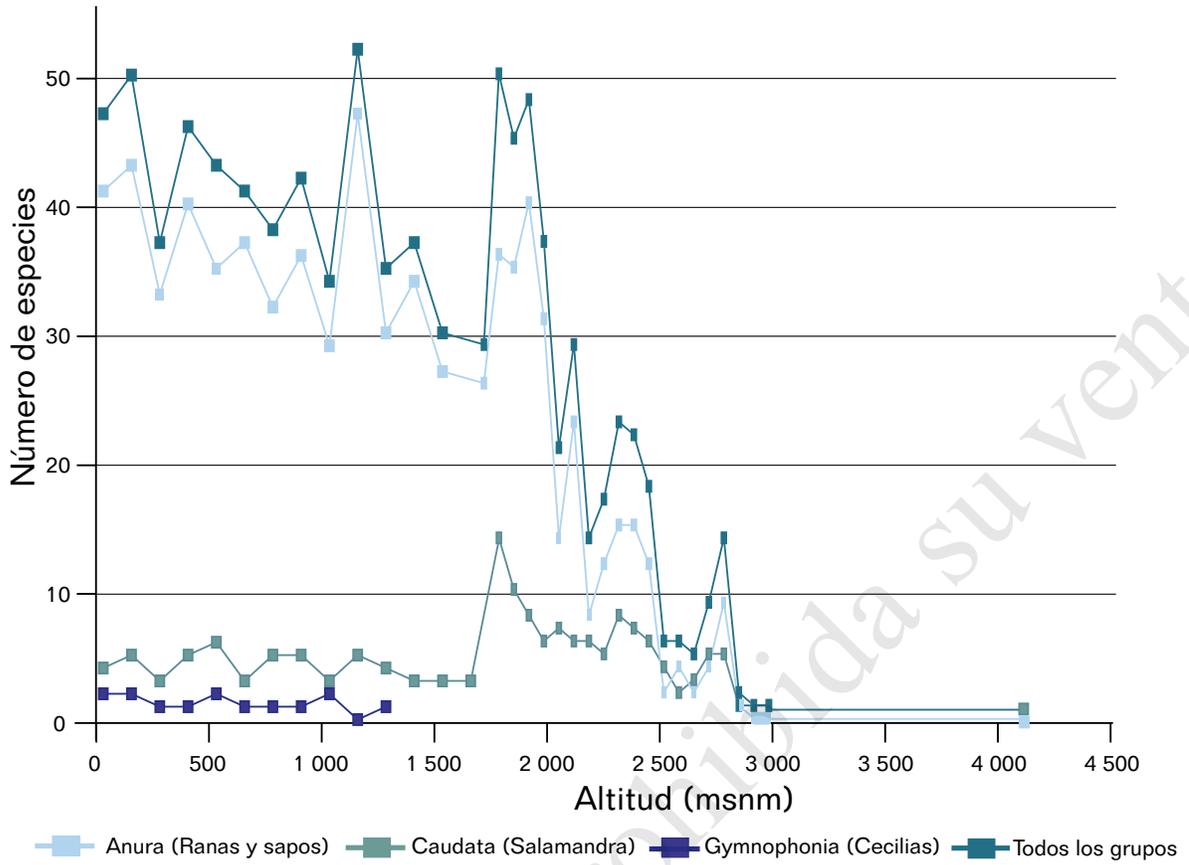


Figura 3. Distribución altitudinal de los grupos de anfibios presentes en Chiapas. Fuente: elaborado por los autores.

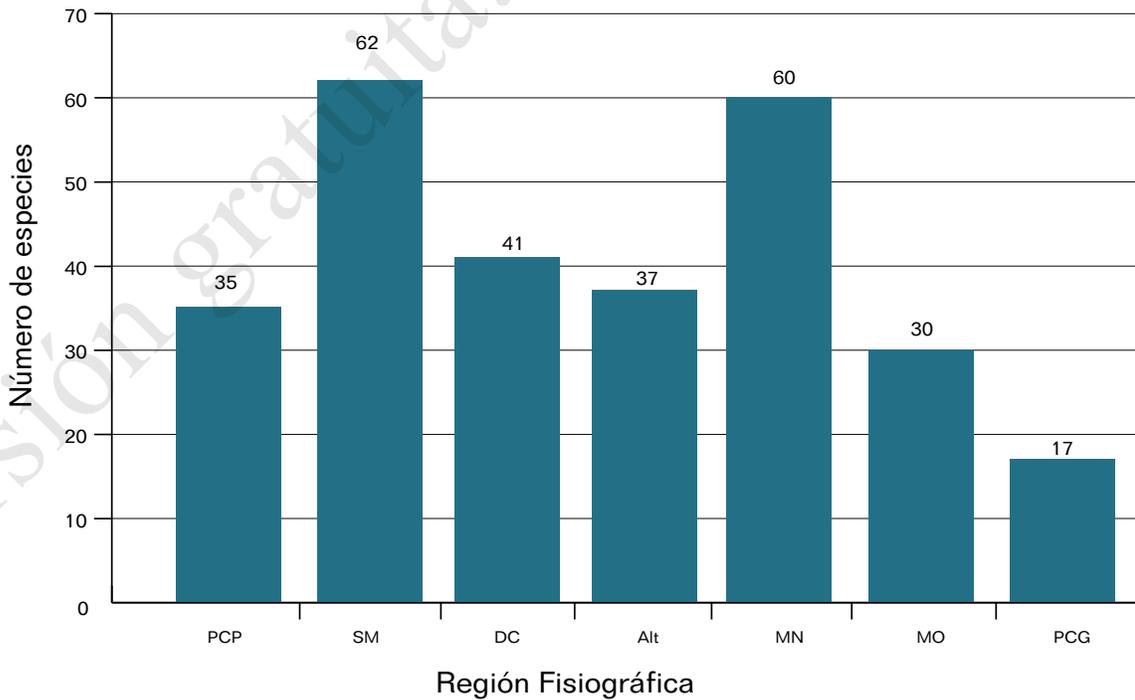


Figura 4. Diversidad de anfibios presentes en las regiones fisiográficas de Chiapas. ALT: Altiplano, DC: Depresión Central, MN: Montañas del Norte, MO: Montañas de Oriente, PCG: Planicie del Golfo, PCP: Planicie del Pacífico, SM: Sierra Madre. Fuente: elaborado por los autores.

especies, presenta pocos endemismos. Únicamente 17 especies (15.6 %) son endémicas del estado. La mayoría se distribuye por arriba de los 1500 m de altitud en climas templados y en hábitat como el bosque mesófilo, bosque de pino y bosque de pino-encino, en la Sierra Madre y las Montañas del Norte. Las especies endémicas más importantes son las ranas de hojarasca (*Craugastor glaucus*, *Craugastor montanus* y *Craugastor taylori*), las ranas arborícolas de montaña (*Exerodonta bivocata*, *Exerodonta chimalapa*, *Duellmanohyla chamulae* y *Plectrohyla pycnochila*) y varias salamandras (*Cryptotriton alvarezdelatoroi*, *Dendrotriton megarhinus* y *Dendrotriton xolocalcae*). Otros sitios importantes por sus endemismos son las localidades La Pera (Berriozábal) y Cerro Baúl (Cintalapa) donde se distribuyen tres especies endémicas (*Ixalotriton niger*, *Ixalotriton parvus* y *Craugastor pozo*), resaltando la presencia de *Ixalotriton*, género de salamandra que exclusivamente se distribuye en Chiapas.

Por otra parte, Chiapas también se caracteriza por su importancia biogeográfica (Flores, 1993); 58.1 % de sus especies de anfibios son de distribución restringida, o hablando en términos de endemismo, son especies endémicas a la parte nuclear de Centroamérica (Schuchert, 1935; Johnson, 1989), considerada como la parte comprendida entre el Istmo de Tehuantepec y el norte de Nicaragua, por lo que se considera que la anfibiafauna chiapaneca es casi totalmente de origen mesoamericano.

Importancia ecológica, económica y cultural

Desde el punto de vista ecológico, los anfibios tienen gran importancia: prestan servicios en el ciclo de nutrientes y mantienen las redes tróficas en los ecosistemas (Young, 2004). Son de los grupos más prolíficos del mundo, constituyendo una gran fracción de la biomasa de los vertebrados. También son consumidores de insectos cuando son adultos y cuando son larvas sirven de alimento a diversos animales como insectos acuáticos, peces, mamíferos y aves. Por lo tanto, su ausencia seguramente afectaría tanto a las poblaciones de animales que ellos ingieren, como aquellos que los comen (Wake y Blaustein, 1990). Asimismo, se consideran valiosos indicadores de la salud del ecosistema debido a que su piel permeable puede acumular

rápidamente sustancias tóxicas, o bien, ser poco tolerantes a los cambios microambientales, dando origen a anomalías durante su desarrollo y/o a tener mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades infecciosas (Blaustein y Wake, 1995).

La importancia ecológica de los anfibios en general también la tienen las poblaciones de anfibios chiapanecos. Por ejemplo, en diversos estudios de campo, se ha estimado una abundancia de varios miles de individuos por temporada de diversas poblaciones de *Smilisca baudinii* en Chajul (Reserva de la Biosfera de Montes Azules) y de *Dendropsophus microcephalus* y *Tlalocohyla loquax* en la zona de Bonampak (norte de la Selva Lacandona). Asimismo, Perla Hernández (com. pers.), en un estudio que realizó en la región de San Cristóbal, estimó una abundancia de 2340 individuos de *Hyla walkeri* en una temporada de lluvias. Sólo hay que imaginarnos cuántos insectos son necesarios para alimentar a estos miles de individuos por día y, por supuesto, cuántas especies de aves, mamíferos y sobretodo serpientes se alimentan de estas ranas. Por ejemplo, Poulin y colaboradores (2001) encontraron que 45 especies de aves en un bosque húmedo se alimentan principalmente de ranas del género *Craugastor*. Asimismo, observaciones de campo indican que las serpientes del género *Thamnophis* y *Leptodeira* se alimentan de hílidos durante la época lluviosa.

Pocos trabajos herpetofaunísticos documentan la importancia cultural y/o utilidad que tienen las especies de anfibios silvestres en el estado. Gongora-Arones (1987) realizó un estudio sobre los usos y valores que los lacandones de Lacanjá-Chansayab (Ocosingo) dan a la herpetofauna. Seis especies de anfibios se utilizan como fuente de alimento (*Rhynophrynus dorsalis*, *Rhinella marina*, *Incilius valliceps*, *Smilisca baudinii*, *Lithobates maculatus* y *Lithobates brownorum*), cuatro especies se utilizan por su piel, dos con fines de ornato y *R. marina* es usada para controlar las plagas de sus cultivos. Por su parte, Lazcano et al. (1992) mencionan que los lacandones, choles y tseltales consumen la carne y huevos de tres anfibios, además consideran que otras tres ranas y tres sapos que se distribuyen en la Selva Lacandona tienen valor económico debido a que su piel se utiliza por la industria peletera nacional e internacional, principalmente en la elaboración de cinturones, carteras, botas y bolsos. También

mencionan que varias especies de anfibios, sobre todo los de colores vistosos, son comercializados en el sureste de México como mascotas y que otros son disecados como artículos de ornato.

En otra región de Chiapas, Muñoz *et al.* (1996), dentro de su análisis herpetofaunístico de la Reserva de la Biosfera Selva de El Ocote, mencionan la existencia de cinco especies de anfibios que tienen importancia económica o comercial y que podrían ser aprovechadas, siempre y cuando su uso se realice de una manera racional y con bases técnicas que ayuden a proteger y a conservar sus poblaciones.

Por otra parte, la rana común (*Lithobates* spp.) se consume en varias localidades y regiones de Chiapas. A finales de la década de 1980 las personas que vivían en los alrededores de los humedales de San Cristóbal de las Casas cazaban con frecuencia a *Lithobates brownorum* para consumir su carne; tal era la demanda que la Secretaría de Pesca del gobierno del estado decidió introducir a *Lithobates catesbeianus* (rana toro) en una laguna del Centro de Desarrollo Comunitario "La Albarrada", municipio de San Cristóbal de las Casas, con el fin de reproducirla en cautiverio. El proyecto no prosperó y fue abandonado tiempo después.

Desde el punto de vista cultural, muchas especies de vertebrados han sido utilizadas en la medicina tradicional desde tiempos prehispánicos. Enríquez (2005) indica que 11 especies de anfibios se usan con fines medicinales en los Altos de Chiapas. Los grupos indígenas de los tsotsiles y tseltales creen que *Ptychohyla* sp. (rana arborícola de montaña) cura la tosferina, *Lithobates maculata* (rana común) es buena para la rabia y que *Incilius bocourti* (sapo) cura la rabia y el SIDA. Aunque Enríquez (2005) y Clarke (1997) hablan de la existencia de alcaloides, esteroides, péptidos, proteínas y aminos encontradas en la piel de los anfibios, principalmente de los sapos (género *Rhinella* e *Incilius*) y que se considera que tienen funciones antibacteriales y antifúngicas, no hay estudios experimentales que demuestren que el uso de estas especies sirven para curar las enfermedades antes mencionadas.

Situación

En contraste con la alta riqueza de anfibios que presenta Chiapas, muchas de sus especies presentan problemas de conservación. Según la IUCN (2006), en México se reportan 204 especies

de anfibios amenazados (74 en peligro crítico, 88 en peligro y 42 vulnerables) y 50 de ellas se distribuyen en el estado de Chiapas (15 en peligro crítico, 19 en peligro y 16 vulnerables). Por su parte, la NOM-059-SEMARNAT-2010 considera que una especie de Chiapas está en peligro de extinción (*Ixalotriton niger*), cinco están amenazadas (*Bolitoglossa stuarti*, *Ixalotriton parvus*, *Pseudoeurycea goebeli*, *Plectrohyla pycnochila* y *Ptychohyla euthysanota*) y 38 necesitan de protección especial (ver apéndice VIII.15).

Según la IUCN (2006), las poblaciones indicadas en algún estatus de conservación no se encuentran estables y posiblemente están declinando. Existe evidencia que indica que algunas especies han disminuido drásticamente en los últimos 15 años: *Ixalotriton niger*, especie endémica de Chiapas, era relativamente abundante hace una década. En el año 2000 se realizó un muestreo y se registraron ocho individuos en una sola noche en la zona de La Pera, pero en los últimos tres años (2006-2008) se han realizado 12 muestreos en diferentes épocas del año (llevados a cabo por el primer y segundo autor de este capítulo) y no se ha vuelto a registrar esta especie. Asimismo, Quintero (2004) menciona que registros históricos (Duellman, 1961; Duellman y Hoyt, 1961; Duellman, 1963; Smith y Brandon, 1968; Mendelson y Campbell, 1994, 1999) señalan la presencia de 10 especies de Hylidos con poblaciones abundantes para la zona de Pueblo Nuevo (municipio de Pueblo Nuevo) y Rayón (municipio de Rayón Mezcalapa) (*Charadrahyla chaneque*, *Exerodonta bivocata*, *Ecnomiohyla miotypanum*, *Exerodonta sumichrasti*, *Hyla walkeri*, *Plectrohyla acanthodes*, *P. ixil*, *Duellmanohyla chamulae*, *Ptychohyla macrotypanum* y *Smilisca baudinii*). Sin embargo, en su estudio realizado en 2003 y 2004 únicamente registra seis de estas especies, mencionando que *Exerodonta bivocata*, *Ecnomiohyla miotypanum*, *Hyla walkeri* y *Duellmanohyla chamula* posiblemente hayan desaparecido de la zona.

En la Reserva de la Biosfera el Triunfo, municipio de Ángel Albino Corzo, Luna-Reyes (1997) reporta poblaciones de *Plectrohyla hartwegi*, *P. lacertosa*, *P. sagorum* y *Ptychohyla euthysanota*, pero siete años después, Quintero (2004) reporta sólo tres especies, destacando que *P. hartwegi* se registró en dos ocasiones (dos hembras) y *P. lacertosa* no fue localizada; concluye que ambas especies son demográficamente raras y que

posiblemente puedan desaparecer de la zona en el corto tiempo. Para la misma reserva, Lips *et al.* (2004) consideran que existe evidencia de la extirpación local de cinco especies (*Agalychnis moreletii*, *Craugastor greggi*, *Hyalinobatrachium fleischmanni*, *Plectrohyla guatemalensis* y *Plectrohyla hartwegi*).

No solamente los anuros presentan problemas de conservación, las salamandras de Chiapas también están declinando, aunque para este grupo se tiene menos información debido a que son anfibios poco estudiados. Parra-Olea *et al.* (1999) realizaron un seguimiento de varias poblaciones de pletodóntidos a lo largo de 25 años, en 10 localidades distribuidas en cinco estados de la República Mexicana (Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León). Aunque sus muestreos no fueron sistemáticos, confirmaron la persistencia de 30 de especies a lo largo del tiempo. Sin embargo, también encontraron que la abundancia de muchas poblaciones disminuyeron con el tiempo, especialmente las poblaciones de Chiapas.

Por otra parte, un análisis de vacíos de información (realizado por el primer autor de este capítulo) nos indica que diversas zonas hasta la fecha no han sido muestreadas. Para localizar estos sitios, se recopilaron los registros de anfibios que se han realizado en Chiapas; estos se georreferenciaron y sobrepusieron en un mapa del estado, y se encontró que existen zonas y regiones donde no se han realizados estudios herpetofaunísticos. Estas zonas poco estudiadas se caracterizan por presentar tipos de vegetación en buen estado de conservación y por ser de difícil acceso por lo accidentado de su terreno; entre éstas podemos mencionar a la región de la Selva del Mercadito, de Cal y Mayor y la Serranía de El Fénix (Zona A); el área correspondiente a la Serranía Canjá (Zona E); la región de las Cañadas (Zona G); por último la zona central y oeste de la Reserva de Montes Azules en la Selva Lacandona (Zona F). Otras zonas (B, C, D, H y J) se caracterizan por que sus masas forestales, presentan cierto grado de fragmentación, pero todavía existen dentro de ellas áreas importantes que conservan hábitat primarios; entre las más interesantes se encuentran la región de los Oxchuc-Ocosingo (Zona H); la región de Yajalón-Chilón (Zona D) y la región de las Tierras Altas del Norte (Zona C). Una región muy extensa que carece casi por completo de estudios de anfibios

es la Depresión Central de Chiapas (Zonas: K e l), sin embargo, esta región conserva muy poco de su vegetación original.

Amenazas

Desde 1980, el tema de la disminución de las poblaciones de anfibios se ha considerado como una emergencia ecológica progresiva en todo el mundo (Stebbins y Cohen, 1995). La anfibiafau-na de Chiapas no ha escapado a este proceso. Existen tres grandes causas por las cuales los anfibios de Chiapas están declinando.

La primera corresponde a las causas típicas responsables de la pérdida de la biodiversidad que son la destrucción y fragmentación del hábitat (Skelly *et al.*, 2002). En Chiapas, según March y Flamenco (1996), se ha estimado que la tasa promedio de pérdida de hábitat forestales entre 1970 y 1993 es de aproximadamente 73 159 ha al año, de las cuales, 73.1 % (53 498 ha) corresponde a selvas, 13.8 % a bosque mesófilo y 13 % a bosques templados (pino, pino-encino, encino). Estos datos nos indican que desde 1970 a 1993, en Chiapas se han transformado a otros hábitat 15 % de las selvas, 3 % de los bosques mesófilos y 2.5 % de los bosques templados. Cuando los bosques son talados o modificados generan barreras de dispersión limitando con ellos el acceso de los anfibios a sitios reproductivos o de forrajeo. También los cambios en la cobertura vegetal traen consigo cambios físicos y bióticos de los sitios y generan, en muchos casos, la extirpación local y eventualmente la extinción regional de poblaciones y especies de anfibios.

En la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Moreno (2004) encuentra que la abundancia de las especies *Incilius canaliferus* (sapo de costa) y *Craugastor pygmaeus* (rana pigmea de hojarasca) se ven afectadas negativamente por la fragmentación del hábitat. Por otra parte, Muñoz *et al.* (2000, 2002) indican que la diversidad de anfibios disminuye en 57 % cuando el bosque mesófilo es transformado a cafetal con sombra monoespecífica (usan sólo un tipo de árbol) y de 46 % cuando es transformado a cafetal con sombra diversificada (utilizando diversos tipos de árboles). Es importante mencionar que los cafetales son considerados como cultivos amigables con la biodiversidad, sin embargo, los datos indican que también tienen un fuerte efecto sobre los anfibios.

Otra amenaza importante de declinación de las poblaciones de anfibios es el drenado y relleno de humedales, principalmente de los humedales montanos y submontanos. El sapo de montaña (*Incilius bocourti*), la rana arborícola de montaña (*Hyla walkeri*), el microhylido de montaña (*Hypopachus barberi*) y la rana común (*Lithobates brownorum*) están disminuyendo en los humedales del valle de San Cristóbal; en los últimos diez años estos humedales han desaparecido en 80 % debido a la urbanización.

La sobreexplotación y comercio de especies de anfibios en Chiapas son otros factores de amenaza, sin embargo, sus consecuencias son pobremente conocidas debido a que el comercio de fauna silvestre es generalmente ilegal y no se tienen datos oficiales o confiables de cuántas especies e individuos se comercializan en el estado, pero resulta evidente que tiene un efecto significativo (Collins y Storer, 2003). Se sabe que muchos anfibios son sacados de su ambiente natural y utilizados en el mercado local, nacional e internacional con fines culinarios, medicinales y biológicos. Muchas especies del género *Lithobates* y *Smilisca baudinii* son utilizadas con fines alimenticios en diversas regiones de Chiapas (Gongora-Arones, 1987) y algunas especies de ranas arborícolas (*Agalychnis*, *Trachycephalus*, *Plectrohyla*) son cazadas para venderlas como mascotas. Sólo un pequeño número de las especies explotadas bajo estas dos modalidades son cultivadas siguiendo una reglamentación, ya que la mayoría son extraídas de poblaciones silvestres.

El tercer grupo de amenazas corresponde a la llamada "declinación enigmática", donde aparentemente no existe un factor directo. Aquí se agrupan factores como el cambio climático global (Blaustein et al., 2003; Carey y Alexander, 2003; Storer, 2003) y la presencia de enfermedades emergentes infecciosas (Berger et al., 1998; Lips, 1999; Lips et al., 2004). Una enfermedad emergente recientemente descubierta en Chiapas (Lips et al., 2004; Quintero, 2004) que ha ampliado su grado de incidencia y su distribución geográfica es la quitridiomycosis, producida por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Berger et al., 1998; Lips, 1999; Daszak et al., 1999; Longcore et al., 1999; Carey et al., 2003; Kiesecker et al., 2004; Lamarca et al., 2005). La quitridiomycosis es una enfermedad letal que en pocos años ha alcanzado una distribución mundial; se considera el agente causal de la mayoría de las rápidas

declinaciones de anfibios; el hongo se ha detectado en más de 100 especies en todo el mundo (Berger et al., 1998; Lips et al., 2003; Mutis et al., 2003; Lips et al., 2004).

En Chiapas se ha demostrado la existencia de la quitridiomycosis en diez poblaciones de anuros (apéndice VIII.15) distribuidas en cinco localidades de muestreo. Las localidades donde se encuentra la quitridiomycosis son El Triunfo, Pueblo Nuevo, Cerro Baúl, Sierra Morena y El Pozo, todas estas localidades se distribuyen entre 900 y 2 100 m de altitud y en los tipos de vegetación de bosque mesófilo, bosque de pino y zonas de cultivo de plátano.

Conclusiones y recomendaciones

En términos generales, Chiapas es uno de los estados más estudiados herpetológicamente y su anfibiafauna es bien conocida. Sin embargo, todavía existen zonas inexploradas desde el punto de vista faunístico y un muestreo en estas regiones seguramente incrementaría la riqueza anfibios de Chiapas, sobre todo porque estas zonas corresponden a tierras altas y en tipos de vegetación caracterizadas por presentar especies endémicas. Asimismo, existen hábitat que no han sido explorados, como el caso de las cuevas y cavernas. Recientemente, en otras partes del mundo, se han descubierto especies nuevas de anfibios que son exclusivas de estos ecosistemas.

Desde el punto de vista taxonómico, se recomienda enfocar los esfuerzos al estudio de grupos poco conocidos como es el caso de las salamandras. De las 26 especies de salamandras conocidas en Chiapas, 18 de ellas (70 %) tienen menos de 100 registros y 12 (46 %) menos de 20 registros en más de 100 años de estudios herpetofaunísticos. Además, muchas de estas especies han sido registradas en una sola localidad, por ejemplo; *Ixalotriton niger* para El Pozo, *I. parvus* para cerro Baúl, *Dendrotriton megarhinus* para cerro Tres Picos, *D. xolocallae* para cerro Ovando y *Bolitoglossa stuarti* para Lagos de Montebello. Otro grupo pobremente conocido son las ranas de hojarasca (género *Craugastor*) que se caracterizan por ser muy diversas pero muy variables en su morfología, presentando problemas de identificación y delimitación de las especies. Para este grupo se hace necesario realizar estudios de secuenciación de ADN para resolver sus problemas taxonómicos.

Por otra parte, aunque la anfibiafauna de Chiapas es una de las más ricas del país, muchas de sus especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, principalmente por la fragmentación y destrucción del hábitat. Sabemos que las poblaciones de anfibios están disminuyendo, sin embargo, desconocemos a qué ritmo y qué especies son las más susceptibles. Por consiguiente, se hace necesario realizar estudios sobre el tamaño poblacional de las especies y monitorearlas a mediano y largo plazo. El esfuerzo de monitoreo de las poblaciones de anfibios debe priorizarse en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado, debido a que se desconocen las tendencias de las poblaciones de estos vertebrados en áreas donde teóricamente se están realizando medidas de protección y conservación de la biodiversidad.

Aunque en la mayoría de ANP de Chiapas se tiene conocimiento de las especies de anfibios que allí se distribuyen (ver Muñoz *et al.*, 2002, 2004 para El Triunfo; Orantes *et al.*, 2000 para La Sepultura; Lazcano *et al.*, 1992 para Montes Azules; Martínez y Muñoz, 1998; y Muñoz *et al.*, 1996, para La Selva El Ocote; Martínez, 1998 y Ortega, 2000 para Lagos de Montebello; Luna-Reyes *et al.*, (2005), para el Parque Educativo Laguna Bélgica; Altamirano, 2007 para el Cañón del Sumidero), no existen estudios anfibiafaunísticos en tres áreas protegidas importantes: en la Reserva de la Biosfera El Tacaná, Reserva de la Biosfera La Encrucijada y la Reserva de la Bios-

fera Lacantún, lo que hace necesario un estudio de este grupo en las reservas mencionadas.

Un aspecto importante que requiere prioridad es la evaluación de las poblaciones de los anfibios chiapanecos para determinar la presencia de la quitridiomycosis. Esta enfermedad se encuentra en México y está atacando a varias especies de anfibios de Chiapas, tornándose en una cuestión de bioseguridad, debido a que se ha demostrado que la mayoría de las declinaciones provocada por la quitridiomycosis han sucedido en áreas bien conservadas (principalmente en áreas protegidas), en zonas con altitudes intermedia y altas (generalmente en bosques templados) y que afecta a ciertas especies más que a otras (miembros de las familias Hylidae, Bufonidae y Plethodontidae). Chiapas reúne todas estas características, posee 20 áreas naturales protegidas (la mayoría de ellas con hábitat muy bien conservados), son áreas constantemente visitadas por turistas y ecoturistas, y en ellas se encuentran muchas de las especies pertenecientes a las familias reportadas con mayor susceptibilidad a la quitridiomycosis. Entre ellas hay que destacar las Reservas de la Biosfera El Triunfo, La Sepultura y El Volcán Tacaná que presentan las características ideales (nicho) para que el patógeno esté presente. Por lo tanto, se recomienda tomar medidas urgentes en estas reservas para reducir la posibilidad de expansión de la quitridiomycosis dentro y entre ellas y/o a otras regiones de Chiapas.

Literatura citada

- Altamirano, G., M. A. 2007. Vertebrados terrestres del parque nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Instituto de Historia Natural y Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BK003 México D. F.
- Álvarez, M. L. 2008. Diversidad y patrones ecogeográficos de la familia Hylidae (Amphibia: Anura), en el estado de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 68 p.
- Berger, L. R. Speare, P. Daszak, D. E. Green, A. A. Cunningham, C. L. Goggin, R. Slocombe, M. A. Ragan, A. D. Hyatt, K. R. McDonald, H. B. Hines, K. R. Lips, G. Marentelli, y H. Parks. 1998. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with populations declines in the rainforests of Australia and Central. *American Proceeding Natural Academic Science* 95: 9031-9036.
- Blaustein, A. R. y D. B. Wake. 1995. The Puzzle of Declining Amphibian Populations. *Scientific American* 49 (1): 56-59.
- Blaustein, A. R., Hatch, A. C., Belden, L. K., Scheesele, E. y J. M. Kiesecker. 2003. Global Change: Challenger facing amphibians. pp. 187-198. En: Semlitsch (Ed). *Amphibia Conservation*. Smithsonian Books. Washington, D. C.
- Campbell, J. A. 1998. *Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán, and Belize*. University of Oklahoma Press. Estados Unidos de América. 380 p.
- Campbell, J. A. 1999. Distribution patterns of amphibians in Middle America. pp. 111-210. En: Duellman, W. E. (Ed.) *Patterns of distribution of amphibians*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- Campbell, J. A. y J. P. Vannini. 1989. Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize. *Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology* 4 (1): 1-21.

- Carey, C. y M. A. Alexander. 2003. Climate change and amphibian declines: is there a link?. *Diversity and Distributions* 9 (2): 111-121.
- Carey, C., A. P. Pessier y A. D. Peace. 2003. Pathogens, Infectious Disease, and Immune Defenses. Amphibian Conservation. *Smithsonian Institution* 10: 27-136.
- Casas, A. G., F. Méndez de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, Distribución y Conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 69: 1-35.
- Casas, A. G., F. Méndez de la Cruz y X. Aguilar. 2004. Anfibios y reptiles In: Garcia-Mendoza, A. Ordoñez, M. J. y M. Briones [Eds.]. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. UNAM, México, D.F. 375-390 p.
- Collins, J. P. and A. Storfer. 2003. Global amphibian declines: Sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9: 89-98.
- Daszak, P., L. Berger, A. A. Cunningham, A. D. Hyatt, D. E. Green y R. Speare. 1999. Emerging infectious disease and amphibian population declines. *Emerging Infectious Diseases* 5: 735-748.
- Duellman, W. E. 1961. Descriptions of Two Species of Frogs, Genus *Ptychohyala* Studies of American Hylid Frogs, V. University of Kansas Publications. *Museum of Natural History* 8 (13): 349-357.
- Duellman, W. E. y D. L. Hoyt. 1961. Description of a new species of *Hyla* from Chiapas, Mexico. *Copeia* 4: 414-417.
- Duellman, W. E. 1963. A Review of the Middle American Tree Frogs of the genus *Ptychohyala*. *University of Kansas Publications. Museum of Natural History* 15 (7): 297-349.
- Duellman, W. E. 1999. Global distribution of amphibians: patterns conservations, and future challenges. In: Duellman, W. E. (Ed.). Patterns of distributions of amphibians: a global perspective. Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA. 1-30 p.
- Dueñas, C., Wilson, L. D. y J. R. McCranie. 2001. A list of the amphibians and reptiles of the Salvador, with notes on additions and deletions. pp. 93-99. En: Johnson, J. D., R. G. Webb, y O. Flores (Eds). Mesoamerican herpetology: systematic, zoogeography, and conservation. Centennial Museum, Special Publ. 1. University of Texas at El Paso, El Paso, Texas.
- Enríquez, V. P. 2005. Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 34 p.
- Flores, V. O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. pp. 253-280. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot and J. Fa. (Eds). Biological diversity of Mexico: origins and distributions. Oxford Univ. Press. New York.
- Flores, V. O. y L. Canseco. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2): 115-144.
- Frost, D. R., T. Grant, J. Faivovich, R. Bain, A. Haas, C. Haddad, R. De Sa', A. Channing, M. Wilkinson, S. Donnellan, C. Raxworthy, J. Campbell, B. Blotto, P. Moler, R. Drewes, R. Nussbaum, L. Lynch, D. Green y W. C. Wheeler. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin American Museum Natural History* 297: 1-370.
- Frost, D. R. 2008. Amphibian Species of the World. Disponible en: <http://research.amnh.org/> (consultado el de 15 mayo 2008). [herpetology/amphibia/index.php](http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php). American Museum of Natural History, New York, USA.
- Gadow, H. 1905. The distribution of Mexican Amphibians and Reptiles. *Proceeding Zoological Society* 2 (13): 191-244.
- Góngora-Arones, E. 1987. Etnozoología Lacandona: la herpetofauna de Lacanja-Chansayab. Instituto Nacional sobre Investigaciones de Recursos Bióticos. *Cuadernos de divulgación* 31: 1-31.
- IUCN-The World Conservation Union, 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en www.redlist.org (consultado en agosto de 2006).
- Johnson, J. D. 1989. Biogeographic Análisis of the Herpetofauna of Northwestern Nuclear Central America. Milwaukee. *Publ. Mus. Cpntrib. Biol. Geol.* 76: 1-66.
- Köhler, G. 2001. Anfibios y reptiles de Nicaragua. Herpeton. Verlag Elke Kohler, Offenbach Alimania. 208 pp.
- Kiesecker, J. M., L. K. Belden, K. Shea y M. J. Rubbio. 2004. Amphibian decline and emerging diseases. *American Scientist* 92: 138-147.
- Lamarca, E., K. Lips, S. Lotters, R. Puschendorf, R. Ibáñez, J. Rueda-Almonacid, R. Schulte, C. Marty, F. Castro, J. Manzanillo-Puppo, J. Garcia-Perez, F. Bolanos, G. Chavez, A. Pounds, E. Toral y B. Young. 2005. Catastrophic population declines and extinction in neotropical harlequin frog (Bufonidae: *Atelopus*). *Biotropica* 37: 190-201.
- Lazcano, M. A., E. Góngora-Arones y R. C. Vogt. 1992. anfibios y reptiles de la Selva Lacandona. pp. 145-171. En: Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (Eds). Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación. Publ. Esp. Ecosfera 1.
- Lee, J. C. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Comstock Publishing Associates. Ithaca. 500 pp.
- Lips, K. R. 1999. Mass mortality and populations declines of Anurans at an upland site in western Panama. *Conservation Biology* 13: 117-125.
- Lips, K. R., Green, D. E. y R. Papendick. 2003. Chytridiomycosis in wild frogs from southern Costa Rica. *Journal Herpetology* 37: 215-218.
- Lips, K. R., J. R. Mendelson, A. Muñoz-Alonso, L. Canseco-Márquez y D. G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern Mexico: Surveys of historical localities. *Biological Conservation* 119: 555-564.

- Longcore, J. E., A. P. Pessier y D. K. Nochols. 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycología* 91: 219-227.
- Luna-Reyes, R. 1997. Distribución de la Herpetofauna por Tipos de Vegetación en el Polígono I de la Reserva de la Biosfera EL Triunfo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 144 pp. + Anexos.
- Luna-Reyes, R., E. Hernández-García y H. Nuñez-Orantes. 2005. Anfibios y reptiles del Parque Educativo "Laguna Bélgica", Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 13 (1): 25-35.
- March, I. J. y A. Flamenco, 1996. Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993). El Colegio de la Frontera Sur, The Nature Conservancy, U.S.AID. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 123 p.
- Martínez, R. y A. Muñoz. 1998. La Herpetofauna de la Reserva El Ocote, Chiapas, México: una comparación y análisis de su distribución por tipos de vegetación. *Boletín Sociedad Herpetológica Mexicana* 8 (1): 1-14.
- McCranie, J. R. y F. E. Castañeda. 2007. Guía de Campo de los Anfibios de Honduras. Bibliomanía. Uta, USA. 304 p.
- McCranie, J. R. y L. D. Wilson. 2002. The amphibians of Honduras. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Contributions to Herpetology* 19: 1-625.
- Mendelson, J. R., y J. A. Campbell. 1994. Two new species of the *Hyla sumichrasti* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 107 (2): 398-409.
- Mendelson, J. R. y J. A. Campbell. 1999. The taxonomic status of populations referred to *Hyla chaneque* in southern Mexico, with the description of a new treefrog from Oaxaca. *Journal of Herpetology* 33: 80-86.
- Moreno, R. M. 2004. Efecto de los cafetales sobre la diversidad de anfibios, dentro y en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Mülleried, K. F. 1957. Geología de Chiapas, 1a edición, editorial Colección Libros de Chiapas, México.
- Muñoz, A., Martínez, R. y P. Hernández. 1996. Anfibios y reptiles de la Reserva El Ocote. pp. 87-147. En: Vázquez, M. y I. March (Eds). Conservación y desarrollo sustentable en la selva El Ocote, Chiapas. Ecosur-CONABIO. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Muñoz, A. A., Horváth, A., Vidal L. R., Percino D. R., González, O. E y V. S. Larrazaga. 2000. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe Final. Ecosur-SIBEJ-TNC. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. 77 p.
- Muñoz, A., A. Horváth, R. Percino, M. Ramírez, R. Macip, P. Martínez, M. Moreno, M. Ramírez y R. Vidal. 2002. Evaluación de la diversidad de vertebrados terrestres en cafetales en la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe Final. Ecosur-Idsmac. Chiapas, México. 69 p.
- Muñoz, A., R. Luna-Reyes, R. Percino Daniel y A. Horvath. 2004. Anfibios y Reptiles de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, pp. 159-188. En: Pérez-Farrera, M. A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yañez y A. V. Arreola-Muñoz (Eds.). La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México, D.F. 350 p.
- Muthis, E., P. S. Corn, A. P. Pessier, y D. E. Green. 2003. Evidence for disease-related amphibian decline in Colorado. *Biological Conservation* 110: 357-365.
- Orantes, N. H., Muñoz, A. A. Luna, R. R. y N. López. 2000. Inventario herpetofaunístico de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. Instituto de Historia Natural y Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L003. México D.F.
- Ortega, E. J. 2000. Análisis herpetofaunístico en diferentes tipos de hábitats en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 71 p.
- Parra-Olea, G., G. M. Paris y D. B. Wake. 1999. Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). *Revista de Biología Tropical* 47: 217-223.
- Pelcastre, L. y O. Flores V. 1992. Listado de especies y localidades de recolecta de las herpetofauna de, Veracruz. *Publicación Especial Museo de Zoología*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México 4: 25-96.
- Pérez-Ramos, Saldaña-de la Riva y Uribe Peña. 2000. A Checklist of the Reptiles and Amphibians of Guerrero, Mexico. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Ser. Zool.* 71 (1): 21-40.
- Poulin, B., G. Lefebvre, R. Ibáñez, C. Jaramillo, C. Hernández y A. S. Rand. 2001. Avian predation upon lizards and frogs in a neotropical forest understory. *Journal of tropical Ecology* 17: 21-40.
- Quintero, D. G. 2004. Estado actual de las poblaciones de anuros de las familias Hylidae y Leptodactylidae en dos zonas de bosque mesófilo: bajo la perspectiva de la posible declinación de sus poblaciones. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas. Chiapas. México.
- Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two Seas. University of Chicago Press, Chicago. 964 p.
- Schuchert, C. 1935. Historical geology of the Antillean-Caribbean region. John Wiley and Sons, New York. 811 p.

- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Skelly, D. K., L. K. Freidenburg y J. M. Kiesecker. 2002. Forest canopy and the performance of larval amphibians. *Ecology* 83 (4): 983-992.
- Smith, H. M. y R. A. Brandon. 1968. Data nova Herpetologica Mexicana. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 71: 49-59.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1966. Herpetology of México: annotated checklists and keys to the amphibians and reptiles. Eric Lundberg Ashton, Maryland, USA, 253 p.
- Stebbins, R. C. y N. W. Cohen. 1995. A Natural History of Amphibians. Princeton University Press. New Jersey. 387 pp.
- Stofer, A. 2003. Amphibian declines: future directions. *Diversity and Distributions* 9: 151-163.
- Villa, J. 1972. Anfibios de Nicaragua. Instituto Geográfico Nacional y Banco Central Nicaragua. 216 pp.
- Villa, J., L. D. Wilson y J. D. Johnson. 1988. Middle American Herpetology. University of Missouri Press. Columbia. USA. 131 p.
- Wake, D. B. y A. R. Blaustein. 1990. Declining Amphibian Populations a global Phenomenon? *Ecological Society of America* 71: 127-128.
- Young, B. E., S. N. Stuart, J. S. Chanson, N. A. Cox y T. M. Boucher. 2004. Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el Nuevo Mundo. NatureServe, Arlington, Virginia, 53 p.

versión gratuita. Prohibida su venta.

LOS REPTILES

Roberto Luna-Reyes, Luis Canseco-Márquez y Efraín Hernández-García

Introducción

Los reptiles son vertebrados cuya característica principal es la presencia de escamas córneas que protegen su cuerpo de la desecación; tienen la piel seca y con pocas glándulas, y dependen mayormente de fuentes externas de calor, como los rayos del sol, para mantener la temperatura de su cuerpo, es decir, son ectotérmicos. Su respiración es pulmonar y sólo las tortugas acuáticas respiran a través del epitelio de la faringe. Son ovíparos (depositan en la tierra huevos con cáscara) y vivíparos (paren a sus crías); junto con las aves y los mamíferos, forman el grupo de los amniotas, ya que sus embriones están provistos de membranas especiales (amnios, corión y alantoides) que son muy importantes en la reproducción (Halliday y Adler, 2007).

Una descripción general de los reptiles vivientes la encontramos en Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006) quienes detallan que las lagartijas tienen un cuerpo pequeño y esbelto, cuatro extremidades bien desarrolladas, garras afiladas y cola larga; algunas de ellas pueden desprender la cola para escapar de sus depredadores y una nueva cola crece para reemplazar la pérdida (autotomía). Las serpientes carecen de extremidades, párpados y oído externo; todas son carnívoras y algunas matan a sus presas mordéndolas e inyectándoles veneno, mientras que otras (no venenosas) se enredan alrededor de la presa para sofocarla, matarla y luego engullirla. Las tortugas están protegidas por una concha ósea (caparazón) en la que pueden esconder total o parcialmente la cabeza, cuello, extremidades y cola. Los cocodrilos son reptiles de talla grande con cuerpo alargado y cráneo robusto, hocico largo y mandíbulas muy fuertes, patas cortas, pero fuertemente desarrolladas; son poderosos depredadores acuáticos que capturan a sus presas en aguas superficiales o en las orillas de los cuerpos de agua. Los tuataras son organismos con cuerpo semejante al de una lagartija con cabeza grande y cola gruesa.

Diversidad

En el mundo, los reptiles están representados por 60 familias, 1 012 géneros y 7 776 especies. Los más numerosos son los escamosos (orden Squamata) que incluyen lagartijas, serpientes y anfisbenios, con más de 7 400 especies en 901 géneros y 42 familias; seguidos por las tortugas (orden Testudines) con 293 especies en 99 géneros y 14 familias; cocodrilos (orden Crocodylia) con 23 especies en ocho géneros y tres familias, y los tuatara (orden Rhynchocephalia) con dos especies en un género y una familia (Halliday y Adler, 2007). Dos terceras partes de las serpientes corresponden a la familia Colubridae (1 800 especies de culebras), mientras que entre las lagartijas las familias con mayor riqueza de especies corresponden a Scincidae (1 070 especies de eslizones), Gekkonidae (835 especies de geocos) e Iguanidae en sentido amplio (más de 900 especies de iguanas, basiliscos, anolis, lagartos cornudos, lagartos espinosos, entre otros) (Pough *et al.*, 2001).

A nivel mundial, sólo después de Australia, México ocupa el segundo lugar en riqueza de reptiles con 852 especies (Liner, 2007), lo que representa un poco más de 10 % de toda la riqueza de reptiles registrada en el planeta. Presenta también un alto porcentaje de endemismo, con 57 % de especies de distribución exclusiva en el país (Flores-Villela y Canseco Márquez, 2004. En: CONABIO, 2009a). El estado de Chiapas destaca por su elevada riqueza de reptiles, producto de la variedad de condiciones biogeográficas y geológicas que se presentan en su territorio, que incluyen la existencia de elementos endémicos y la

Cuadro 1. Riqueza de reptiles registrados en Chiapas con respecto a México.

Taxón	México	Chiapas
Lagartijas	412 (48.4 %)	85 (20.6 %)
Serpientes	384 (45.1 %)	117 (30.5 %)
Anfisbaenios	3 (0.4 %)	0 (0.0 %)
Tortugas	49 (5.8 %)	16 (32.7 %)
Cocodrilos	4 (0.5 %)	3 (75.0 %)
Total	852 (100 %)	221 (25.9 %)

Fuente: México = Con base en Liner (2007), entre paréntesis se indica el porcentaje con respecto al número total de especies; Chiapas = Modificado de Luna-Reyes *et al.* (2005) a partir de varias fuentes, entre paréntesis se presenta el porcentaje con respecto a México.

convergencia de biotas de las regiones Neártica y Neotropical, además de una compleja topografía y cobertura vegetal. En la entidad, los reptiles están representados por tres órdenes, 31 familias, 100 géneros y 221 especies. De estas, 202 especies corresponden a lagartijas y serpientes, 16 a tortugas dulceacuícolas y marinas, y tres a cocodrilos (modificado de Luna-Reyes *et al.*, 2005). Las serpientes de la familia Colubridae son las que presentan la mayor riqueza, con 93 especies, seguida de las familias de lagartijas Polychrotidae (23 especies) y Phrynosomatidae (14 especies). Entre las lagartijas, los géneros que presentan el mayor número de especies son *Anolis* (23 especies) y *Sceloporus* (12 especies), mientras que en las serpientes, los géneros más representativos corresponden a *Rhadinaea* y *Tantilla* (ocho especies cada uno), *Coniophanes* (siete especies) y *Geophis* (seis especies) (cuadro 1, apéndice VIII.16).

Del total de reptiles registrados para Chiapas (221 especies), 49 especies son endémicas de México (22.2 % respecto del total) y 19 son endémicas de Chiapas (8.6 % del total). Entre estas últimas se han registrado seis especies de lagartijas conocidas como anolis o abaniquillos (género *Anolis*, habitantes principalmente de selva mediana subperennifolia), cinco de dragoncitos (género *Abronia*, habitantes de bosque mesófilo de montaña y de bosque de pino-encino) y dos especies de *Lepidophyma* (figura 1). Entre las serpientes se han registrado culebras como *Adelphicos latifasciatum*, *A. nigrilatum*, *Coniophanes alvarezi*, *Rhadinaea kanalchutchan*, *Tantilla tayrae* y la nauyaca de frío o de los Tsotsiles *Cerrophidion tzotzilorum* (apéndice VIII.16).

Distribución

Los reptiles han tenido más éxito del que se cree normalmente, y las serpientes poseen una historia de evolución reciente de gran diversificación. En algunos hábitats, desiertos principalmente, los reptiles son un grupo dominante. Tienen una enorme ventaja sobre las aves y los mamíferos, pues al depender menos del mantenimiento de una temperatura corporal constante, pueden sobrevivir con sólo una parte del alimento que necesitan las aves y los mamíferos. De ese modo, son capaces de explotar entornos donde las provisiones de alimentos son escasas o esporádicas (Halliday y Adler, 2007).



a)



c)



b)

Figura 1. Algunas especies endémicas a Chiapas. : a) *Anolis alvarezdeltoroi* (anolis de Álvarez del Toro), especie no incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, formalmente sólo ha sido registrada en la localidad tipo que corresponde a 19.5 km N, 8.1 km O, Ocozocoautla, Chiapas. Foto: Noé Jiménez Lang (macho adulto, Ejido 20 Casas, Ocozocoautla, Chiapas, México). b) *Anolis hobartsmithi* (anolis de Hobart Smith), especie no incluida en la Norma Oficial Mexicana, se distribuye en varias localidades de las regiones fisiográficas Meseta de Chiapas y Montañas del Norte en el centro-norte de Chiapas. Fotografía: Roberto Luna Reyes (hembra adulta, camino a Mazonó, Tapalapa, Chiapas, México). c) *Lepidophyma lipetzi* (lagartija nocturna del Ocote), especie amenazada (A), formalmente sólo se ha registrado en la localidad tipo que corresponde a 30 km al norte de Cintalapa, lago (= Presa) Malpaso, cabecera del río La Venta. Foto: Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural, Noé Jiménez Lang (Ejido 20 Casas, Ocozocoautla, Chiapas, México, 825 msnm).

Con base en Halliday y Adler (2007), sabemos que las lagartijas en el Nuevo Mundo se distribuyen desde el sur de Canadá hasta Tierra del Fuego, y en el Viejo Mundo desde el norte de Noruega hasta Nueva Zelanda, también en islas de los Océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Los anfibios habitan regiones subtropicales de Norteamérica, Indias Occidentales, América del Sur, Patagonia, África, Península Ibérica, Arabia y oeste de Asia. Las serpientes se distribuyen en todo el mundo excepto en las regiones Ártica, Antártica, Islandia, Irlanda, Nueva Zelanda y en algunas pequeñas islas oceánicas, ninguna serpiente marina habita en el Océano Atlántico debido a la incapacidad de cruzar corrientes frías. Las tortugas acuáticas y terrestres se distribuyen en regiones templadas y tropicales, en todos los continentes, excepto en la Antártida, y en todos los océanos. Las tortugas marinas habitan en aguas tropicales, extendidas en océanos subtropicales y templados. Sólo la tortuga laúd (*Der-*

mochelys coriacea) tiene salidas periódicas a mares subárticos. Los cocodrilos se distribuyen en zonas tropicales y subtropicales alrededor de todo el mundo, y se extienden a zonas templadas. Las dos especies de tuataras reconocidas actualmente se restringen a 33 pequeñas islas y montes rocosos (riscos) situados frente a las costas de Nueva Zelanda.

Respecto a la distribución de los reptiles chiapanecos, existen grandes vacíos de información, por ejemplo, algunas especies formalmente sólo han sido registradas en la localidad tipo, tal es el caso de *Anolis alvarezdeltoroi*, *A. parvicirculatus*, *A. pygmaeus* y *Lepidophyma lipetzi*, para éstas y otras especies no se conoce con precisión su área de distribución. Además, especies como *Mesoscincus schwartzei* (Ferreira-García y Canseco-Márquez, 2006) y *Scincella gemmingeri* (Luna-Reyes et al., 2007) han sido registradas en Chiapas sólo recientemente. Inclusive, se están describiendo nuevas especies

de los géneros *Abronia* y *Aspidoscelis* con distribución en el estado (Nieto-Montes de Oca com. pers.). Por lo anterior, la distribución de especies por región fisiográfica puede proporcionarnos un panorama general sobre los patrones de riqueza, composición taxonómica y endemidad de los reptiles de la región. De forma preliminar, sabemos que las regiones fisiográficas de la Sierra Madre de Chiapas (SM) y Montañas del Norte (MN) son las que presentan una mayor riqueza de reptiles, con 118 y 101 especies, respectivamente; en otras regiones, se registra una riqueza intermedia como en la Depresión Central, con 81 especies, y en la Planicie Costera del Pacífico, con 79, mientras que en la Planicie Costera del Golfo hay 67 especies, en las Montañas del Oriente, 66 especies, y en la Meseta de Chiapas, 60, donde se registró el menor número de especies –modificado de Luna-Reyes *et al.*, 2005 (figura 2)–. Cabe destacar que esta última región presenta un alto número de especies endémicas que habitan principalmente en los bosques mesófilos de montaña y de pino-encino.

Importancia ecológica, económica y cultural

La importancia ecológica de los reptiles radica en que son esenciales en la cadena alimenticia, principalmente como fuente de alimento de aves y mamíferos, pero también son depredadores de insectos, anfibios, huevos y polluelos de aves y crías de mamíferos pequeños, incluso de otras especies de reptiles; además, grupos como lagartijas y serpientes funcionan como controladores

de plagas de insectos y pequeños roedores. En partes del mundo donde la diversidad y abundancia de lagartijas es alta, como sucede en Chiapas, lagartijas carnívoras consumen enormes cantidades de insectos diariamente. Estos insectos contienen nutrimentos y almacenan energía directa o indirectamente derivada de plantas. A su vez, los consumidores de orden superior, tales como aves, serpientes, mamíferos, incluyendo lagartijas, aseguran la transferencia de nutrimentos y energía a las cadenas alimentarias, cuya estabilidad es necesaria para la adecuada transferencia de energía y nutrimentos a través de los diferentes niveles, para la existencia de ecosistemas sanos. Generalmente, los ecosistemas complejos con un gran número de conexiones son usualmente estables a través del tiempo, mientras que los ecosistemas simples con menos conexiones son más susceptibles a colapsos catastróficos. Las lagartijas, al igual que todas las formas de vida –incluyendo a los humanos– contribuyen a la complejidad que sustenta la estabilidad (Pianka y Vitt, 2003). Los cocodrilos, de manera general, son muy importantes desde el punto de vista ecológico; se ha comprobado que tan pronto se vuelven más escasos por causa de la caza comercial, se presenta un desequilibrio ecológico relacionado con la disminución de las poblaciones de peces de valor comercial y con la proliferación de ciertos endoparásitos del ganado (Medem, 1983).

En México, de manera tradicional, diferentes especies de reptiles, entre tortugas marinas y dulceacuícolas, iguanas y cocodrilos, se han utilizado principalmente como alimento para

Cuadro 2. Composición taxonómica, tipo de endemidad y categoría de riesgo de las especies registradas en Chiapas.

Reptiles	Riqueza			Tipo de Endemidad		Categoría de Riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010		
	Familias	Géneros	Especies	EM	ECH	P	A	Pr
Lagartijas	15	30	85	27	13	1	13	25
Serpientes	7	57	117	22	6	0	14	29
Tortugas	7	11	16	0	0	6	3	6
Cocodrilos	2	2	3	0	0	0	0	3
Total	31	100	221	49	19	7	30	63

Endemidad: EM = Endémica de México; ECH = Endémica a Chiapas; Categoría de riesgo: P = En peligro; A = Amenazada y Pr = Sujeta a Protección Especial.

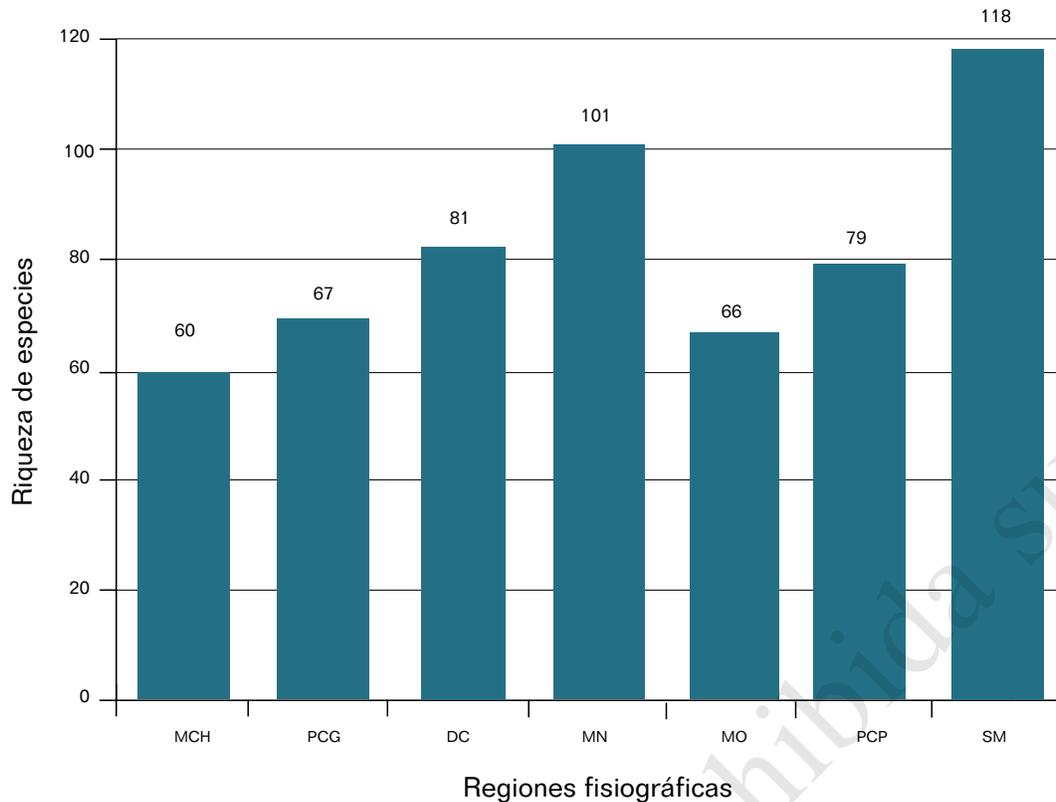


Figura 2. Riqueza de especies de reptiles en Chiapas por región fisiográfica. Región fisiográfica: DC = Depresión Central, MCH = Meseta de Chiapas, MN = Montañas del Norte, MO = Montañas del Oriente, PCG = Planicie Costera del Golfo, PCP = Planicie Costera del Pacífico, y SM = Sierra Madre de Chiapas.

autoconsumo y algunas especies para venta o explotación comercial. Pianka y Vitt (2003) consideran a las lagartijas muy importantes, por la función que desempeñan como parte de los ecosistemas naturales, en la cultura y mitología, como alimento y vestido, como fuente de materia prima para la industria farmacéutica, por su uso como mascotas y por la explotación y el comercio internacional que se realiza con varias especies. Para el caso particular de las lagartijas del género *Heloderma*, Ramírez-Bautista y Beck (1994) mencionan que se les ha capturado y matado libremente por años, desconociéndose el empleo diverso que se le da, pero se sabe que su piel se utiliza en la industria peletera para elaborar zapatos, bolsos y también artesanías en algunos estados del centro del país.

En Chiapas, de forma general, los grupos de reptiles de importancia socioeconómica son prácticamente los mismos que existen en el resto del sureste de México, inclusive, los usos y/o aprovechamientos, las técnicas de caza y formas de manejo son muy similares. Varias especies son importantes desde el punto de

vista alimentario, consumiéndose principalmente carne y huevos. En la región Lacandona, particularmente en la comunidad de Lacanjá-Chansayab, Lazcano-Barrero et al. (1992) mencionan como el principal uso de los reptiles el proveer de alimento, ya que se consume su carne y los huevos de las tortugas lagarto (*Chelydra serpentina*), blanca (*Dermatemys mawii*), jicotea (*Trachemys venusta*), de las lagartijas turipache o pasarríos (*Basiliscus vittatus*), turipache selvático (*Corytophanes cristatus*) y del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*); también se aprovecha la carne del casquito (*Kinosternon leucostomum*), de la iguana verde (*Iguana iguana*) y de la mazacuata (*Boa constrictor*). En esta comunidad de la Lacandona, aún cuando existen referencias del uso de algunas especies de reptiles con fines medicinales, ceremoniales o para la elaboración de utensilios, las tradiciones relacionadas con dichos usos se han perdido casi por completo. Las causas están relacionadas con la transformación cultural vinculada a la adopción de costumbres de la cultura occidental, así como a los cambios religiosos (Lazcano-

Barrero *et al.*, 1992). A pesar de ello, Enríquez Vázquez *et al.* (2006) encontraron el uso de 15 especies de reptiles: una tortuga, seis lagartijas y ocho serpientes por pobladores de comunidades tsotsiles y tseltales de los Altos de Chiapas, para curar 13 enfermedades, padecimientos o malestares. Dichos autores concluyen que actualmente la fauna silvestre tiene una gran importancia en la medicina tradicional en la región, ya que sirve como remedio para enfermedades reconocidas tanto por la medicina occidental como por las enfermedades culturales locales. Enfatizan que el uso con este fin implica un conocimiento minucioso de los animales utilizados. Sin embargo, reconocen que pocos estudios abarcan el aspecto de la fauna medicinal a pesar de ser una práctica milenaria.

En el ámbito cultural, los reptiles aún están representados en la cosmovisión de diferentes culturas indígenas de México y de Chiapas. En particular, las serpientes son asociadas a la lluvia, los rayos y el arcoíris (Báez-Jorge, 1979; Lammel *et al.*, 2008). Su presencia se vincula también al agua y a los manantiales. A su vez, se les relaciona con el control moral del comportamiento humano, es el caso de serpientes que se convierten en mujeres u hombres que tienen el objetivo de castigar la infidelidad humana, como se reporta en diferentes cuentos y mitos Zoques (Sulvarán, 2007).

En el área médica, los reptiles son importantes debido a su toxicidad; para Chiapas se han registrado 20 especies de serpientes venenosas: la serpiente marina listada, cinco especies de coralillos, el cantil, la cascabel tropical, 12 especies de nauyacas y sólo una especie de lagartija venenosa (*Heloderma horridum*). Cada año existen casos de mordeduras de serpientes venenosas, principalmente de la cascabel tropical (*Crotalus simus*) y la nauyaca real (*Bothrops asper*). Este tipo de accidentes constituyen un problema de salud pública para Chiapas, como lo demuestra el análisis de las defunciones ocurridas de 1990 a 2005. En dicho periodo, se registraron en promedio siete casos anuales, aunque de 1991 a 1994 el número de defunciones se incrementó, manteniéndose relativamente constante entre 11 ó 12 (Luna-Reyes y Suárez-Velázquez, 2008).

A pesar de lo anterior, los reptiles venenosos (serpientes y lagartijas) representan un recurso útil para el ser humano, pues el estudio de sus

venenos ha aportado nuevos datos sobre la acción de sus componentes en los sistemas circulatorio y nervioso. En dosis pequeñas, el mismo principio bioquímico del veneno que destruye los glóbulos rojos y plaquetas de la víctima de una mordedura tiene un valor potencial en el tratamiento de diversas trombosis. De forma parecida, las toxinas del veneno, capaces de afectar centros nerviosos y causar un paro respiratorio, encierran información valiosa para entender las causas y buscar posibles tratamientos para algunos padecimientos neurológicos (Sánchez, 1994).

En cuanto al uso de reptiles como mascotas, en diferentes regiones del estado, varias especies son empleadas para este fin, principalmente ejemplares jóvenes de la iguana verde (*Iguana iguana*), las que llegan a venderse hasta en doscientos pesos en tiendas de Tuxtla Gutiérrez y en otras ciudades importantes del estado. Las tortugas como los casquitos pardo y amarillo (*Kinosternon scorpioides*), serpientes como la mazacuata (*Boa constrictor*) y eventualmente algunas especies de lagartijas del género *Anolis* y de serpientes inofensivas (culebras) también son demandadas como mascotas. Un problema del uso de reptiles como mascotas tiene que ver con la extracción de estos ejemplares de su hábitat natural, también porque genera la proliferación de ejemplares de algunas especies introducidas o exóticas a Chiapas. Un ejemplo de ello es el caso de la mal llamada "tortuga japonesa" (*Trachemys venusta elegans*), que se vende casi en cualquier acuario de las ciudades del estado, fuera de su área de distribución natural (EUA y noreste de México). El problema se detona cuando son liberadas e introducidas por sus dueños en los diferentes ambientes naturales del estado, donde pueden competir e hibridarse con especies nativas.

Son necesarios estudios poblacionales sobre algunas especies, principalmente de aquellas de importancia socioeconómica, para garantizar su aprovechamiento sustentable en el largo plazo. También deben realizarse estudios actuales e históricos enfocados en conocer el uso y significado que se otorga a los reptiles en diferentes manifestaciones culturales, como rituales y ceremonias religiosas, festividades, uso culinario, en la medicina tradicional y en la elaboración de utensilios. También los estudios sobre la percepción que tienen los habitantes de etnias y comunidades de las diferentes regiones del estado

sobre la importancia y el papel que juegan dichos organismos en sus vidas cotidianas son muy importantes en el diseño de proyectos y estrategias de manejo y conservación.

Situación y estado de conservación

Se consideran como especies prioritarias para conservar aquellas catalogadas como en peligro de extinción y después a las que no están consideradas como tal pero que presentan características que las hacen inherentemente vulnerables. En este esquema de priorización, la mayor jerarquía se otorga a las especies endémicas de distribución restringida, seguidas de las endémicas de distribución amplia y las no endémicas de distribución restringida, aunque todavía no se considere a estas últimas oficialmente en riesgo. Dada su distribución limitada, tales especies son más susceptibles a la extinción (Gaston y Blackburn, 1996 en Santos-Barrera *et al.*, 2004).

En el estado, se han registrado 105 especies de reptiles que están incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), lo que representa 45.2 % del total de especies de reptiles registradas en Chiapas, o sea, casi la mitad del total de especies. De esta forma, tenemos siete especies en peligro de extinción (P), 30 amenazadas (A) y 63 sujetas a protección especial (Pr) (figura 3, apéndice VIII.16). Cabe mencionar que en todas las regiones del estado la mayoría de las especies de serpientes son consideradas venenosas por lo que las matan indiscriminadamente.

Asimismo, varias especies de reptiles registrados en Chiapas están incluidos en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, por sus siglas en inglés), que son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección de las especies con valor comercial (CITES, 2010). En el Apéndice I de la Convención se incluyen a *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*, *Dermochelys coriacea* y *Crocodylus acutus*, de las que se prohíbe el comercio internacional de especímenes, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En el Apéndice II se enlistan especies como *Iguana iguana*, *Hemiderma horridum*, *Loxocemus bicolor* (barretilla o

chatilla), *Boa constrictor*, *Clelia clelia* (culebra), *Dermatemys mawii*, *Caiman crocodilus* y *Crocodylus moreletii*, que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo, a menos que se controle estrictamente su comercio.

Amenazas para su conservación

Las poblaciones de reptiles, al igual que los anfibios, tienden a disminuir o a desaparecer cuando se presentan cambios o impactos ambientales drásticos debido a fuerzas naturales o actividades humanas. La disminución de la riqueza, abundancia, calidad y extensión del área de distribución de las especies de reptiles se debe, principalmente, a la destrucción, alteración y fragmentación del hábitat. A dicho factor se suman otros como la introducción de especies exóticas, la cacería y el tráfico ilegal. Relacionado con estos últimos aspectos, se incluye el aprovechamiento irracional que el ser humano hace de muchas especies, principalmente de aquellas que tienen importancia socioeconómica, al ser utilizadas como alimento, peletería, ornato, mascotas, medicina tradicional o en prácticas religiosas. Por el uso no sustentable derivado de dichas prácticas, la mayoría de ellas están incluidas en alguna categoría de riesgo.

La pérdida de selvas y bosques en buen estado de conservación se debe en buena medida a las presiones en el uso del suelo por las actividades agrícolas y ganaderas que ponen en riesgo la viabilidad de los ecosistemas (Acevedo, 1990). Estos efectos se han agudizado recientemente debido a la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos que han modificado profundamente el paisaje (Baumann, 1999), los que han sido asociados, al menos en parte, al cambio climático global.

Al respecto, la situación del bosque mesófilo de montaña representa un buen ejemplo del efecto de estas amenazas. Este tipo de vegetación está en riesgo de desaparecer en Chiapas y México por los efectos adversos del cambio climático, la ganadería, la tala ilegal y la expansión urbana, y en menor medida por la agricultura de roza-tumba y quema, los incendios forestales, la sequía, los conflictos de la propiedad de la tierra y los cultivos ilícitos (Toledo, 2009). En los manchones de bosque mesófilo de montaña y de otros tipos de vegetación de montaña, se ha registrado una alta riqueza de reptiles, además,

dicha fragmentación natural también ha favorecido los endemismos de varios géneros de lagartijas, como *Abronia* (dragoncitos), *Mesaspis*, *Sceloporus* (escamosos); y de serpientes, incluyendo *Adelphicos*, *Rhadinaea*, *Sibon* (culebras caracoleras), *Bothriechis* (nauyacas arborícolas) y *Cerrophidion* (nauyacas de frío). Por lo anterior, se considera que de la permanencia del bosque mesófilo de montaña y otros tipos de vegetación asociados depende también la conservación de diferentes grupos de reptiles, que incluyen varias especies endémicas, de las cañadas montañosas de las regiones fisiográficas Sierra Madre, Montañas del Norte y Meseta Central de Chiapas.

De la misma forma, la sobreexplotación de varias especies de reptiles, tanto para autoconsumo como para venta, y las prácticas de manejo inadecuadas, son también un grave problema para la conservación de varias poblaciones de reptiles. Las iguanas son un buen ejemplo de ello; en la costa de Chiapas, en la época de semana santa, se capturan de manera ilegal e indiscriminada ejemplares tanto de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) como de la iguana verde (*Iguana iguana*), para su venta en diferentes localidades del estado y de otros estados aledaños. Los ejemplares, muchos de ellos hembras grávidas, son transportados en condiciones insalubres, amontonados en cajas de cartón –hasta 30 ejemplares en cada una– y amarrados de la boca (con laso natural o de

plástico), y de manos y patas con sus propios tendones (Luna-Reyes obs. pers.). Al respecto, Álvarez del Toro (1982) enfatizó el hecho de que en algunas zonas de Chiapas se cazaban hembras grávidas para extraerles los huevos, dejando a los animales, en la mayoría de los casos, con el vientre expuesto provocando su muerte sin aprovechar carne y piel. Una situación similar puede presentarse en otras especies, como las tortugas marinas y dulceacuícolas.

Otra amenaza potencial, aún no evaluada, es el uso de reptiles como mascotas y su posterior liberación o introducción en los diferentes ambientes naturales del estado. El primer problema que se presenta con esta actividad tiene que ver con la extracción de ejemplares de su hábitat natural y su traslado a otras regiones que no forman parte de su área de distribución natural, un segundo problema se relaciona con la potencial proliferación de ejemplares de algunas especies introducidas o exóticas a Chiapas que pueden competir con las especies locales, causando la disminución de sus poblaciones, inclusive la extinción local de las mismas.

Oportunidades o acciones de conservación

Una de las estrategias de conservación de la biodiversidad ha sido la creación de sistemas nacionales y estatales de áreas naturales protegidas (ANP). Para consolidar dicha estrategia, es

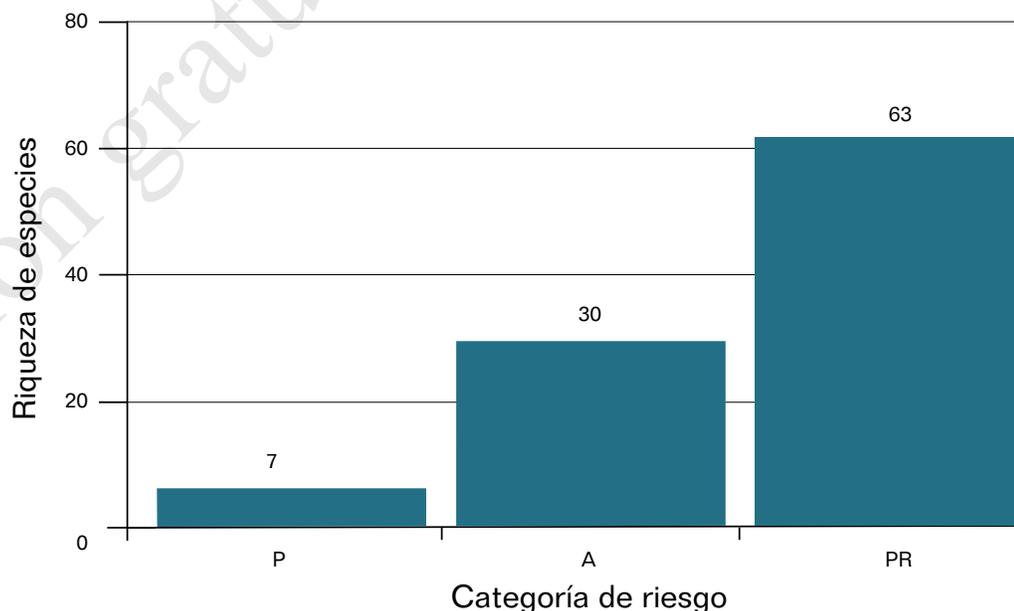


Figura 3. Riqueza de especies de reptiles en Chiapas por categoría de riesgo. Categoría de riesgo: A = Amenazada, P = En Peligro, y Pr = Sujeta a Protección Especial.

fundamental priorizar la conservación de las áreas protegidas con base en su diversidad biológica y determinar las áreas adicionales que requieren ser conservadas para tener representadas al mayor número de especies. Al respecto, los análisis de especies de reptiles representados en las áreas naturales protegidas de México indican claramente que existe una necesidad de aumentar tanto el número de áreas como la superficie protegida, con objeto de tener representadas todas las especies, en especial las endémicas de México y en peligro de extinción (Santos-Barrera *et al.*, 2004). La situación de los reptiles, en cuanto a su representación en las principales áreas naturales protegidas de México, es más apremiante que la de otros grupos de vertebrados terrestres, ya que sólo 61 % (492) de las especies de reptiles mexicanos están protegidas en áreas naturales. Asimismo, sólo 49 % de los reptiles endémicos de México presentan poblaciones en áreas naturales protegidas, lo que significa una debilidad del sistema, ya que una de las funciones principales de las ANP es proteger el mayor número de especies de reptiles endémicos o incluidos en alguna categoría de riesgo, lo que reduce las probabilidades de extinción de las poblaciones.

Se considera a Chiapas como la entidad que cuenta con el mayor número de áreas naturales protegidas y/o propuestas. El estado cuenta con un sistema que incluye áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal, destacando las existentes en las regiones Sierra Madre de Chiapas (La Sepultura, La Frailesca-

na, El Triunfo, Cordón Pico El Loro-Paxtal, Volcán Tacaná), Montañas del Oriente (Montes Azules, Naha, Metzabok, Lacantún, Bonampak, Yaxchilán, Chan-Kin, Cascadas de Agua Azul) y Planicie Costera del Pacífico (Playa de Puerto Arista, La Encrucijada, Cabildo Amatal y Gancho Murillo). En varias de estas áreas, principalmente las de carácter federal, se ejecutan programas de manejo, enfocados a la conservación de los ecosistemas, hábitats y especies que contienen. Desafortunadamente, el sistema de áreas naturales es deficiente en algunas regiones fisiográficas al no existir las suficientes áreas naturales protegidas que garanticen la conservación en el largo plazo de una muestra representativa de la riqueza de reptiles endémicos de la Meseta de Chiapas (MCH), Montañas del Norte (MN) y Depresión Central (DC). Tampoco existe una muestra representativa de ANP en la parte chiapaneca de la Planicie Costera del Golfo.

La información existente sobre la riqueza y distribución de los anfibios registrados en Chiapas todavía es preliminar, por lo que es necesario completar y actualizar los inventarios biológicos, dado que varias áreas del estado permanecen inexploradas, o lo han sido sólo parcialmente, por lo que futuros muestreos en estas regiones seguramente incrementaría la riqueza y los registros de distribución de los anfibios de Chiapas. Asimismo, persisten problemas taxonómicos que originarán cambios, no sólo en la composición y riqueza de especies, sino también en la distribución geográfica de las mismas.

Literatura citada

- Acevedo, M. L. 1990. Los municipios de las fronteras de México. II El medio ambiente. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. 214 pp.
- Adalsteinsson, A. S., R. W. Branch, S. Trape, J. L. Vitt y B. S. Hedges. 2009. Molecular phylogeny, classification, and biogeography of snakes of the Family Leptotyphlopidae (Reptilia, Squamata). *Zootaxa* 2244: 1-50.
- Baumann, J. 1999. Factores determinantes en el proceso hidrológico-erosivo en las cuencas hidrográficas de la costa de Chiapas. Conagua, Artículo ANEI-S49906. pp. 54-62.
- Báez-Jorge, F. 1979. Elementos prehispánicos en la etnometeorología de los Zoques de Chiapas. *México Indígena* 11: 2-8.
- Canseco-Márquez, L. y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2006. Guía de campo de los anfibios y reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. Escuela de Biología, BUAP. 1-78 pp.
- CITES. 2010. Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. Apéndices I, II, y III. www.cites.org/esp/app/appendices.shtml (fecha de consulta: 30 de noviembre de 2010).
- Comisión Nacional para el Conocimiento Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009a. Capital natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 100 pp.

- Comisión Nacional para el Conocimiento Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (comp.). 2009b. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México. (Incluye información del proyecto CS003).
- Enríquez Vázquez, P., R. Mariaca Méndez, O. G. Retana Guisacón y E. J. Naranjo Piñera. 2006. Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. *Inter ciencia* 31 (007): 491-499.
- Halliday, T. y K. Adler. 2007. La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles. Editorial LIBSA. Madrid, España. 240 pp.
- Ferreira-García, M. E., y L. Canseco-Márquez. 2006. Estudio de la herpetofauna del Monumento Natural Yaxchilán, Chiapas, México. pp. 296-307. En: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds.). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. *Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 3: 346 pp.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. *Special Publication of The Carnegie Museum of Natural History* 17: 1-73.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20 (2): 115-144.
- Gaston, K. J. y T. M. Blackburn. 1996. Conservation implication of geographic range size-body size relationships. *Conservation Biology* 10: 638-646.
- Köhler, G. 2010. A revision of the Central American species related to *Anolis pentapryon* with the resurrection of *A. beckeri* and the description of a new species (Squamata: Polychrotidae). *Zootaxa* 2354: 1-18.
- Lammel, A., M. Goloubinoff y E. Katz. 2008. Aires y lluvias. Antropología del clima en México. Ciesas/Cemca/IRD. México.
- Lazcano-Barrero, M. A., E. Góngora-Arones y R. C. Vogt. 1992. Anfibios y reptiles de la Selva Lacandona. En: Vásquez Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.). Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. *Publ. Esp. Ecosfera* 1: 145-171.
- Liner, E. A. 2007. A checklist of the amphibians of reptiles of Mexico. *Louisiana State University Occasional Papers of the Museum of Natural Science* 80: 1-60.
- Luna-Reyes, R., E. Hernández-García y H. Nuñez-Orantes. 2005. Anfibios y reptiles del Parque Educativo "Laguna Bélgica", Chiapas, México. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.* 13 (1): 25-35.
- Luna-Reyes, R., U. O. García-Vázquez y A. A. Mendoza-Hernández. 2007. *Scincella g. gemmingeri* (Forest ground skink). *Herpetological Review* 38 (3): 353.
- Luna-Reyes, R. y A. Suárez-Velázquez. 2008. Reptiles Venenosos de Chiapas: reconocimiento, primeros auxilios y tratamiento médico en caso de mordedura. Instituto de Historia Natural / Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica Conacyt-Gobierno del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 90 pp.
- Medem, F. 1983. Los Crocodylia de sur América. Volumen II. Universidad Nacional de Colombia y Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" Colciencias. Colombia. 270 pp.
- Pianka, E. R. y L. J. Vitt. 2003. Lizards: Windows to the evolution of diversity. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, USA. 333 pp.
- Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky y K. D. Well. 2001. Herpetology. Prentice Hall Inc. New Jersey. 612 pp.
- Ramírez-Bautista, A. y D. D. Beck. 1996. El escorpión, lagartija venenosa de México. *Información Científica y Tecnológica* 18 (232): 24-28.
- Sánchez, O. 1994. Serpientes de México. *Escala/Aeroméxico* 4 (59): 50-66.
- Santos-Barrera, G., J. Pacheco y G. Ceballos. 2004. Áreas prioritarias para la conservación de los reptiles y anfibios de México. *Biodiversitas* 57: 1-6.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sulvarán, J. L. 2007. Mitos, cuentos y creencias zoques. Universidad Intercultural de Chiapas. México.
- Toledo, T. 2009. El bosque de niebla. *Biodiversitas* 83: 1-6.
- Uetz, P., H. Hošek y J. Hallerman. 2009. The TIGR Reptile Database (CD-ROM version). Consulta en línea: www.reptile-database.org.

DIVERSIDAD DE AVES: UN ANÁLISIS ESPACIAL

José L. Rangel-Salazar, Paula Enríquez Rocha,
Marco A. Altamirano González Ortega, Claudia Macías Caballero,
Efraín Castillejos Castellanos, Patricia González Domínguez,
Jorge A. Martínez Ortega y Rosa M. Vidal Rodríguez

Introducción

Las aves son el grupo de vertebrados terrestres con mayor riqueza de especies, con alrededor de 9 600 especies vivientes a nivel mundial (Sibley y Monroe, 1990). Este grupo se caracteriza por tener plumas, picos, extremidades superiores transformadas en alas, patas escamosas y ser ovíparos. Por su capacidad de vuelo, prácticamente ocurren en todos los ambientes terrestres y acuáticos, excepto en las profundidades oceánicas (Newton, 2003), y son un excelente grupo para evaluar la variación temporal y espacial de la diversidad biológica (Norris y Pain, 2002; Sutherland *et al.*, 2004).

En cuanto a su diversidad, la máxima variación de aves se encuentra en la región Neotropical que incluye los mayores bosques tropicales que van del sur de México a través de Centroamérica hasta Sudamérica. Esta región representa alrededor de 35 % de las especies del mundo (Newton, 1998); sin embargo, aún existen importantes vacíos de conocimiento cuyo estudio permitirá un mejor entendimiento de su origen, ecología, problemática y facilitará la toma de decisiones para su conservación y uso sustentable.

En este capítulo presentamos un análisis de la diversidad de especies de aves en Chiapas a través de sus siete regiones fisiográficas. Analizamos algunas estrategias e iniciativas de conservación como las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), al mismo tiempo identificamos aquellas especies de aves relevantes y su localización en cada región fisiográfica.

Diversidad y distribución

El total de especies de aves registradas para el estado de Chiapas es de 694 (con 14 subespecies) incluidas en 21 órdenes y 78 familias. Este número podría incrementarse a 732 especies si se adicionan 38 especies hipotéticas, que son aquellas especies que potencialmente podrían distribuirse en el estado pero que es necesaria su confirmación (apéndice VIII.17). Los órdenes con el mayor número de especies son los Passeriformes (aves canoras) con 351, los Charadriiformes (playeritos y gaviotas) con 53, los Falconiformes (halcones y águilas) con 48 y los Apodiformes (vencejos y colibríes) con 48 especies. Hay también 191 (27.4 %) especies migratorias latitudinales, que se reproducen en Norteamérica y regresan a sus sitios no reproductivos en ambientes tropicales. Se presentan también 12 especies con distribución geográfica restringida a una región o área geográfica determinada (como especies endémicas) y diez con una distribución geográfica restringida a dos o más áreas geográficas interconectadas (especies cuasiendémicas: Escalante *et al.* 1998) (apéndice VIII.17).

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES POR REGIÓN FISIOGRAFICA

La riqueza de especies de aves en Chiapas se incrementa de la Depresión Central (305 especies) hacia las Montañas de Oriente (482), Sierra Madre de Chiapas (537), y alcanza un máximo en las Montañas del Norte (580) (figura 1). De las especies migratorias neotropicales, esta cantidad se incrementa de las Montañas de Oriente con 121 hacia la Sierra Madre de Chiapas con 133 especies (cuadro 1, figura 1). Sin embargo, en proporción al número de especies de aves por región, la Depresión Central alberga la mayor proporción de aves migratorias con 36 %, la Planicie Costera del Pacífico con 37 % y Los Altos de Chiapas con 35 %.

Con respecto al número de especies endémicas y cuasiendémicas por región, la Sierra Madre presenta el mayor número con 19, las Montañas del Norte presentan 13 y Los Altos de Chiapas 10 (cuadro 1).

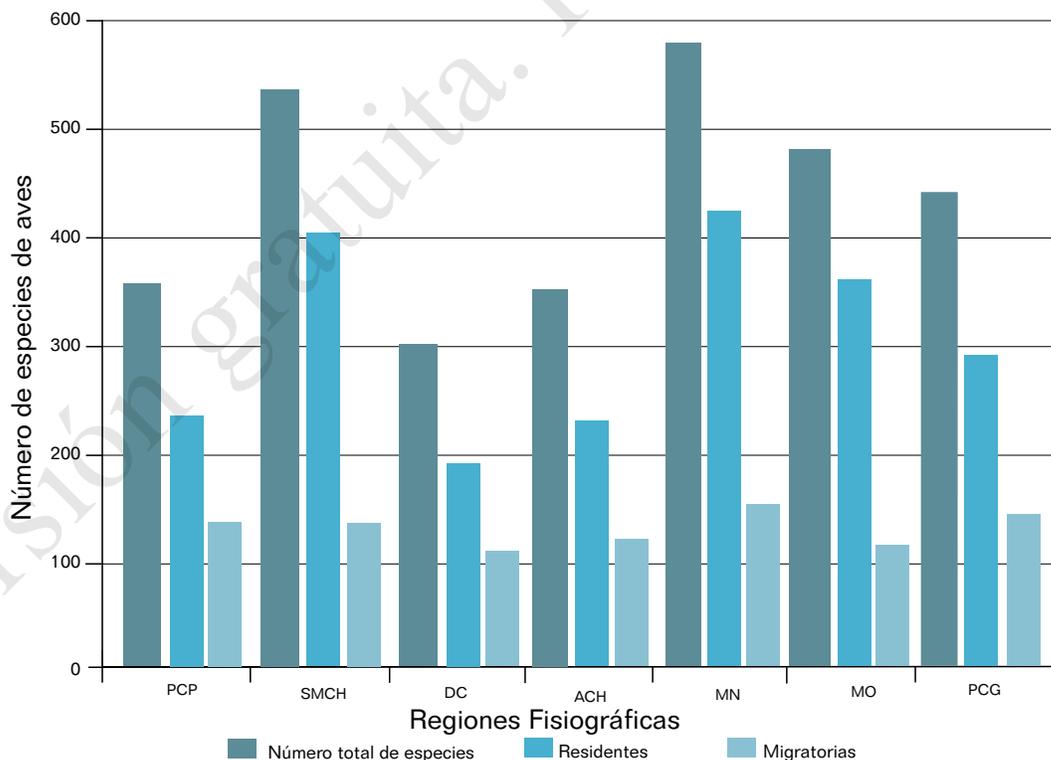


Figura 1. Distribución total de las especies de aves residentes y migratorias por región fisiográfica para el estado de Chiapas. Las regiones son: Planicie Costera del Pacífico (PCP), Sierra Madre de Chiapas (SMCH), Depresión Central (DC), Altos de Chiapas (ACH), Montañas del Norte (MN), Montañas del Oriente (MO) y Planicie Costera del Golfo (PCG).

Cuadro 1. Número de especies de aves, residentes, migratorias, endémicas, cuasi-endémicas y con alguna categoría de riesgo por región fisiográfica. Planicie Costera del Pacífico (PCP), Sierra Madre de Chiapas (SMCH), Depresión Central (DC), Altos de Chiapas (ACH), Montañas del Norte (MN), Montañas del Oriente (MO), Planicie Costera del Golfo (PCG).

Características	Regiones Fisiográficas						
	PCP	SMCH	DC	ACH	MN	MO	PCG
Número de especies	366	537	305	353	580	482	431
Residentes	229	404	194	228	429	361	294
Migratorias Latitudinales	137	133	111	125	151	121	137
Estatus incierto de estacionalidad	0	0	10	0	0	0	0
Endémicas (E), Cuasi-endémicas (E*)	6 (E), 3 (E*)	10 (E), 8 (E*)	4 (E), 4 (E*)	3 (E), 7 (E*)	5 (E), 8 (E*)	1 (E), 4 (E*)	2 (E*)
NOM-059-SEMARNAT-2010 (Amenazada)	20	55	25	36	60	49	30
NOM-059-SEMARNAT-2010 (Extinta)	1	1	0	0	1	0	0
NOM-059-SEMARNAT-2010 (en Peligro)	8	21	3	11	24	20	13
NOM-059-SEMARNAT-2010 (Protección Especial)	44	76	18	31	83	72	62
UICN (Endangered)	0	3	1	1	2	2	1
UICN (Vulnerable)	1	2	0	1	3	2	1
UICN (Near Threatened)	7	7	1	5	8	3	3
CITES	58	89	35	47	97	85	75
Riesgo según Birdlife	8	17	6	13	21	14	11
Distribución Restringida a Biomas Birdlife	4	21	6	15	18	9	0
Watch list PIF	14	23	18	22	14	23	20

Fuente: UICN, 2001; Semarnat 2010; Rangel-Salazar *et al.*, 2005, CITES, 2008.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Las aves en Chiapas desempeñan complejos y diversos papeles en la dinámica y funcionalidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Por ejemplo, algunas especies son polinizadoras como los colibríes; otras son frugívoras dispersoras de semillas como los trogones y quetzales; algunas más son insectívoras como los papamoscas o depredadores de pequeños y medianos mamíferos como los gavilanes y búhos. Existen también especies encargadas de eliminar los restos de los animales muertos como los zopilotes. Otras especies se consideran indicadores ambientales cuya situación poblacional proporciona información sobre la condición general de los ecosistemas naturales (Rodríguez *et al.*, 1998; Tejeda-Cruz y Sutherland, 2005; Rangel-Salazar *et al.*, 2008), como algunas especies que dependen de áreas de bosque en buen estado de conservación (como el águila

harpía, *Harpia harpyja*), el pavón (*Oreophasis derbianus*), el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) o el chipe rosado (*Ergaticus versicolor*).

IMPORTANCIA ECONÓMICA

Una alternativa económica que permite a los habitantes de las comunidades rurales usar racionalmente los recursos turísticos naturales y culturales, además de generar empleo a los pobladores y al mismo tiempo apoyar la conservación de la fauna silvestre, es el turismo de naturaleza (ecoturismo o turismo de aventura) (Foucat, 2002). Específicamente, con las aves es el aviturismo o la observación de aves. Algunos ejemplos en Chiapas son La Sima de las Cotorras en el Municipio de Ocozacoautla de Espinoza y la Ruta del Café en el Soconusco de la Sierra Madre de Chiapas.

Otro ejemplo de alternativa económica con las aves es la empresa avícola “Buenaventura Grupo Pecuario” que forma parte de la UMA

Zoológico Dr. Julio César Pastrana localizada en el Municipio de Villaflores, en donde las especies que se reproducen ahí son vendidas como mascotas u ornato (González-Hernández, 2008).

IMPORTANCIA CULTURAL

En las culturas mesoamericanas, como la maya en Chiapas, las aves han jugado un papel fundamental al ser utilizadas como alimento, medicina, ornato, compañía y actividades religiosas (De la Garza, 1995, 1999). Como alimento, en los antiguos pueblos indígenas se consumían aves como el faisán, las palomas y codornices. Asimismo, el plumaje de muchas aves era utilizado para distinguir jerarquías en penachos y escudos. También eran utilizadas en ceremonias religiosas porque representaban elementos sagrados. Por ejemplo, los quetzales o guacamayas eran asociados con el sol o con el fuego, mientras que los búhos o lechuzas eran relacionados a la oscuridad o a la muerte (De la Garza, 1995). Actualmente, algunos pueblos indígenas específicamente en los Altos de Chiapas continúan utilizando a las aves silvestres de la región para consumo, como los patos, carpinteros, golondrinas, palomas, entre otros, o en la medicina, como los colibríes y zopilotes (Enriquez-Vázquez *et al.*, 2006, datos no publ.).

Situación actual

Aunque recientemente se ha incrementado la información biológica y ecológica sobre las especies de aves en el estado de Chiapas (Rangel-Salazar *et al.*, 2005), el conocimiento sobre sus historias de vida y estado de conservación es aún muy limitado. Sin embargo, una forma de evaluar cuáles especies necesitan inmediata atención es conocer el grado de amenaza que presentan de acuerdo a listas de especies en riesgo. Por ejemplo, en Chiapas, se han registrado 204 especies (29 % del total) en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010): 32 en peligro de extinción, 72 amenazadas, 106 en protección especial y una especie considerada extirpada del estado (*i.e.* el caracara come cacao, *Daptrius americanus*) (apéndice VIII.17). La mayoría de estas especies (169) habita en las Montañas del Norte (60 amenazadas, 25 en peligro de extinción y 83 bajo protección especial, más una ya considera-

da extirpada) (cuadro 1). La Sierra Madre de Chiapas presenta 156 especies en alguna categoría y las Montañas de Oriente tienen 141, mientras que la región con menos especies en alguna categoría de riesgo es la Depresión Central con 47 (cuadro 1, apéndice VIII.17).

Actualmente, se reconocen cinco especies como potencialmente extirpadas en algunas regiones fisiográficas del estado. Para la Sierra Madre de Chiapas, las Montañas del Norte y la Planicie Costera del Pacífico se tiene al caracara come cacao y a la guacamaya roja (*Ara macao*); para la Sierra Madre de Chiapas y la Planicie Costera del Pacífico, la guacamaya verde (*A. militaris*); para la Sierra Madre de Chiapas, el águila arpía (*Harpia harpyja*) y la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*). Estas especies, además, están consideradas en alguna categoría de riesgo a nivel nacional e internacional (amenazadas o en peligro de extinción) (apéndice VIII.17).

La Lista Roja de Especies en Riesgo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001) es otra fuente que debería de tomarse en cuenta también para evaluar las especies que necesitan atención. En esta lista, 22 especies con distribución en Chiapas se encuentran en alguna categoría: cuatro en peligro de extinción, cuatro vulnerables, 12 casi amenazadas, una críticamente amenazada y una con información deficiente (cuadro 1).

En relación a la Convención Internacional para el Tráfico de Especies en Peligro (CITES, 2008), en Chiapas están listadas 115 especies (16.5 % del total) como los cigüeñones (*Mycteria americana*) y patos (*Anas spp.*); estas especies son cazadas ilegalmente en la Planicie Costera del Golfo (Gerardo-Tercero, 2001). Especies con poblaciones en declinación y/o relictas como el pavón y el quetzal de La Sierra Madre de Chiapas, aves canoras, codornices, palomas, carpinteros, corre-caminos, charas y mosqueros que son cazadas o vendidas en la región de Los Altos de Chiapas, principalmente en San Cristóbal de las Casas.

Estrategias o herramientas de conservación

Dentro de las estrategias de conservación de ecosistemas están las áreas naturales protegidas (ANP), en donde se realizan acciones de protección y conservación. Además de las áreas naturales protegidas, la identificación de sitios

prioritarios para la conservación de especies y ecosistemas es otra estrategia de conservación en México, sobre todo para el grupo de las aves de las cuales se presenta un breve resumen en el cuadro 2.

Varias de las anteriores iniciativas de conservación mencionadas se encuentran actualmente funcionando en Chiapas; a continuación se hace una descripción de algunas:

Especies bandera

Una especie bandera es aquella considerada carismática o popular que llama la atención del público y que sirve como símbolo en un lugar o región. Este enfoque ha permitido el establecimiento de áreas protegidas o de esfuerzos de investigación, conservación y monitoreo que han mejorado la comprensión sobre la biología y ecología de las aves y sus hábitats. Algunos de los símbolos más importantes en Chiapas son el quetzal y el pavón. Otras especies de interés público y político para la conservación son la guacamaya roja y los tucanes (*Ramphastos sulphuratus*). Estas especies han sido promovidas como símbolos de la conservación de las selvas húmedas tropicales, particularmente en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. En esta región se protegen poblaciones de guacamaya roja compartidas en la Selva Maya (México-Guatemala-Belice). Existen campañas del orgullo que convierten a estas especies bandera en un símbolo de orgullo local, ya que esta estrategia de conservación sensibiliza y crea conciencia a las comunidades y genera impulsos para implementar medidas de conservación para las especies. En Chiapas, estas campañas se han realizado en las Reservas de El Ocote y El Triunfo.

AICAS y mecanismos de protección

Las áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS) son sitios de importancia relativa para las poblaciones de aves, ya sea como áreas para establecer colonias de reproducción o como corredores migratorios (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000). En Chiapas se han identificado 21 AICAS; en algunos casos, éstas coinciden de manera importante con las áreas naturales protegidas, por lo que cerca de 50 % de las AICAS se encuentra bajo un mecanismo de conservación federal o estatal. Actualmente, es necesario

evaluar si el conjunto de AICAS en Chiapas incluye de manera integral la representatividad de la diversidad de aves y de poblaciones de especies de alta prioridad. Por ejemplo, en las selvas secas de la Depresión Central se requieren mayores inventarios para definir la importancia de estos hábitats para la avifauna estatal. En la Planicie Costera del Pacífico, la designación de AICAS es aún pobre por lo que es importante identificar áreas de reproducción de aves acuáticas y de descanso de las poblaciones migratorias, considerando la importancia que esta región tiene como ruta migratoria a nivel continental. Para la Planicie Costera del Golfo, las zonas de humedales del municipio de Catazajá, así como las áreas de pantanos y pastizales inducidos (sitios de reproducción del halcón fajado; *Falco femoralis*) deben incluirse en las propuestas de las AICAS. Para las Sierras del Norte de Chiapas y las Cañadas de Ocosingo, donde ocurren bosques mesófilos de montaña que albergan una importante comunidad de aves, actualmente no existen mecanismos de conservación, debido a la complejidad socio-cultural y política, y la inaccesibilidad a la región. Es necesario, por lo tanto, revisar las propuestas de las AICAS a escala eco-regional o de Regiones para la Conservación de Aves ("Bird Conservation Regions", BCR) para determinar si éstas incluyen todas las áreas importantes para la conservación de las aves.

Conservación en paisajes productivos

Chiapas ocupa el primer lugar en producción de café orgánico del país y la mayoría de sus productores tienen sellos con criterios de buen manejo de los recursos naturales (Soto-Pinto et al., 2000). Aunque se ha sugerido que estos sistemas agroforestales no reemplazan a los hábitats naturales (Tejeda y Sutherland, 2004), varios estudios han demostrado que son importantes para la conservación de las aves en Chiapas (Greenberg et al., 1997; Dietsch, 2007). Por ejemplo, en la Sierra Madre de Chiapas se ha promovido la Ruta del Café, donde fincas han establecido servicios turísticos y de observación de aves. El cacao es otro cultivo en Chiapas que favorece la conservación ambiental y proporciona refugio para la vida silvestre en el estado (Salgado-Mora et al., 2007). Estos agroecosistemas ofrecen hábitat para más de 150 especies de aves entre residentes y migratorias.

Cuadro 2. Iniciativas principales de conservación en México, con comentarios sobre su particular relación con el grupo de las aves.

Iniciativas	Institución	Consideración para las aves
Regiones prioritarias	CONABIO	A partir del conocimiento de los expertos
Planeación Ecoregional	TNC, WWF	Se integran bases de datos de las aves y se dan valores a las especies en categorías internacionales y nacionales de protección. Las aves son un elemento entre muchos otros insumos.
Hotspots	Conservación Internacional (ci)	Son amplias regiones del mundo que concentran una gran biodiversidad donde las aves son uno de los factores. Generalmente, se integran un conjunto de biomas y ecoregiones.
IBA-AICA (Important Bird Areas-Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves)	Birdlife Internacional	Es una denominación específica para la conservación de las aves. Los criterios incluyen tanto riqueza, tamaño de las poblaciones, estatus de las especies a nivel global y de bioma, sitios importantes para congregaciones de aves (en reproducción o migración), cuellos de botella en las rutas de migración y endemismo. Se asignan categorías a los sitios en base a estos criterios.
Sitios AZE (Alliance for Zero Extinction)	Alianza Cero Extinción	Los sitios de la AZE son áreas donde se han registrado especies generalmente raras, de distribución muy restringida, donde la desaparición del sitio implica la extinción de la especie. Para las aves, estos sitios son generalmente islas. Los sitios AZE no solo se definen por las aves, sino por cualquier otro taxa de vertebrado o especie de flora en peligro de extinción.
Programas de recuperación de especies prioritarias (PREP)	Semarnat-Dirección General de Vida Silvestre-Comité de recuperación de especies prioritarias	Enfocado a especies como el águila real o a grupos como los loros (psitácidos). Se abordan también otros taxa diferentes a las aves.
Bird Conservation Regions (BCR)	USFWS-USA	Las Regiones para la Conservación de las Aves son un nivel de integración de datos de distribución de hábitat y comunidades de aves. Es una definición más gruesa que las ecoregiones para el caso de México y generalmente está definida por rasgos fisiográficos y de biomas, así como por las comunidades de aves. En el caso de Chiapas existen cinco regiones.
Key Biodiversity Areas (KBA)	Conservación Internacional	Las KBA son sitios de alta importancia por el conjunto de especies con criterios de conservación a nivel global y nacional. Las IBA son por definición KBA, sin embargo, hay KBA que no son IBA.
Análisis de Vacíos y Omisiones para la Conservación (Marxan)	CONABIO, The Nature Conservancy, Conanp, Pronatura	El análisis de vacíos realizado para México ofrece una integración de datos biológicos y del hábitat a una escala nacional. Define a partir de un algoritmo (Marxan) que considera también las amenazas y otros valores los sitios de alta prioridad para la conservación en México.
Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAS)	Semarnat-Dirección General de Vida Silvestre	Las UMAS son un instrumento de política ambiental para el manejo productivo de especies propagadas en cautiverio o de áreas bajo manejo. Debido a que no existen muchos estudios sobre la biología de las especies, la aplicación de este mecanismo para regular el tráfico de especies en peligro como loros y guacamayas ha sido controvertido.

Por otro lado, las nuevas prácticas de aprovechamiento forestal maderable también están beneficiando a las aves. Por ejemplo, en el ejido Coapilla, municipio de Tapalapa, al norte de Chiapas, se tiene un esquema de manejo sostenible del bosque que consiste en reducir las tendencias de degradación de la estructura y composición de los bosques, mantener la diversidad de árboles, así como huecos en árboles secos para anidación y otros aspectos para favorecer el hábitat para las aves.

UMA

Otra estrategia que promueve la conservación, el manejo, la restauración del hábitat y el aprovechamiento de la fauna silvestre en general, y de las aves en particular, son las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Estas unidades son predios que operan bajo un plan de manejo aprobado y donde dan seguimiento tanto de las condiciones del hábitat como de las poblaciones silvestres. En Chiapas, se han registrado 39 UMA para el periodo 2001-2006. González-Hernández (2008) realizó un análisis inicialmente en 26 UMA en el estado (región Selva 15, Centro cuatro, Soconusco cuatro, Istmo-Costa dos y Frailesca una). Sin embargo, únicamente diez UMA se encuentran funcionando y, de éstas, sólo cuatro incluyeron a las aves. En estas UMA se identificaron 59 especies de aves, de las cuales, 17 son comercializadas, destacó el grupo de los crácidos y los psitácidos; el resto son especies que se exhiben en el zoológico Miguel Álvarez del Toro, como el quetzal. Las cuatro UMA identificadas son:

1. Manejo intensivo de guacamaya roja. Ejido Reforma Agraria, municipio Marqués de Comillas, región Selva, la cual es una UMA ejidal donde se pretende lograr y mantener la reproducción de la guacamaya roja para proponer un proyecto de repoblación. Sin embargo, se ha carecido de conocimiento en el manejo reproductivo y, aunque mantienen en cautiverio varios individuos que no han logrado reproducir, esta organización administra el centro ecoturístico "Las Guacamayas" y, al tener este enfoque, aún mantienen la reserva ejidal protegida la cual se encuentra cerca de Reserva de la Biosfera Montes Azules.

2. Zoológico Dr. Julio César Pastrana, municipio de Villaflores, región Frailesca.

Esta organización privada mantiene aves acuáticas, faisanes, rapaces y psitácidos. Existen instalaciones para la reproducción de las aves como las dos especies de guacamayas roja y verde, así como el loro nuca amarilla (*Amazona auropalliata*) con el objetivo de comercializarlas o intercambiarlas con otros zoológicos.

3. Centro de Investigación y Experimentación de Alternativas Agropecuarias (CIEA, S.C.), municipio Berriozabal, Región Centro. Esta organización privada tiene como principal objetivo la reproducción y comercialización de faisanes, en su mayoría exóticos (faisán de collar; *Phasianus colchicus*, plateado; *Gennaeus nyctemerus* y gigie; *Chrysolophus pictus*), y otras aves como la gallina de guinea (*Numida meleagris*), el pavo real verde de Java (*Pavo muticus*) y el pavo real blanco (*Pavo cristatus*). La única especie residente que incluyen es el hocofaisán (*Crax rubra*).

4. Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZOOMAT), Instituto de Historia Natural y Ecología, municipio de Tuxtla Gutiérrez, Región Centro. UMA gubernamental, la cual está enfocada a la conservación, investigación y exhibición de la fauna silvestre del estado. En esta UMA han logrado reproducir al quetzal, entre otras especies de aves.

González-Hernández (2008) identificó que la mayoría de las UMA no presentan actividades planificadas sobre la fauna, hábitat y usuarios, y que desconocen que el plan de manejo debería ser el instrumento que regula las acciones dentro de la UMA. Si se parte de los objetivos iniciales para el establecimiento de UMA, los resultados arrojan que prácticamente no están funcionando en su totalidad, ya que existe poca o nula vinculación con las instituciones para incorporar estas unidades a programas enfocados a la reintroducción, monitoreo y conservación del hábitat.

Conclusiones y recomendaciones

Chiapas es uno de los estados de México con mayor diversidad de aves, lo cual se sabe gracias a una gran variedad de estudios (Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994; Rangel-Salazar *et al.*, 2005) (apéndice VIII.18). A pesar de ello, el conocimiento biológico y ecológico de las especies de aves aún es limitado para entender los efectos de las modificaciones por las actividades humanas en los paisajes naturales. Por lo tanto, son

necesarios más estudios ecológicos a largo plazo y cuyos resultados sirvan de herramientas valiosas para la toma de decisiones sobre su manejo y conservación en el futuro. Deberá existir una jerarquización para determinar las prioridades para la conservación de las aves de Chiapas. En este sentido, además de considerar a las especies que están en alguna categoría de riesgo, también son importantes las especies con distribuciones restringidas y aquellos ambientes o hábitats más amenazados.

La principal amenaza de la disminución o declinación de las poblaciones de especies de aves es la pérdida y fragmentación del hábitat, y aunque las 42 áreas naturales protegidas y 21 AICAS en el estado de Chiapas ofrecen un espacio adecuado para la protección y persistencia de las

aves, su conservación dependerá también de la calidad de los ambientes secundarios y manejados, desde los parques y jardines urbanos, hasta los ambientes adyacentes a bosques y zonas acuáticas, así como el fomento de las cercas vivas con especies nativas y el establecimiento de reservas forestales y acuáticas. A pesar de la existencia de las áreas naturales protegidas, en algunos Parques Nacionales y Reservas de la Biosfera existe carencia de presupuesto y de personal asignado a estas áreas. Esto ha contribuido a la marginación y al descuido de las actividades de vigilancia y manejo, lo que provoca la cacería y/o tala ilegal, así como incendios forestales, lo que hace poco efectivos los objetivos de estas estrategias de conservación.

Literatura citada

- American Ornithologists' Union (AOU). 1998. Check-list of North American Birds. American Ornithologists' Union. Washington, D. C.
- American Ornithologists' Union. 2005. Check-list of North American Birds. 7th Edition. AOU. Washington, D. C.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez-Valdelamar (Eds.). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. CONABIO. México. D.F.
- CITES. 2008. (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre). Apéndices I, II, III. UNEF. Ginebra, Suiza. www.cites.org
- De la Garza, M. 1995. Aves sagradas de los mayas. Facultad de Filosofía y Letras. Centro de Estudios Mayas del Instituto de Investigaciones Filológicas. UNAM, México, D.F.
- De la Garza, M. 1999. Los animales en el pensamiento simbólico y su expresión en el México antiguo. *Arqueología Mexicana* 35: 24-31.
- Dietsch, T. V., I. Perfecto y R. Greenberg. 2007. Avian foraging behavior in two different types of coffee agrosystem in Chiapas, Mexico. *Biotropica* 39: 232-240.
- Enríquez-Vázquez, P., R. Mariaca M., O. G. Retana y E. J. Naranjo. 2006. Uso medicinal de la fauna silvestre en los Altos de Chiapas, México. *Interciencia* 31: 491-499.
- Escalante-Pliego, A., M. Sada y J. Robles Gil. 1996. Listado de nombres comunes de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, D.F., México.
- Escalante-Pliego, P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. pp. 279-304. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, (Eds.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- Foucat, V. S. A. 2002. Community-based ecotourism management moving towards sustainability, in Ventanilla, Oaxaca, Mexico. *Ocean and Coastal Management* 45: 511-529.
- Gerardo-Tercero, C. M., 2001. Composición, abundancia y conservación de las aves acuáticas en la Laguna Pampa El Cabildo, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.
- González-Hernández, C. M. 2008. Diagnóstico del funcionamiento de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), que trabajan con fauna silvestre en el estado de Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- 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.
- Newton, I. 1998. Population limitation in birds. Academia Press, London.
- Newton, I. 2003. The speciation and biogeography of birds. Academic Press. London.

- Norris, K., y D. J. Pain, Eds. 2002. *Conserving bird biodiversity: general principles and their application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rangel-Salazar, J. L., P. L. Enríquez y T. C. Will. 2005. Diversidad de aves en Chiapas: Prioridades de investigación para su conservación. Capítulo 7. pp. 265-323. En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.). *La Diversidad Biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés, México. D. F.
- Rangel-Salazar, J. L., K. Martin, P. Marshall, y R. W. Elner. 2008. Habitat variation, nest-site selection and parental behavior influences on breeding success of the Ruddy-capped Nightingale Thrush (*Catharus frantzii*) in Chiapas, Mexico. *Auk* 125: 358-367.
- Rodríguez, R. E., J. A. Donázar, y F. Hiraldo. 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, Mexico. *Conservation Biology* 12: 921-925.
- Rodríguez-Yáñez, C., R. Villalón-Calderón y A. G. Navarro-S. 1994. *Bibliografía de las Aves de México (1825-1992)*. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología 8. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México.
- Salgado-Mora, M. G., G. Ibarra-Núñez, J. E. Macías-Sámano y O. López-Báez. 2007. Diversidad arbórea en cacao-tales del Soconusco, Chiapas, México. *Interciencia* 32: 736-768.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sibley, C. G., y B. L. Monroe. 1990. *Distribution and taxonomy of birds of the world*. Yale University Press, New Haven, Conn.
- Soto-Pinto, L., I. Perfecto, J. Castillo-Hernández, y J. Caballero-Nieto. 2000. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80: 61-69.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III y D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Sutherland, W. J., I. Newton y R. E. Green, Eds. 2004. *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, Oxford.
- Tejeda-Cruz, C. y W. J. Sutherland. 2004. Bird responses to shade coffee production. *Animal Conservation* 7: 169-179.
- Tejeda-Cruz, C., y W. J. Sutherland. 2005. Cloud forest bird responses to unusually severe storm damage. *Biotropica* 37: 88-95.
- UICN. 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN. U.K. 33 pp. www.iucn.org

CONSERVACIÓN A ESCALA REGIONAL A TRAVÉS DE UNA ESPECIE BANDERA

Claudia Macías Caballero

El chipe cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*) es un ave migratoria globalmente amenazada (BirdLife Internacional, 2000). La especie se reproduce en un área pequeña localizada en la Planicie Edwards en el Centro de Texas y migra durante el invierno hacia el Neotrópico, pasando el invierno en los bosques de pino encino desde Chiapas hasta el Norte-Centro de Nicaragua (Pulich, 1976; Vidal *et al.*, 1994; Howell y Webb, 1995; Rappole *et al.*, 1999) (figura 1). Su área de invierno comprende justamente la ecorregión de bosques de pino-encino de Centroamérica (figura 2).

Esta ecorregión se cataloga como críticamente amenazada (wwf), por lo que la conservación y manejo sustentable de ambos elementos son de suma importancia (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2007).

La región ecológica antes mencionada tiene una gran diversidad de coníferas y encinos, además de ser el hábitat de muchas especies endémicas y en riesgo (wwf). Es también una importante zona de reabastecimiento para al menos 225 especies de aves migratorias y tiene una extensión de 103 842.71 km², con una cobertura boscosa de tan sólo 25 %. Se estima que únicamente 8.3 % se encuentra protegida y sus principales amenazas son incendios forestales y prácticas forestales no sustentables (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2007).

En 2003, nueve instituciones de Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua formaron la Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica: Alianza para las Áreas Silvestres (Nicaragua), Comisión Nacional de Areas Protegidas (Chiapas), Conservation International (Estados Unidos), Fundación Defensores de la Naturaleza (Guatemala), Fundación EDUCA (Honduras), Pronatura Sur (Chiapas), SalvaNATURA (El Salvador), Texas Parks and Wildlife Department (EU), The Nature Conservancy (EU). Esta alianza busca la conservación de los ecosistemas de pino-encino y del chipe cachetes dorados, como especie bandera. La alianza es una de las pocas iniciativas regionales de conservación que se realizan en Mesoamérica que surge desde el Neotrópico y tiene como meta promover el manejo sustentable y la conservación en una región de gran riqueza cultural y étnica, pero también de alta marginación.

Algunos de los logros más importantes alcanzados por la Alianza desde 2003 es haber trabajado en la armonización de una metodología de monitoreo para el chipe cachetes dorados en su área de invierno. Como parte de este proceso también se llevó a cabo el entrenamiento de técnicos y la definición de un protocolo de monitoreo estandarizado para la especie. Este protocolo está siendo implementado desde hace cuatro años de manera simultánea en los cinco países del rango invernal de la especie (Chiapas-México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador).

En el año 2006, la Alianza desarrolló el Plan de Conservación para la ecorregión y este proceso incluyó la identificación de sitios específicos (308 polí-



gonos) para la conservación del hábitat de la especie bandera, teniendo como meta la conservación de un millón de hectáreas de bosque de pino-encino. El análisis se realizó con la ayuda de la Herramienta de Optimización para un Portafolio Espacial (SPOT, por sus siglas en inglés), la cual es una herramienta de planeación ecorregional sucesora del SITES (Herramienta de selección de portafolio de sitios desarrollada por Hugh Possingham e Ian Ball [University of Adelaide]) (figuras 3 y 4).

La mayoría de los sitios a conservar se localizan en Honduras (116) y en Guatemala (103). México requiere realizar acciones de conservación y manejo de 68 sitios distribuidos en Los Altos de Chiapas, Montañas del Norte y Sierra Madre de Chiapas. En Nicaragua se requieren 15 sitios y en El Salvador seis (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2007).

Las líneas estratégicas del Plan de Conservación son: (1) manejo forestal sustentable, (2) manejo integrado del fuego, (3) incremento de la superficie protegida y (4) fortalecimiento de la Alianza, a través de su formalización y consolidación. A partir de julio de 2007, la Alianza inició la implementación del Plan de Conservación en los cinco países Mesoamericanos.

Esta iniciativa demuestra cómo una especie silvestre (en este caso, un ave migratoria como el chipe de cachetes dorados) puede ser utilizada como “bandera” para articular intereses compartidos encaminados a la definición e implementación de acciones concretas de conservación, a diferentes escalas (regional e internacional). Esta conjunción de esfuerzos incrementa las oportunidades de financiamiento, colaboración y participación de diferentes actores y sectores involucrados en la conservación de los recursos naturales. La formación de alianzas multinacionales en el sur del Continente Americano trae beneficios también a la biodiversidad en peligro y endémica, muchas veces poco atendidas por las iniciativas internacionales.



Figura 1. Chipe cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*). Foto: Gil Eckrich.



Figura 2. Ubicación de la ecorregión de bosques de pino-encino de Centroamérica. En rojo se muestran los registros del chipe cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*) en su área de invierno. Fuente: Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2007.



Figura 3. Análisis SPOT para un millón de hectáreas de conservación del hábitat potencial del chipe cachetes dorados (*Dendroica chrysoparia*).

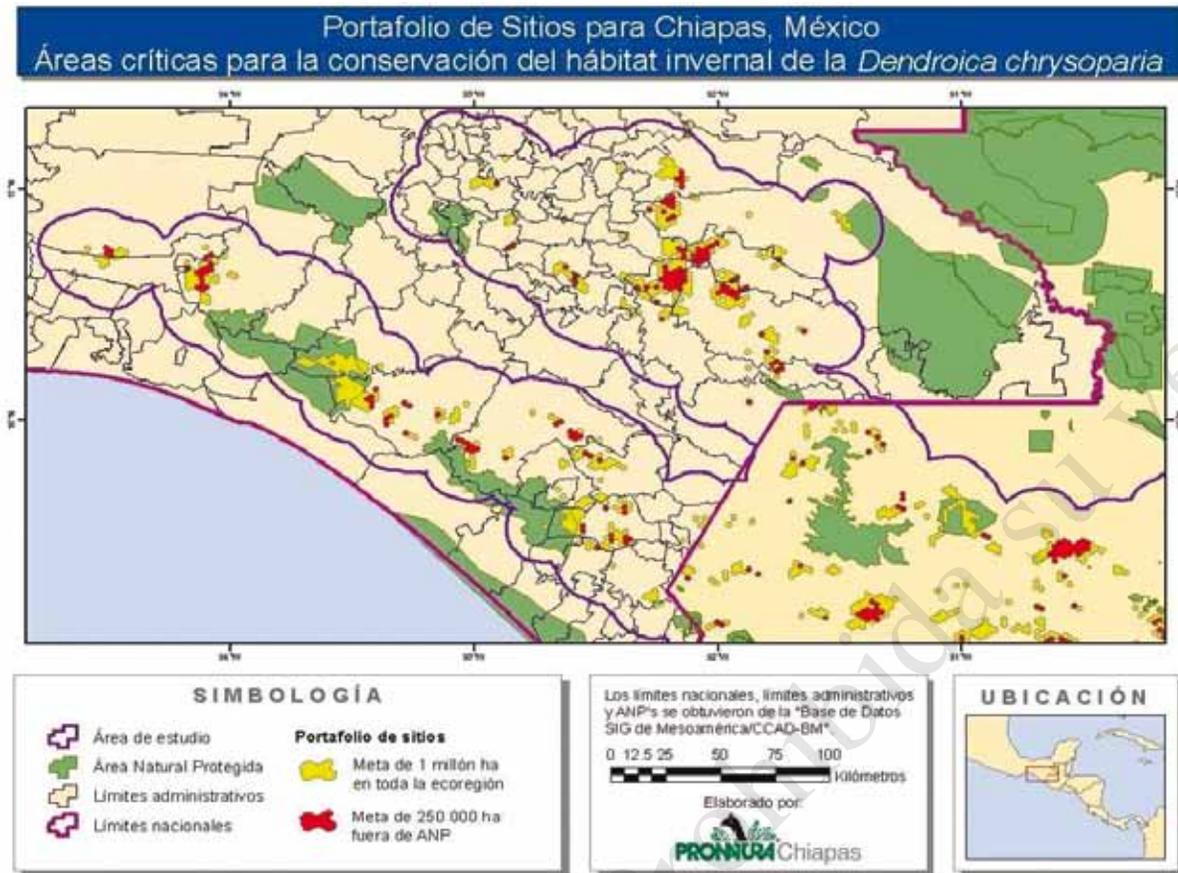


Figura 4. Portafolio de sitios para la conservación de los bosques de pino-encino en Chiapas, México.

Literatura citada

Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2007. Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. E. S. Pérez, E. Secaira, C. Macías, S. Morales e I. Amezcua (Eds.). Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy. Guatemala

Pulich, W., Sr. 1976. The Golden-cheeked Warbler. A bioecological study. Texas Parks and Wildlife Department, Austin, Texas, USA.

Rappole J. H., D. King, y J. Barrow. 1999. Winter ecology of the endangered golden-cheeked warbler. *The Condor* 101: 762-770.

Howell S. N. G. y S. Webb 1995. A guide to birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford UK.

Vidal, R., C. Macías-Caballero y C. Duncan. 1994. The occurrence and ecology of the golden-cheeked warbler in the highlands of Northern Chiapas, Mexico. *The Condor* 96: 684-691.

World Wide Fund for Nature (wwf). Disponible en www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0303_full.html (consultado en agosto de 2010).

ESTUDIO ECOLÓGICO A LARGO PLAZO EN LA COMUNIDAD DE AVES EN LA RESERVA ECOLÓGICA HUIITEPEC, CHIAPAS

José L. Rangel-Salazar y Paula Enríquez Rocha

Los bosques de montaña al norte de la región Neotropical mantienen una particular diversidad de especies de aves, que incluye endemismos, interacciones ecológicas y una alta proporción de especies migratorias (Watson y Peterson, 1999). Sin embargo, estos bosques se han transformado en áreas para usos agrícolas, para pastoreo y crecimiento urbano (Stattersfield *et al.*, 1999), por lo que los relictos de los bosques de montaña actualmente son considerados prioritarios para la conservación (Wagner, 1962). Por otro lado, los estudios ecológicos a largo plazo son importantes porque permiten identificar y entender las variaciones temporales en las abundancias y distribución a nivel de poblaciones (Smith *et al.*, 1996) y al mismo tiempo proporcionan información de la biología e historias de vida de las especies (proporción de sexos, longevidad, periodos reproductivos y de muda, así como de su morfología) (Willson, 2004; Rangel-Salazar *et al.*, 2008), y cambios en la estructura y composición a nivel de poblaciones y comunidades (Collins, 2001).

La Reserva Ecológica Huitepec (decretada Reserva en 1986 con fines de conservación por Pronatura; Asociación Mexicana Pro Conservación de la Naturaleza A.C.) protege 135 ha y está localizada en Los Altos de Chiapas en el municipio de San Cristóbal de las Casas (16°45'50"N; 92°40'10"W). La reserva mantiene varios estadios sucesionales de bosque de encino y mesófilo de montaña. Los objetivos de este estudio fueron evaluar la variación espacial y temporal de la comunidad de aves del sotobosque (como las aves que se localizan en el estrato bajo de la vegetación) y analizar la dinámica poblacional de las especies comunes y con alguna categoría de riesgo. Este estudio se inició en 1995 y se continuó hasta 2003 y 2007. Desde entonces, se han capturado y anillado aves utilizando redes de neblina, cubriendo cuatro temporadas anuales delimitadas por precipitación pluvial y la presencia de especies migratorias, y cinco tipos de vegetación (bosque de mesófilo, bosque húmedo, bosque de encino manejado, bosque ripario y bosque de encino seco). Los tipos de vegetación difieren en composición de especies vegetales, humedad, radiación, aspecto y manejo (Ramírez-Marcial, 1998).

Hasta la fecha se han acumulado un total de 2 459 capturas de individuos en 82 especies de aves, de las cuales, 58 (70.7 %) son residentes y 24 (29.3 %) migratorias Neotropicales. Las cinco familias mejor representadas son los chipes (Parulidae, 19 especies), semilleros y gorriones (Emberizidae, ocho), clarines, zorzales y mirlos (Turdidae, siete), mosqueros (Tyrannidae, siete) y colibríes (Trochilidae, seis). El cuadro 1 presenta la variación espacial de la riqueza de especies a través de los diferentes ambientes estudiados, donde el bosque húmedo presentó los valores máximos y el bosque ripario los mínimos. Esta misma tendencia se presentó con la abundancia de individuos capturados (cuadro 1). Las especies residentes con una mayor frecuencia relativa de captura fueron el colibrí garganta amatista (*Lampornis amethystinus*), el zorzal de Frantzius (*Catharus*

frantzii), el clarín jilguero (*Myadestes occidentales*) y el chipe de montaña (*Myioborus miniatus*). De las especies migratorias Neotropicales, las más abundantes fueron el zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*), el chipe corona negra (*Wilsonia pusilla*) y el chipe negroamarillo (*Dendroica townsendi*). La mayoría de las especies capturadas en la Reserva fueron raras (42.6 %, 35), con una o dos capturas solamente y 15 se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2010).

Los resultados sugieren una variación espacial de la diversidad de aves de sotobosque a través de los diferentes tipos de vegetación, donde los bosques húmedos (húmedo y mesófilo) presentaron una mayor riqueza de especies y mayor cantidad de individuos capturados. Por otro lado, la mayoría de las especies fueron raras y varias se encuentra en alguna categoría de conservación.

Conclusiones y recomendaciones

A pesar de la pequeña superficie que ocupa la Reserva, ésta presenta una elevada riqueza de especies de aves residentes y migratorias importantes para la conservación. Sin embargo, el incremento de las actividades de la población humana local, sobre todo el aumento de asentamientos humanos al costado oeste de la reserva, grandes residencias del lado este y terrenos para uso agrícola y cultivo de pinos exóticos, en conjunto con las condiciones de pobreza y marginación de la población rural e indígena en la región, ejercen una presión constante y están creando factores de riesgo para la permanencia de la reserva y de la diversidad de aves que alberga.

Cuadro 1. Número de especies de aves de sotobosque por tipo de vegetación en la Reserva Ecológica Huitepec, Chiapas.

Tipo de vegetación	Número de especies	Número de individuos
Bosque húmedo	65	853
Bosque mesófilo	47	682
Bosque de encino-seco	44	572
Bosque de encino-manejado	33	84
Bosque ribereño	23	78

Literatura citada

- Collins, S. L. 2001. Long-term research and the dynamics of bird populations and communities. *Auk* 118: 583-588.
- Ramírez-Marcial, N., S. Ochoa-Gaona, M. González-Espinoza y P. F. Quintana-Ascencio. 1998. Análisis florístico y sucesional en la Estación Biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 44: 59-85.
- Rangel-Salazar, J. L., K. Martin, P. Marshall y R. W. Elner. 2008. Habitat variation, nest-site selection and parental behavior influences on breeding success of the Ruddy-capped Nightingale Thrush (*Catharus frantzii*) in Chiapas, Mexico. *Auk* 125: 358-367.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Smith, J. N. M., M. J. Tait, C. M. Rogers, P. Arcese, L. Keller, A. L. E. Cassidy y W. M. Hochachka. 1996. A meta-population approach to the population biology of the Song Sparrow *Melospiza melodia*. *Ibis* 138: 120-128.
- Statterfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long y D. C. Wege. 1998. Endemic bird areas of the world. Priorities for Biodiversity Conservation. Birdlife Conservation Serie 7. Bird Life International, Cambridge, UK.
- Wagner, P. L. 1962. Natural and artificial zonation in a vegetation cover: Chiapas, Mexico. *Geographical Review* 52: 252-274.
- Watson, D. M. y A. T. Peterson. 1999. Determinants of diversity in a naturally fragmented landscape: humid montane forest avifaunas of Mesoamerica. *Ecography* 22: 582-589.
- Willson, S. K. 2004. Obligate army-ant-following birds: a study of ecology, spatial movement patterns, and behaviour in Amazonian Peru. *Ornithological Monographs* 55: 1-67.



AVES DEL PARQUE NACIONAL CAÑÓN DEL SUMIDERO Y SUS ALREDEDORES

Marco A. Altamirano González Ortega y Galtier M. Ramírez Mota

La avifauna Chiapaneca se considera como una de las más ricas de México (Álvarez del Toro, 1980), con un registro de 715 especies (Morales-Pérez, 2000). Su conservación ha dependido en gran medida de la existencia de Áreas Naturales Protegidas estatales. Por tal razón, la avifauna del Parque Nacional Cañón del Sumidero y sus alrededores (figura 1) fue estudiada entre los años de 2004 y 2005 dentro del proyecto "Vertebrados Terrestres del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México, clave CONABIO BK003 (Altamirano *et al.*, 2006).

El registro de la avifauna que se distribuye en el área natural protegida y el Área de Importancia para la Conservación de las Aves "Corredor Laguna Bélgica-Sierra, El Limón-Cañón del Sumidero", se obtuvo mediante muestreos durante 18 meses, entre junio de 2004 y noviembre de 2005. Cada muestreo tuvo una duración de cinco días, en nueve localidades terrestres y una acuática (río Grijalva) comprendida entre la entrada del Cañón Chiapa de Corzo y la Presa Manuel Moreno Torres (Chicoasén). En total se recorrieron 36 senderos con una extensión promedio de tres kilómetros cada uno: cuatro en selva alta o mediana subperennifolia, nueve en selva mediana o baja perennifolia, siete en selva baja caducifolia, ocho en encinares y ocho en áreas transformadas. Estos senderos se ubicaron dentro del Parque en localidades terrestres seleccionadas (figura 2) y para el registro acuático sobre el río Grijalva se realizaron recorridos diurnos en lancha.

Aunada a una recopilación en colecciones científicas nacionales (Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Colecciones de anfibios y reptiles, aves y mamíferos del Museo de Zoología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal de las Casas) e internacionales (Bird Collection of Delaware Museum of Natural History, Louisiana State University Museum of Zoology, Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, Western Foundation of Vertebrate Zoology, Collection of Ornithology y Peabody Museum of Natural History, Yale University), los avistamientos directos e indirectos en campo (cantos de aves) y el uso de redes de niebla se reconocieron 250 especies de aves (19 órdenes, 49 familias y 167 géneros). Cinco fueron las familias que por su riqueza dominaron en este estudio (cuadro 1).

Comparativamente, la riqueza de especies de aves obtenida representa 34.97 % respecto al estado de Chiapas y 23.23 % respecto a México. Un gran porcentaje de las especies registradas (72 %) son aves que residen y se reproducen en el área. De estas, sobresalen el pajuil de la familia Cracidae (*Penelopina nigra*), la codorniz cotuí norteña de la familia Phasianidae (*Colinus virginianus*), el perico aliverde de la familia Psittacidae (*Aratinga holochlora*), el colibrí tijereta colipinto de la familia Trochilidae (*Tilmatura duponti*) y el mosquero de la familia Tyrannidae (*Xenotriccus callizonus*). Otra importante proporción (19.2 %) son las especies migratorias de largas distancias que provienen de Estados Unidos y Canadá, como el chipe cabecigrís de tolme de la familia Parulidae



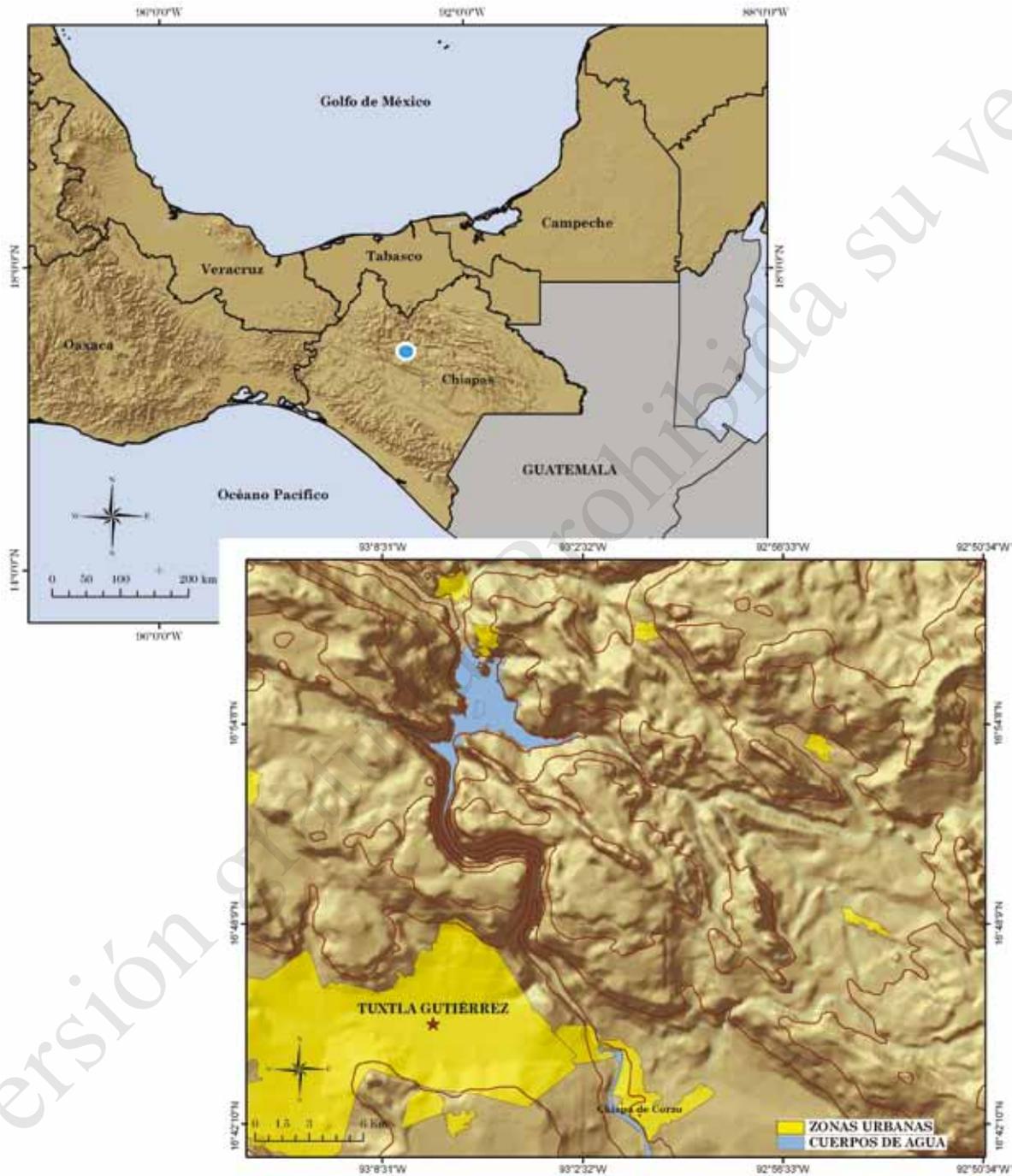


Figura 1. Ubicación del estado de Chiapas y del Parque Nacional Cañón del Sumidero.

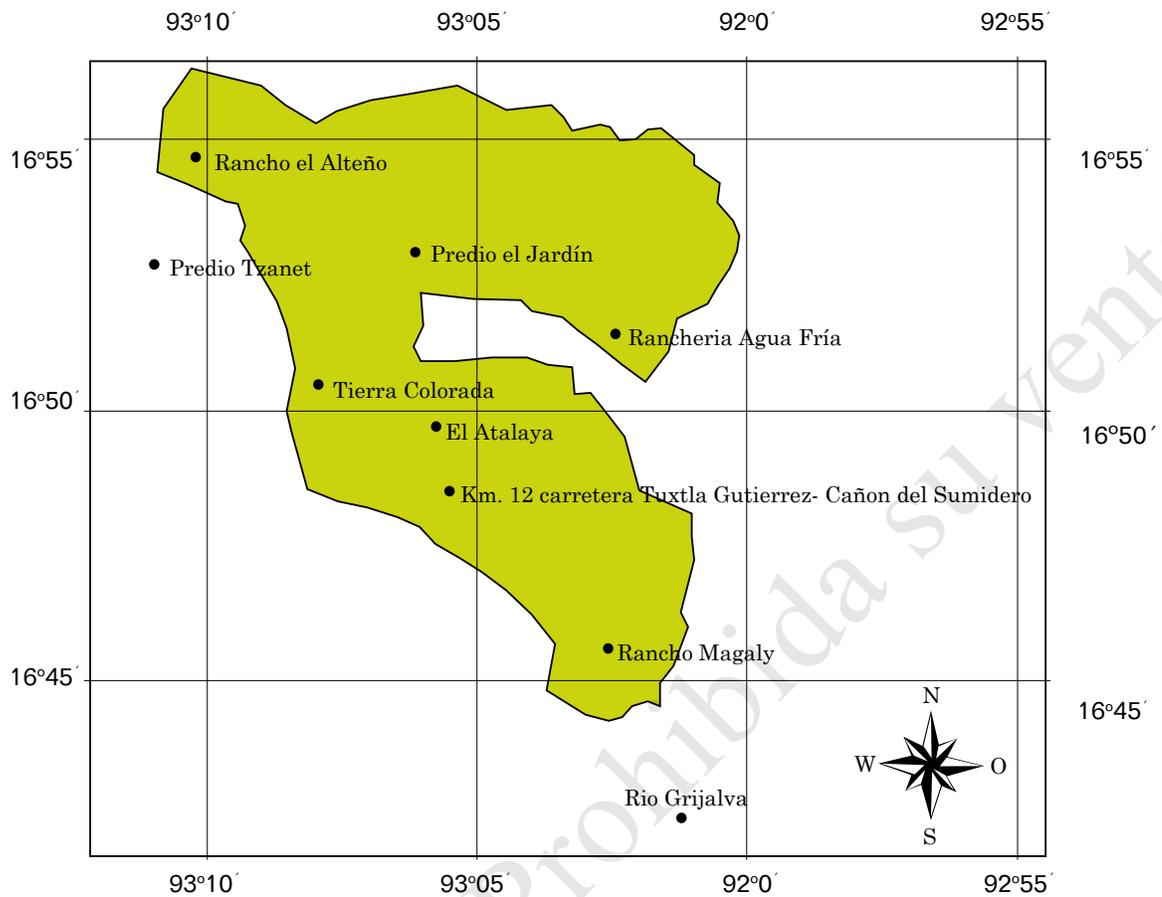


Figura 2. Localidades de muestreo en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.

Cuadro 1. Familias y número de especies más representativas en el Parque Nacional del Cañón del Sumidero.

Familia	Especies
Tyrannidae (mosqueros)	30
Parulidae (chipes)	25
Trochilidae (colibríes)	18
Icteridae (calandrias)	16
Accipitridae (gavilanes y aguilillas)	12

(*Oporornis tolmiei*), la tångara aliblanca migratoria de la familia Thraupidae (*Tangara leucoptera*) y el picogrueso azul de la familia Cardinalidae (*Passerina caerulea*). Del total de las especies registradas, 41 se encuentran protegidas por las leyes ambientales mexicanas; de éstas, una se considera en peligro de extinción (*Sarcoramphus papa*), 12 amenazadas y 28 sujetas a protección especial (Semarnat, 2010). Se registraron también 17 especies que son de distribución exclusiva para México (endémicas).

Los resultados derivados del proyecto BK003 son relevantes en comparación con la escasa información que se disponía (Ovando, 1990), que era de 92 especies de aves. Por otra parte, si consideramos que el Parque y sus alrededores son de los escasos macizos forestales que se encuentran cercanos a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, entonces destaca la importancia de la zona para la protección avifaunística, sobre todo si tenemos en cuenta que el área se encuentra sujeta a las presiones ambientales que genera la zona urbana (Altamirano, 2004).

Literatura citada

- Altamirano González-Ortega, M. A. 2004. Composición e importancia avifaunística de Sierra Limón, Chiapas, México". *Vertebrata Mexicana* 15: 7-18.
- Altamirano González-Ortega, M. A., J. Guzmán, R. Luna, A. Riechers y R. Vidal. 2006. Proyecto BK003 "Vertebrados Terrestres del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Informe Final a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Instituto de Historia Natural y Ecología, Chiapas, México. 35 pp.
- Álvarez del Toro, M. 1980. Las Aves de Chiapas. Gobierno del Estado. 2ª Reimp. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 272 pp.
- Morales-Pérez, J. E. 2000. Aportes para la actualización del conocimiento de la avifauna de Chiapas con énfasis en cinco Áreas Naturales Protegidas. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. 128 pp.
- Ovando, L. 1990. Avifauna del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. 63 pp.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.



Version original prohibida a la venta.

DIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS

Eduardo Naranjo Piñera, Consuelo Lorenzo Monterrubio,
Anna Horváth, Alejandra Riechers Pérez, Eduardo Espinoza Medinilla,
Jorge Bolaños Citalán, Roberto Vidal López y Epigmenio Cruz Aldán

Introducción

La clase taxonómica Mammalia (mamíferos) agrupa a organismos provistos de glándulas mamarias productoras de leche en el caso de las hembras y su piel se caracteriza por poseer pelo al menos durante una parte de su ciclo de vida (esto incluye a los mamíferos acuáticos como las ballenas, delfines y manatíes, además de los mamíferos terrestres). En el estado de Chiapas, los mamíferos constituyen un grupo sorprendente desde múltiples perspectivas. Las variadas formas, tamaños, hábitos y funcionalidades de las especies de este grupo se pueden observar sin mucha dificultad en la mayoría de los ecosistemas naturales y humanizados: a nivel del suelo, pequeñas musarañas y roedores de sólo unos pocos centímetros de longitud consumen insectos y semillas en el mismo hábitat de bosque tropical donde el espacio aéreo es ocupado por una multitud de murciélagos que actúan como polinizadores, dispersores de semillas y depredadores de invertebrados y pequeños vertebrados. En el estrato arbóreo, marsupiales, primates y carnívoros de talla mediana se mueven constantemente en busca de alimento, lo que favorece la caída de numerosos frutos que serán utilizados por grandes herbívoros como los pecaríes, venados y tapires, que a su vez serán presa de los grandes depredadores como el jaguar y el puma.

El estado de Chiapas es ampliamente reconocido como una de las regiones con mayor riqueza de mamíferos silvestres en México (Ceballos y Oliva, 2005; Naranjo *et al.*, 2005). Los mamíferos silvestres de Chiapas constituyen un grupo de gran importancia no solamente por su notable diversidad de especies, sino por su trascendente papel en los procesos ecológicos (polinización, herbivoría, dispersión y depredación), y por su relevancia como recursos alimentarios para las sociedades humanas (Naranjo *et al.*, 2005). El conocimiento sobre los mamíferos de Chiapas se remonta varios milenios atrás, cuando los grupos humanos que colonizaron la región utilizaron intensamente la fauna silvestre como fuente de alimento y muchos otros productos necesarios para su supervivencia. Tiempo después, los mayas y sus descendientes dieron cuenta del gran significado de los mamíferos en su cultura, al emplear materiales y valores derivados de este grupo que aún hoy día podemos observar en el arte, lenguaje, nomenclatura, tradiciones culinarias y rituales de los grupos étnicos que constituyen una proporción muy significativa de la población estatal. Durante los últimos 50 años, el conocimiento sobre los mamíferos de Chiapas se incrementó notablemente gracias a los trabajos pioneros de investigación realizados por Miguel Álvarez del Toro, seguidos por los cada vez más numerosos mastozoólogos formados tanto en instituciones estatales (Instituto de Historia Natural, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas) como federales (El Colegio de la Frontera Sur, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Politécnico

Nacional, entre otras). Gracias al trabajo de estas instituciones, Chiapas es en la actualidad uno de los estados del sur del país con mejores niveles de conocimiento en cuanto a su mastofauna. Sin embargo, indudablemente aún falta mucho por hacer en materia de investigación mastozoológica con miras a la conservación y uso sustentable de las especies de este grupo.

El presente capítulo tiene por objeto presentar una evaluación del estado que guarda la diversidad de mamíferos silvestres en Chiapas, incluyendo aspectos de la riqueza y distribución de especies, las tendencias de cambio en las comunidades mastofaunísticas y sus hábitats, su problemática y necesidades de conservación e investigación. En la sección final del capítulo se incluyen tres casos de estudios ilustrativos de la problemática de conservación de los mamíferos en la entidad.

Diversidad de mamíferos

México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en número de especies de mamíferos (Semarnap, 1997; Ceballos *et al.*, 2002). Aún cuando en los últimos años varios autores han compilado listados de mamíferos terrestres mexicanos, recientemente se han publicado numerosos cambios taxonómicos, nuevas descripciones y registros de especies, lo que ha contribuido a aumentar la riqueza de mamíferos en el país de manera significativa. La mastofauna terrestre de México suma 482 especies agrupadas en 161 géneros, 37 familias y 12 órdenes, entre los que sobresalen los roedores y murciélagos por su alta riqueza y endemismo (Ceballos *et al.*, 2002; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996; Retana y Lorenzo, 2002; Ceballos y Oliva, 2005). Esta diversidad de mamíferos ha sido producto de una serie de factores entre los que destacan la privilegiada ubicación geográfica de México en la zona de transición e intercambio faunístico entre las regiones neártica y neotropical, una compleja historia geológica y una alta heterogeneidad ambiental que se refleja en una amplia variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos (Arita y Ceballos, 1997; Fa y Morales, 1998; Ceballos *et al.*, 2002).

La gran variedad de ecosistemas se manifiesta con particular importancia en el sur del país, región que junto con el resto de Mesoamérica se considera a nivel mundial como una de las 15

áreas críticas de biodiversidad (*hotspots*; Mittermeier y Goettsch, 1992). El estado de Chiapas ocupa el primer lugar nacional en diversidad de mamíferos terrestres. De acuerdo a los cambios taxonómicos recientes y a la descripción de nuevos registros de roedores y murciélagos en Chiapas (Dragoo *et al.*, 1993; Geist, 1998; Simmons y Handley, 1998; Voss, 1998; Woodman y Timm, 1999; Baker *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2002; Voss y Jansa, 2003; Carroll *et al.*, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Escobedo-Morales *et al.* en prensa), la composición mastofaunística del estado está conformada por 206 especies, 119 géneros, 29 familias y 11 órdenes (apéndice VIII.19), lo que representa 42.7 % de la riqueza nacional de mamíferos terrestres.

Los mamíferos terrestres mejor representados en Chiapas son los murciélagos, los roedores y los carnívoros (Retana y Lorenzo, 2002). El orden Chiroptera (murciélagos) aporta el mayor número de especies (106) y géneros (59), los cuales representan 51.4 % y 49.6 % de la diversidad de mamíferos terrestres de Chiapas, respectivamente. En seguida se encuentra el orden Rodentia (roedores), con 50 especies y 22 géneros que constituyen 24.3 % y 18.5 % de la riqueza estatal. En tercer lugar se ubica el orden Carnívora (carnívoros), con 19 especies y 17 géneros que equivalen a 9.2 % y 14.3 % de la mastofauna de la entidad. Cada uno de los restantes ocho órdenes de mamíferos presentes en Chiapas están representados por menos de 10 especies: Soricomorpha (musarañas, con nueve especies); Didelphimorphia (tlacuaches, con ocho especies); Artiodactyla (venados y pecaríes, con cuatro especies); Primates (monos, con tres especies); Cingulata (armadillos), Pilosa (hormigueros) y Lagomorpha (conejos), con dos especies cada uno y Perissodactyla (tapir, con una especie) (apéndice VIII.19).

Distribución

La riqueza de especies de mamíferos no se distribuye de manera homogénea en Chiapas. Un análisis de la distribución actual de las especies demostró que la mayor riqueza de mamíferos se presenta en la región norte del estado, cerca de los límites con Oaxaca y Veracruz (figura 1), en tanto que las áreas con mayor complementariedad (áreas con presencia de especies que no se encuentran representadas en las áreas de mayor

Riqueza

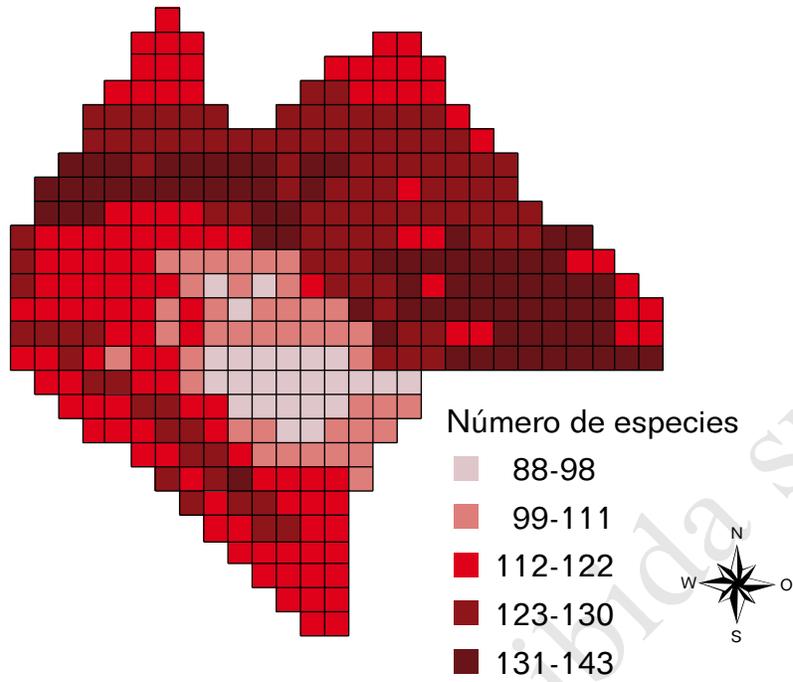


Figura 1. Distribución de la riqueza de especies de mamíferos en Chiapas, México.

Complementariedad

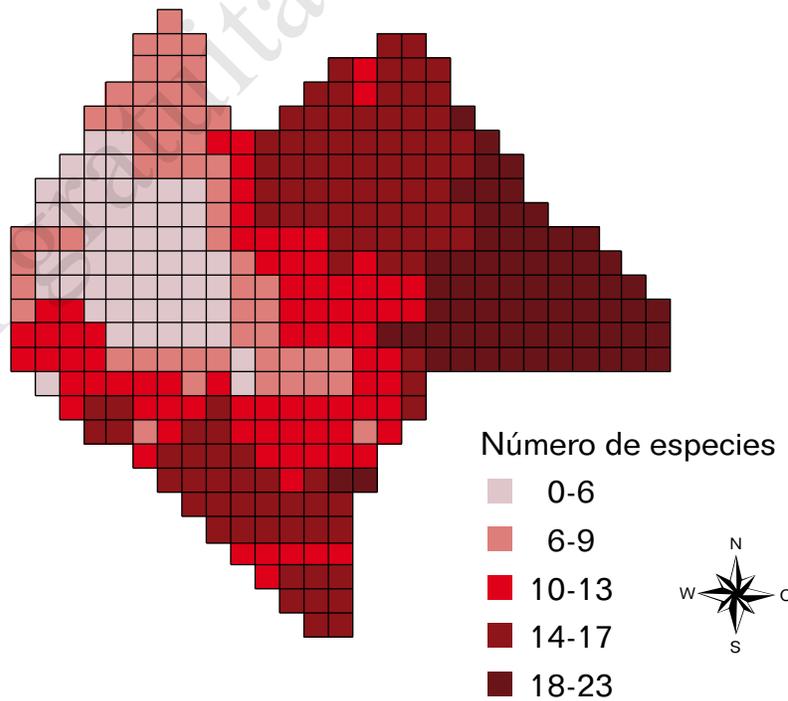


Figura 2. Distribución de las áreas con mayor complementariedad de especies de mamíferos en Chiapas, México. La complementariedad indica la distribución de aquellas especies que no se encuentran en las áreas con mayor riqueza (Ceballos *et al.*, 2002).

riqueza de mamíferos) se ubicaron en la región noreste, en las planicies y humedales del río Usumacinta, en la meseta central y la costa de Chiapas (figura 2). La mayor proporción de especies amenazadas y en peligro de extinción se encuentran en la Selva Lacandona y las Montañas del Norte (figura 3), mientras que las regiones con mayor concentración de especies endémicas son las mismas Montañas del Norte y los extremos de la meseta Central (figura 4). Cabe señalar que en la región con mayor riqueza de especies y endemismos (Montañas del Norte) prácticamente no existen áreas naturales protegidas, por lo que la aplicación de medidas para proteger los bosques remanentes es prioritaria.

Las áreas naturales protegidas han sido frecuentemente seleccionadas como sitios de investigación sobre la mastofauna terrestre de Chiapas, estado que presenta el mayor número (N=44) de áreas naturales en el país (Semarnat, 2006; Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable, 2007). Dentro de las áreas protegidas de carácter federal se han realizado inventarios de mamíferos en las Reservas de la Biosfera: Selva El Ocote (Alba y Navarrete, 1993), Montes Azules (Medellín, 1994; Cruz, 2002), El Triunfo (Espinoza *et al.*, 1998; IHNE, 2004), La Sepultura (Espinoza *et al.*, 2004; IHNE, 2004), La Encrucijada (Espinoza *et al.*, 2003) y Volcán Tacaná (IHNE, 2004), así como en los Parques Nacionales Lagos de Montebello (Horváth *et al.*, 2001a) y Cañón del Sumidero (Gálvez-Altúzar, 1990, IHNE, 2006; Arroyo-Chacón, 2007; Riechers, 2007). También se han generado listados de mamíferos en algunas áreas protegidas estatales tales como las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica: La Pera (Pérez-Canales, 2005), Laguna Bélgica (Riechers, 2004), Cordón Pico El Loro-Paxtal (IHNE, 2004), Finca Santa Ana (IHNE, 2007) y Centro Ecológico Recreativo El Zapotal (Fernández, 1998), e incluso áreas protegidas privadas como el cerro Huitepec (Naranjo y Espinoza, 2001). Asimismo, existen sitios sin protección que presentan una diversidad mastofaunística considerable, como Coapilla (Vidal-López, 1998), El Manzanillal (IHNE, 2007) y La Frailescana (Vázquez-Bautista, 2002).

Especies endémicas y amenazadas

De las 206 especies de mamíferos terrestres presentes en Chiapas, siete son endémicas del

estado: dos musarañas (*Sorex stizodon* y *S. sclateri*), un murciélago (*Rhogeessa genowaysi*) y cuatro roedores (*Heteromys nelsoni*, *Peromyscus zarhynchus*, *Tylomys bullaris* y *T. tumbalensis*). Estas especies se distribuyen en los Altos, las cañadas de la Selva Lacandona y la porción este de la Sierra Madre de Chiapas, siendo algunas de ellas (*T. tumbalensis*, *S. stizodon* y *S. sclateri*) conocidas solamente en la localidad tipo (Ceballos y Rodríguez, 1993) (apéndice VIII.19).

Chiapas cuenta con 68 especies de mamíferos consideradas en alguna categoría de protección de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), 41 especies en la lista roja internacional de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2007) y 23 en los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2007) (apéndice VIII.19). En particular, se requieren medidas inmediatas de conservación para las siete especies endémicas de Chiapas, ya que también están incluidas en la Norma Oficial Mexicana y la lista roja de la UICN, lo que implica que enfrentan actualmente un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre. En una situación menos apremiante, pero vulnerable, se encuentran el armadillo de cola desnuda (*Cabassous centralis*), el leoncillo (*Puma yagouaroundi*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguar (*Panthera onca*), la nutria (*Lontra longicaudis*), el cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*) y el tapir (*Tapirus bairdii*), las cuales se incluyen en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la UICN y el CITES.

Tendencias de cambio

El acelerado incremento de la población humana en Chiapas durante las últimas décadas: de 2 a 4.3 millones de habitantes entre 1980 y 2005 (INEGI, 2007), ha implicado una enorme demanda de recursos naturales y ha provocado cambios notables en la distribución y abundancia de numerosas poblaciones de mamíferos silvestres, especialmente a causa de la rápida expansión de la ganadería y la agricultura, la proliferación y crecimiento de los centros urbanos y la apertura de nuevas vías de comunicación (Cuarón, 1997). Los cambios en la cobertura vegetal han ocasionado que interacciones ecológicas tales como la competencia y la depredación se vean alteradas

Amenazadas o en peligro

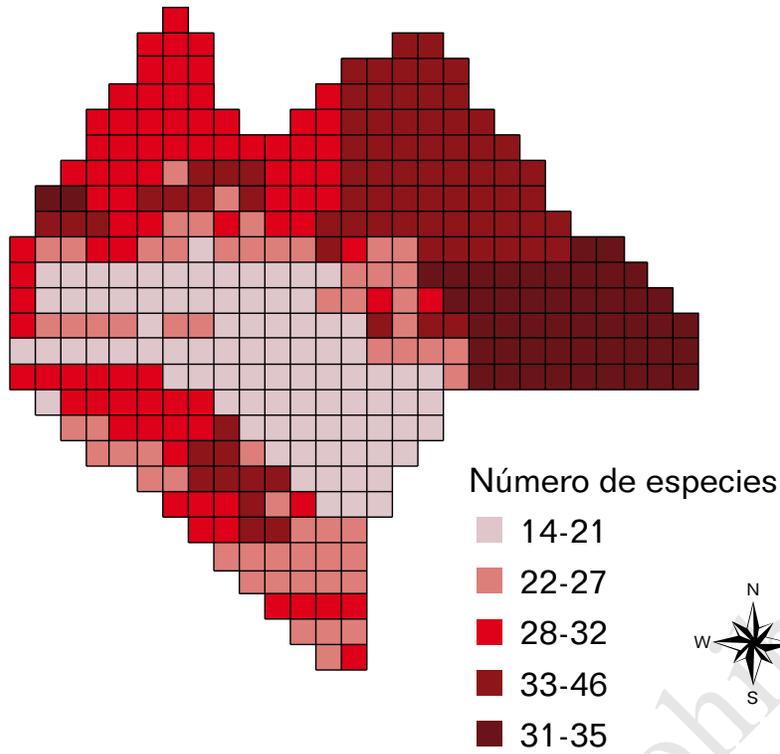


Figura 3. Distribución de la concentración de especies de mamíferos amenazadas o en peligro de extinción en Chiapas, México.

Endémicas

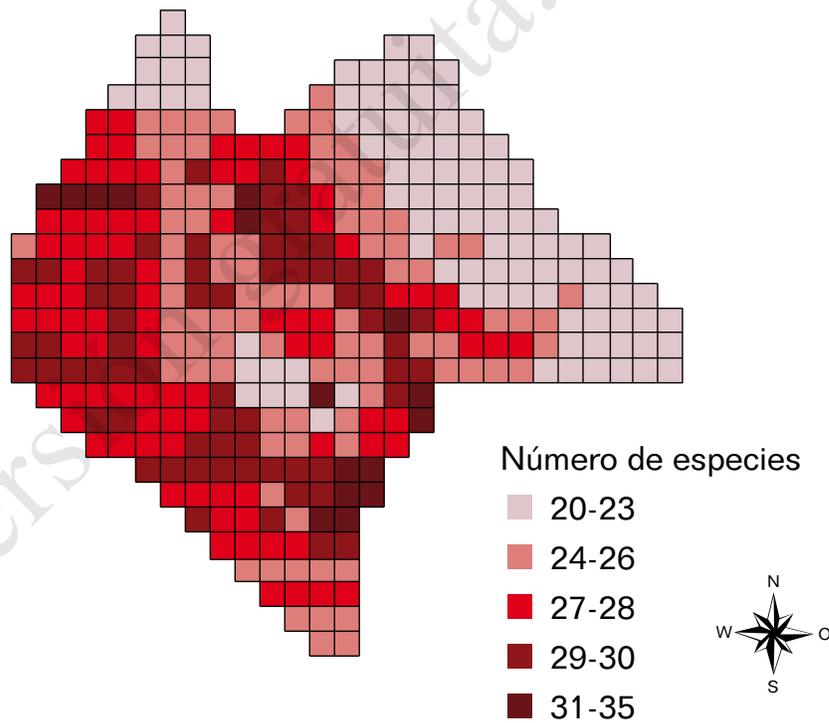


Figura 4. Distribución de la concentración de mamíferos endémicos de Mesoamérica, México y Chiapas en la entidad.

al cambiar la estructura de las comunidades de mamíferos, lo cual implica variaciones en la disponibilidad de recursos alimentarios para las especies. Uno de los más importantes efectos negativos a nivel poblacional es el aislamiento reproductivo que favorece el entrecruzamiento entre parientes cercanos (endogamia) y ocasiona pérdida de variabilidad genética. La baja variabilidad genética hace a la población más vulnerable a la extinción ante desastres naturales e inducidos debido a que sus individuos presentan menor capacidad para desempeñar funciones vitales, tales como la búsqueda y consumo de alimento, reproducción, escape de depredadores y resistencia a enfermedades y cambios climatológicos (Loeschcke *et al.*, 1994; Primack, 1998).

Como resultado de estos procesos, las áreas de distribución y las abundancias locales de numerosas especies de mamíferos se han reducido. Los casos más notables son los de mamíferos grandes y medianos vulnerables a la fragmentación, ya sea debido a sus ámbitos hogareños extensos o por su especialización de hábitat. Entre ellos destacan las tres especies de monos (*Ateles geoffroyi*, *Alouatta palliata* y *A. pigra*), varios carnívoros como el jaguar (*P. onca*), el ocelote (*L. pardalis*), el tigrillo (*L. wiedii*), el viejo de monte (*Eira barbara*), el grisón (*Galictis vittata*), la nutria (*L. longicaudis*), la martucha (*Potos flavus*), el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y el tapir (*T. bairdii*) (Emmons y Feer, 1997; Reid, 1997). Paradójicamente, estas mismas especies están amenazadas también por la cacería sin control ya sea con fines de autoconsumo, para comercio (mayormente ilegal), o bien, son víctimas de los conflictos entre productores y fauna silvestre por los daños ocasionados al ganado o los cultivos. En consecuencia, muchas de estas especies en la actualidad están restringidas a algunas áreas naturales protegidas que aún les pueden ofrecer suficiente refugio, alimento y agua (Cruz, 2001).

En el caso de las especies de mamíferos pequeños como los roedores, los murciélagos y las musarañas, los procesos de transformación y fragmentación del hábitat también han tenido severos impactos en la estructura y composición de las comunidades (Chiarello, 2000; Nupp y Swihart, 2000; Schweiger *et al.*, 2000).

En Chiapas se encontró que entre 30 % y 40 % de las especies de roedores pequeños no soportan altos grados de fragmentación debido a sus

requerimientos especiales de hábitat, su limitada capacidad para desplazarse a grandes distancias y los altos riesgos que les implica el movimiento a lo largo de los componentes del paisaje sin cobertura arbórea o arbustiva (Horvath *et al.*, 2001b; Muñoz *et al.*, 2000).

A diferencia de las especies vulnerables, las poblaciones de otros mamíferos más resistentes a la perturbación se han mantenido estables, por ejemplo, el armadillo de nueve bandas (*Dasypos novemcinctus*) y el leoncillo (*P. yagouaroundi*). Algunas especies más tolerantes o adaptadas a los hábitats abiertos se han visto beneficiadas con la deforestación y fragmentación en Chiapas, al grado de lograr expandir su área de distribución local, como ha sucedido con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y los tlacuaches comunes (*Didelphis marsupialis* y *D. virginiana*; Halls, 1984; Reid, 1997; Cuarón, 2000). Algunas especies nativas beneficiadas con el crecimiento de las áreas agrícolas y ganaderas han incrementado su abundancia y distribución al grado de convertirse en verdaderas plagas. Este es el caso de roedores como *Sigmodon hispidus* y *Reithrodontomys sumichrasti*, los que además de causar severos daños a los cultivos también pueden ser hospederos o vectores de enfermedades de los animales domésticos y de la especie humana como el virus de la encefalitis equina, entre otros. Otro caso importante es el de murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*), el cual se beneficia de la expansión ganadera gracias a sus hábitos alimentarios (consumo exclusivo de sangre fresca), y transmite el virus de la rabia al ganado y causa severas pérdidas económicas a los productores. De la misma manera, las poblaciones de especies introducidas voluntaria o involuntariamente por el hombre (ratas, ratones, perros y gatos) se incrementan constantemente causando problemas de depredación, competencia y transmisión de enfermedades a la fauna nativa y en ocasiones también a la especie humana.

Perspectivas de conservación

Entre los mamíferos de Chiapas más vulnerables a la extinción se encuentran las especies endémicas del estado: *S. sclateri*, *S. stizodon*, *H. nelsoni*, *P. zarhynchus*, *T. bullaris*, *T. tumbalensis* y *R. genowaysi*, la mayoría incluida en alguna

categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMAR-NAT-2010. Estos y otros mamíferos regionales enfrentan una compleja variedad de amenazas para su supervivencia, por lo que las posibles soluciones para evitar su extinción no son fáciles de aplicar. La protección y buen manejo del hábitat remanente (protegido o no) y la generación de corredores biológicos con participación comunitaria son estrategias deseables para la mayoría de las especies. Paralelamente, el uso sustentable de mamíferos con alto potencial reproductivo (armadillos, grandes roedores, conejos, pecaríes y venados) puede contribuir a complementar la dieta y la economía de las comunidades rurales (Naranjo *et al.*, 2005).

En la medida en que los residentes de las áreas con alta riqueza de mamíferos silvestres logren tener mejores ingresos económicos, probablemente su actitud hacia las propuestas de uso sustentable y conservación de fauna silvestre en sus comunidades sea más favorable. Una manera de contribuir a generar este escenario consistiría en capacitar y contratar a algunos habitantes de las comunidades locales como vigilantes en las áreas protegidas de la región, en vez de movilizar gente desde las ciudades con escaso conocimiento de la fauna local y su problemática. Estos y otros habitantes pueden ser también receptores de beneficios otorgados por programas gubernamentales para iniciar proyectos agroforestales o ecoturísticos en zonas adyacentes a las áreas protegidas. Algunos más pueden ser entrenados para trabajar como asistentes de campo en proyectos de investigación y monitoreo, o bien como educadores ambientales dentro de sus propias comunidades (Naranjo *et al.*, 2005).

Necesidades de investigación

Las necesidades de investigación sobre los mamíferos de Chiapas son aún muchas y muy variadas. Sin embargo, los estudios más apremiantes deben enfocarse a la comprensión de los procesos ecológicos y evolutivos a los que están sujetas las poblaciones en relación con actividades humanas y sus consecuencias tales como la transformación de su hábitat, la extracción de especies y el cambio climático. Estos estudios deseablemente deberían incluir entre sus metas la propuesta de acciones específicas para la conservación de los mamíferos que invo-



Figura 5. Murciélago pescador (*Noctilio leporinus*). Foto: Eduardo Naranjo.



Figura 6. Ocelote (*Leopardus pardalis*). Foto: Eduardo Naranjo.



Figura 7. Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*). Foto: Eduardo Naranjo.

lucren a comunidades humanas locales. En muchas áreas de Chiapas (protegidas, modificadas y las que representan corredores biológicos) aún no existen inventarios completos de mamíferos y en la mayoría de ellas se carece de información básica sobre las especies con interés comercial, cinegético y de conservación (especies endémicas), por lo que resulta difícil evaluar el estado de sus poblaciones. También es importante reconocer que prácticamente no existen estudios biológicos puntuales sobre las especies de mamíferos marinos en la costa de Chiapas.

Conclusiones y recomendaciones

Chiapas es el estado mexicano con mayor riqueza de especies de mamíferos silvestres. Sin embargo, la distribución de dicha riqueza no es homogénea, sino que se concentra en ecosistemas frágiles (bosques húmedos) en la porción norte de la entidad.

La diversidad de mamíferos de las selvas bajas caducifolias prácticamente se encuentra sin protección en Chiapas, especialmente a lo largo de la franja fronteriza con Guatemala. Esta situación también se presenta en las montañas del norte del estado, donde no existen áreas naturales protegidas.

La transformación de los ecosistemas en el estado está causando graves consecuencias en la estructura y composición de las comunidades de mamíferos, así como en la distribución y abundancia de muchas especies, particularmente en aquellas con mayor vulnerabilidad debido a su

distribución restringida y sus bajas densidades.

La pérdida y fragmentación de los ecosistemas naturales en Chiapas facilita el desplazamiento de especies nativas por mamíferos oportunistas (roedores domésticos, gatos y perros), que además de competir por los mismos recursos de espacio y alimento, son depredadores de la fauna nativa y portadores potenciales de enfermedades tanto para ésta como para los humanos.

La investigación sobre los mamíferos de Chiapas debe enfocarse en el futuro próximo a la evaluación de los cambios en los procesos ecológicos y evolutivos de las especies silvestres resultantes de actividades humanas tales como la transformación del hábitat, la extracción de especies y los efectos del cambio climático.

Para lograr la conservación de la diversidad de mamíferos de Chiapas se requiere de medidas urgentes de protección del hábitat (bosques húmedos en particular), así como de la aplicación de alternativas novedosas de uso de la flora y fauna silvestres que permitan mejorar la economía de las comunidades rurales para hacerlas partícipes de este proceso.

De no ponerse en práctica una estrategia viable de conservación, la pérdida de la diversidad de mamíferos en Chiapas tendría costos ecológicos y económicos muy elevados resultantes del deterioro de los procesos ecológicos en los ecosistemas naturales y humanizados, además de la desaparición de recursos alimentarios muy valiosos y el incremento de daños a la producción agropecuaria y la salud humana.

Literatura citada

- Alba, M. P. y D. A. Navarrete. 1993. Contribución al conocimiento de los mamíferos de la Reserva El Ocote, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. 193 pp.
- Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 33-71.
- Arroyo-Chacón, C. E. 2007. Diversidad de mamíferos silvestres del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 63 pp.
- Baker, R. J., S. Solari y F. G. Hoffmann. 2002. A new Central American species from the *Carollia brevicauda* complex. *Occasional Papers*, Museum of Texas Tech University 217: 1-12.
- Carroll, D. S., L. Peppers y R. D. Bradley. 2005. Molecular systematics and phylogeography of the *Sigmodon hispidus* species group. pp. 87-99. En: V. Sánchez-Cordero y R. A. Medellín (Eds.). *Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México D.F.

- Ceballos, G., J. Arroyo y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. pp. 377-413. En: G. Ceballos y J. A. Simionetti (Eds.). *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales*. CONABIO e Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 582 pp.
- Ceballos, G. y G. Oliva (Eds.). 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 986 pp.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de Endemidad. pp. 87-108. En: R. Medellín y G. Ceballos (Eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales I, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D.F.
- Chiarello, A. G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. *Conservation Biology* 14: 1649-1657.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2007. The CITES Appendices I, II and III. Ginebra, Suiza. Disponible en: www.cites.org/eng/append/index.shtml (consultado el 14 de octubre de 2007).
- Cruz, E. 2001. Hábitos de alimentación e impacto de la actividad humana sobre el tapir (*Tapirus bairdii*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 42 pp.
- Cruz, L. E. 2002. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las Cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 160 p.
- Cuarón, A. D. 1997. Land-cover changes and mammal conservation in Mesoamerica. Ph.D. Dissertation, University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido.
- Cuarón, A. D. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: A modelling approach. *Conservation Biology* 14: 1676-1692.
- Dragoo, J. W., R. D. Bradley, R. L. Honeycutt y J. W. Templeton. 1993. Phylogenetic relationships among the skunks: a molecular perspective. *Journal of Mammalian Evolution* 1: 255-267.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. *Neotropical rainforest mammals, a field guide*. Second edition. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. 315 pp.
- Escobedo-Morales, L. A., L. León-Paniagua, J. Arroyo-Cabrerales y F. Greenaway. En prensa. New distributional records for mammals from the State of Chiapas, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 51.
- Espinoza, E. E., A. Anzures y E. Cruz. 1998. Mamíferos de la Reserva de la Biósfera El Triunfo, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3: 79-94.
- Espinoza M. E., E. Cruz, H. Kramsky e I. Sánchez. 2003. Mastofauna de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 7: 5-19.
- Espinoza M. E., E. Cruz, I. Sánchez e I. Lira. 2004. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. México. *Revista de Biología Tropical* 52: 124-38.
- Fa, E. J. y L. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. pp. 315-352. En: T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad biológica de México: Orígenes y Distribución*. UNAM, México, D.F.
- Fernández, M. Y. 1998. Contribución al estudio de la fauna silvestre libre de El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología. UNAM. México, D.F. 100 pp.
- Gálvez-Altúzar, J. 1990. Mastofauna del Parque Nacional "Cañón del Sumidero", Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 89 p.
- Geist, V. 1998. *Deer of the World. The Evolution, behavior and Ecology*. Stackpole Books. Mechanicsburg, Pennsylvania, USA.
- Halls, L. K. (Ed.). 1984. *White-tailed deer: ecology and management*. Stackpole Books, Harrisburg, USA. 870 pp.
- Horváth, A., I. J. March y J. H. D. Wolf. 2001a. Rodent diversity and land use in Montebello, Chiapas, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 36: 169-176.
- Horváth, A., R. Vidal y R. Sarmiento. 2001b. Los mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 6-26.
- Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). 2004. Proyecto Y021 Vertebrados Terrestres del Corredor biológico Sierra Madre del Sur, Chiapas, México. Informe final a CONABIO-IHNE, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 53 pp.
- Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). 2006. Proyecto BK03 Vertebrados Terrestres del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Informe Final a CONABIO-IHNE, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 35 pp.
- Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). 2007. Prospecciones mastozoológicas en El Manzanillal, Chiapas. Informe Final. IHNE, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 28 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. *Conteo General de Población 2005*. INEGI, Aguascalientes, México. Disponible en: www.inegi.gob.mx/difusion/espanol/fpobla.html. (consultado en 29 de septiembre 2007).
- Lee, T. E., Jr., S. R. Hoofer y R. A. Van den Bussche. 2002. Molecular phylogenetics and taxonomy revision of the genus *Tonatia* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 83: 49-57.
- Loeschcke, V., Tomiuk, J. y Jain, S. K. 1994. *Conservation Genetics*. Birkhäuser Verlagbasel. Berlín, Alemania. 440 pp.

- Medellín, R. A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology* 8: 780-799.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. pp. 63-73. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (Eds.). México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Muñoz, A., A. Horváth, R. Vidal, R. Percino, E. González y V. Larrañaga. 2000. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Informe final para el Sistema de Investigación Regional Benito Juárez-CONACYT-The Nature Conservancy. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. 77 pp.
- Naranjo, E. y E. Espinoza. 2001. Listado de mamíferos de la reserva ecológica del Huitepec, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 58-67.
- Naranjo, E. J., C. Lorenzo y A. Horváth. 2005. La diversidad de mamíferos en Chiapas. pp. 221-263 In: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (Eds.), *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés, México, D.F. 484 pp.
- Nupp, T. E. y R. K. Swihart. 2000. Landscape-level correlates of small-mammal assemblages in forest fragments of farmland. *Journal of Mammalogy* 81: 512-526.
- Pérez-Canales, C. R. 2005. Diversidad de mamíferos en cuatro hábitats con diferente grado de alteración en El Pozo, municipio de Berriozábal, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 50 pp.
- Primack, R. B. 1998. *Essentials of Conservation Biology*. Segunda edición. Sinauer, Sunderland, USA. 564 pp.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro, J. Arroyo-Cabrales y F. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos de México. *Occasional Papers*, Museum of Texas Tech University 158: 1-62.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21: 21-82.
- Reid, F. A. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, Nueva York, USA. 334 pp.
- Retana, O. y C. Lorenzo. 2002. Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 25-49.
- Riechers, P. A. 2004. Análisis mastofaunístico de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 75: 363-382.
- Riechers, P. A. 2007. Mamíferos en tres agroecosistemas al oeste del Cañón del Sumidero, Chiapas. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas, México.
- Schweiger, E. W., J. E. Diffendorfer, R. D. Holt, R. Pierotti y M. S. Gaines. 2000. The interaction of habitat fragmentation, plant, and small mammal succession in an old field. *Ecological Monographs* 70: 383-400.
- Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable. 2007. Eje 4. Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. pp. 231-262. En: Gobierno del Estado de Chiapas (Ed.), *Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012*. Secretaría de Planeación y Desarrollo Sustentable. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. México, D.F. 207 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2006. Comunicado de Prensa Núm. 186/06. Disponible en: www.semarnat.gob.mx/comunicacion-social/boletindeprensa/Pages/18606.aspx. (consultado el 13 de septiembre el 2007).
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Simmons, N. B. y C. O. Handley, Jr. 1998. A revision of *Centronycteris* Gray (Chiroptera: Emballonuridae) with notes on natural history. *American Museum Novitates* 3239: 1-28.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN). 2007. IUCN Red list of threatened animals. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suiza. Disponible en: www.redlist.org (consultado el 3 de octubre 2007).
- Vázquez-Bautista, D. 2002. Mastofauna de la Zona de Protección Forestal La Frailescana, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 52 pp.
- Vidal-López, L. R. 1998. Los mamíferos de Coapilla, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 137 pp.
- Voss, R. S. 1998. Systematics and ecology of Ichthyomyne rodents (Muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptive radiation. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 210: 1-113.

Voss, R. S. y S. A. Jansa. 2003. Phylogenetic studies on didelphid marsupials II. Nonmolecular data and new IRBP sequences: separate and combined analyses of didelphine relationships with denser taxon sampling. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 276: 1-82.

Woodman, N. y R. M. Timm. 1999. Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrews of the *Cryptotis goldmani*-group (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Fieldiana Zoology* 91: 1-35.

Versión gratuita. Prohibida su venta.

EXTINCIÓN DE LA LIEBRE DE TEHUANTEPEC

Consuelo Lorenzo Monterrubio

La liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) es la única especie de liebre americana que habita zonas tropicales; su distribución es la más sureña en el continente americano y no comparte su área de ocupación con ninguna otra especie de liebre. Es endémica de la zona del Istmo de Tehuantepec, es decir, se encuentra exclusivamente en esta área de México y no existe en otra región del mundo. Esta liebre es considerada como la especie de su tipo en mayor peligro de extinción a nivel mundial (Chapman, 1990; Flux y Angermann, 1990; Cervantes, 1993; Baillie y Groombridge, 1996; Semarnat, 2010; UICN, 2007), por lo que el gobierno mexicano la declaró de alta prioridad en la conservación debido a la distribución restringida de su hábitat y a su cacería furtiva (INE, 1997; Semarnat, 2010).

La liebre de Tehuantepec se caracteriza por tener los costados y la parte abdominal de color blanco brillante. Su cuello es amarillento, lo que le da el nombre a la especie, *flavigularis* que significa 'de garganta amarilla'; sus orejas son grandes y alargadas, su cola es de color negro intenso en la parte dorsal y blanco en la parte ventral. El rasgo corporal que distingue a esta especie del resto de las liebres, y que es fácilmente observable a distancia, es la presencia de dos franjas pardas que corren desde de la nuca hasta la base de cada oreja (Cervantes, 1993) (figura 1).

La distribución original de *L. flavigularis* abarcaba desde el sur del Istmo de Tehuantepec hasta las costas del Pacífico en Tonalá, Chiapas (Nelson, 1909). Álvarez del Toro (1991) mencionó que habitaba al norte de la costa de Chiapas, entre Tehuantepec y Arriaga. Actualmente, su distribución está restringida a un área no protegida limitada alrededor de las lagunas Inferior y Superior en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, en cuatro poblaciones aisladas geográficamente: 1) Santa María del Mar, al sur de la laguna Superior; 2) San Francisco del Mar Pueblo Viejo, hacia el sureste de la laguna Inferior; 3) Aguachil hacia el este de la laguna Inferior; y 4) en las inmediaciones de los poblados de Montecillo Santa Cruz y Huamuchil, al norte de la laguna Inferior (Cervantes y Yépez, 1995; Cervantes *et al.*, 1999; Lorenzo *et al.*, 2005) (figura 2). La liebre de Tehuantepec vive en asociaciones de pastizales con arbustos y matorrales y en dunas. Su relación con los extensos pastizales del Istmo es muy estrecha ya que se alimenta principalmente de pastos, descansa, se resguarda de posibles depredadores y se reproduce en los mismos (Rioja, 2008).

El número de individuos de la liebre por unidad de área (densidad poblacional) es muy bajo en comparación con otras especies de liebres en el mundo; su intervalo en densidad poblacional varía de 7.47 liebres/km² en la localidad de Montecillo Santa Cruz a 17.60 liebres/km² en la localidad de San Francisco del Mar Viejo (Sántiz, 2002). Los bajos valores en densidad se ven reflejados en tamaños medios poblacionales estimados muy bajos, lo cual debe tomarse en cuenta en acciones específicas sobre la conservación de la especie. Aunado a lo anterior, presenta escasa variabilidad genética y una diferenciación genética entre sus poblaciones (Cervantes *et al.*, 2002; Rico *et al.*, 2008).

La degradación y la pérdida del hábitat natural de la liebre de Tehuantepec a causa del manejo inadecuado de los recursos naturales, tal como los incendios inducidos por las comunidades locales para el establecimiento de pastizales con fines de la crianza de ganado; constituyen uno de los principales factores de amenaza para esta liebre, ya que disminuyen la disponibilidad de su alimento y reducen el espacio disponible para que lleve a cabo actividades como la reproducción, la crianza o el descanso. Además, la cacería furtiva y desmedida es otro de los factores humanos que ponen en peligro su supervivencia, ya que afecta directamente su reproducción. Es por lo anterior que las poblaciones sobrevivientes mantienen un número pequeño de individuos por área y se encuentran aisladas geográfica y genéticamente (Lorenzo *et al.*, 2005). Es probable que estos factores de amenaza hayan sido las causas de extinción de la liebre de Tehuantepec en el estado de Chiapas.

La existencia de la liebre de Tehuantepec está seriamente amenazada y su futuro no es prometedor si no se toman acciones específicas y urgentes para conservar esta especie única en México y el mundo. Para poder garantizar su supervivencia es preciso plantear una estrategia integral de conservación. El diseño de programas adecuados debe incluir la educación ambiental con el fin de dar a conocer a la población local la importancia de conservar, manejar y aprovechar a una especie y su hábitat (a la fecha sin protección) que son exclusivos de México. Es elemental estudiar más aspectos de su biología como su reproducción, alimentación, depredación, competencia y migración; es necesario llevar a cabo planes de reproducción en cautiverio y en su medio natural para su posterior liberación y reintroducción en su hábitat nativo en el estado de Chiapas.



Figura 1. Liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en donde se aprecian las dos franjas pardas en la nuca. Foto: A. Carrillo.

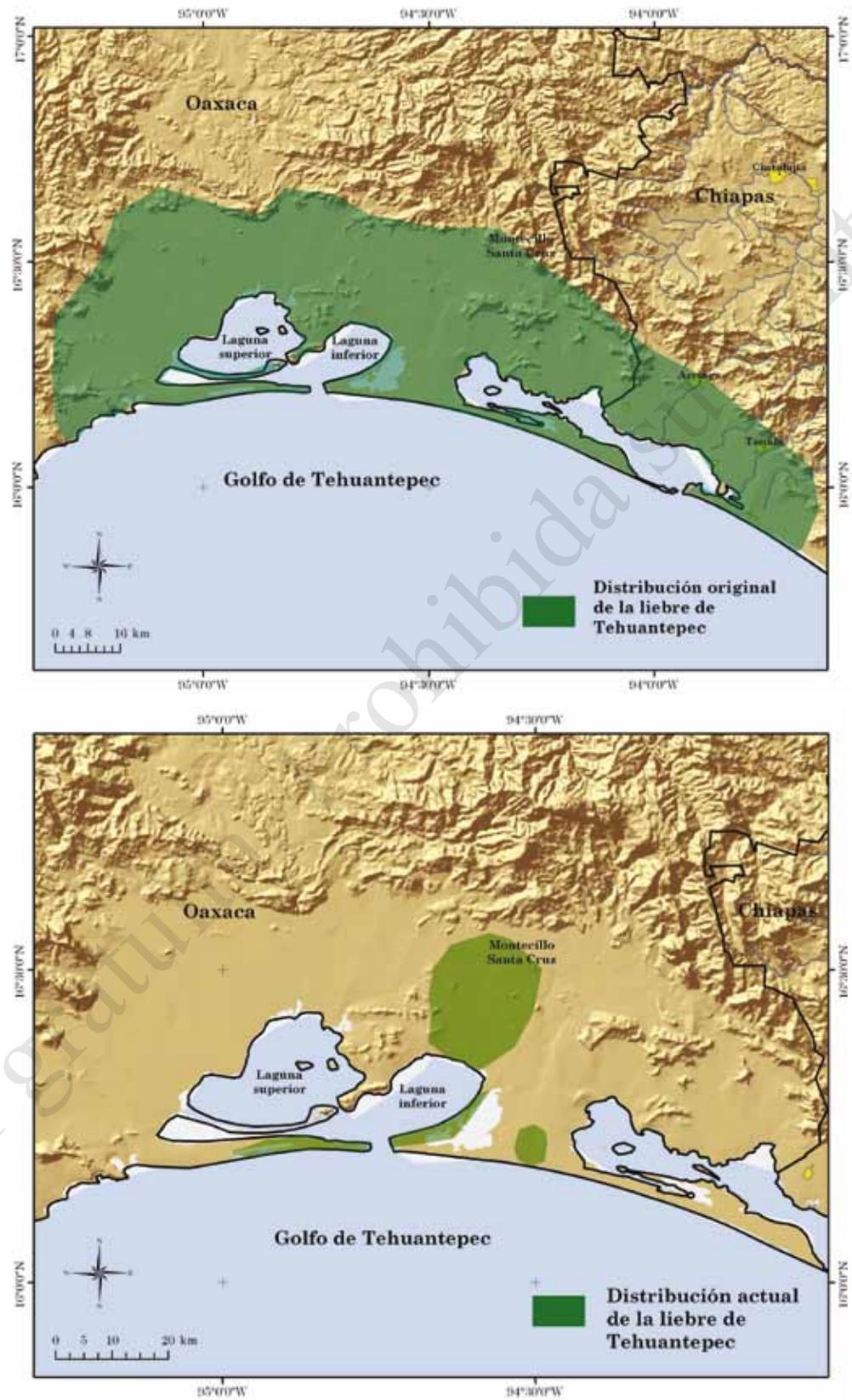


Figura 2. Distribución original de la liebre de Tehuantepec en Oaxaca y Chiapas (arriba), y distribución actual de la especie al sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (abajo). Las áreas grises alrededor de la Laguna Superior e Inferior representan las poblaciones supervivientes de la liebre. Elaboró: A. Carrillo.

Literatura citada

- Álvarez del Toro, M. 1991. Los Mamíferos de Chiapas. 2a edición. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Baillie, J. y B. Groombridge (Eds.). 1996. 1996 IUCN Red List of threatened animals, IUCN, Gland, Switzerland.
- Cervantes, F. A. 1993. *Lepus flavigularis*. *Mammalian Species* 423: 1-3.
- Cervantes, F. A. y L. Yépez. 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca, Mexico. *Anales del Instituto de Biología* 66: 113-122.
- Cervantes, F. A., B. Villa-Ramírez, C. Lorenzo, J. Vargas, J. L. Villaseñor Ríos y J. López Blanco. 1999. Búsqueda de poblaciones supervivientes de la liebre endémica *Lepus flavigularis*. Reporte Final. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 30 pp.
- Cervantes, F. A., C. Lorenzo y T. L. Yates. 2002. Genic Variation in Populations of Mexican Lagomorphs. *Journal of Mammalogy* 4: 1077-1086.
- Chapman, J. A. 1990. Conservation action needed for rabbits, hares and pikas. pp. 154-168. En: J. A. Chapman y J. E. C. Flux (Eds.). Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Chapman y J. E. C. Flux (Eds.). Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action Plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Switzerland.
- Flux, J. E. C. y R. Angermann. 1990. The hares and jackrabbits. pp. 61-94 In: J. A. Chapman y J. E. C. Flux (Eds.). Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation Action Plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. 1997-2000 México. INE-Semarnap, México, D. F.
- Lorenzo, C., F. A. Cervantes y J. Vargas. 2005. Conservación de la liebre *Lepus flavigularis*, especie en peligro de extinción. Informe final, CONACYT-Semarnat. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 59 pp.
- Nelson, E. W. 1909. The rabbits of North America. *North American Fauna* 29: 9-287.
- Rico, Y., C. Lorenzo, F. X. González-Cózatl y E. Espinoza, 2008. Phylogeography and population structure of the endangered Tehuantepec jackrabbit *Lepus flavigularis*: implications for conservation. *Conservation Genetics*. Ed. Springer Netherlands. DOI 10.1007/s10592-007-9480-2. ISSN 1566-0621 (Print) 1572-9737.
- Rioja, P. T. M. 2008. Comportamiento reproductivo de la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*) en su hábitat. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo sustentable, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 172 pp.
- Sántiz, E. 2002. Distribución y abundancia de la liebre endémica *Lepus flavigularis* y el conejo castellano *Sylvilagus floridanus* (Mammalia: Lagomorpha) en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura en Biología en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 59 pp.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). 2007. IUCN Red list of threatened animals. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suiza. Disponible en: www.redlist.org (consultado el 3 de octubre de 2007).

MAMÍFEROS DEL CORREDOR BIOLÓGICO SIERRA MADRE DEL SUR

Alejandra Riechers Pérez y Epigmenio Cruz Aldán

El Corredor Biológico Sierra Madre del Sur (CBSMS) es una franja orográfica que se sobrepone casi en su totalidad a la Sierra Madre de Chiapas; abarca varias áreas naturales protegidas federales (Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana y Reservas de la Biosfera: La Sepultura, El Triunfo y Volcán Tacaná) y dos estatales (Zonas Sujetas a Conservación Ecológica: Cordón Pico El Loro-Paxtal y Volcán Tacaná) (figura 1). Presenta gran heterogeneidad ambiental, con un rango altitudinal de 25 y 4 030 msnm y ecosistemas desde selvas bajas caducifolias hasta bosques mesófilos de montaña (Mülleried, 1982), lo que favorece una alta biodiversidad.

Durante los años de 1998 a 2003, personal del Instituto de Historia Natural (IHN), actualmente Secretaría de Medio Ambiente Vivienda e Historia Natural (Semavihn) realizó seis proyectos financiados por Gobierno del Estado de Chiapas y uno por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Y021 Vertebrados Terrestres del Corredor Biológico Sierra Madre del Sur, Chiapas). Reportando 121 especies de mamíferos silvestres para el CBSMS, representados en 82 géneros, 27 familias y 11 órdenes, siendo los murciélagos y roedores los órdenes mejor representados con 53 y 34 especies, respectivamente (apéndice VIII.20). Destacando por su riqueza las Reservas El Triunfo (112 especies) y La Sepultura (98), seguido de La Frailescana (78), Pico El Loro-Paxtal (65) y El Tacaná (60) (Espinoza *et al.*, 1998, 2004; Vázquez-Bautista, 2002; Morales-Pérez *et al.*, 2004).

Las mayores abundancias en el CBSMS fueron para el ratón (*Peromyscus mexicanus*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*), el murciélago frutero de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*) y el murciélago de charreteras menor (*Sturnira ludovici*), especies que juegan un papel ecológico importante en los ecosistemas como dispersores de semillas, principalmente. La mastofauna silvestre es elemental en la cultura de los pobladores locales, los cuales fueron clasificados con nombres locales asignados de acuerdo a las características físicas del propio organismo (*Coendou mexicanus* – cuerpo espin, *Eira barbara* – cabeza de viejo, *Pecari tajacu* – cochi de monte) y por sus hábitos (*Lontra longicaudis* – perrito de agua, *Tamandua mexicana* – oso colmenero, *Nasua narica* – andasolo) (apéndice VIII.20). Además, obtienen de ellos beneficios directos, incluso más que otros grupos (anfibios, reptiles y aves), observándose 32 especies de mamíferos silvestres utilizadas (apéndice VIII.20), siendo el alimenticio el más recurrido (28 especies); seguido el peletero (11 especies) para la elaboración de bolsas, butacas y tapetes; el medicinal (siete especies) para molestias gastrointestinales en el que emplean alguna parte del cuerpo del organismo y elaboran infusiones y, por último, mascota (dos especies) en el que capturan vivo al organismo para mantenerlo en corrales o jaulas para su exhibición (Morales-Pérez *et al.*, 2004).



Literatura citada

- Aranda, M. e I. March. 1987. Guía de los mamíferos silvestres de Chiapas. INIREB. PPPSTC. Xalapa, Veracruz. 149 pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. pp. 377-413. En: G. Ceballos y J. A. Simionetti (Eds.). Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO e Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 582 pp.
- Ceballos, G. J. y G. Oliva 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de la Cultura Económica. 986 pp.
- Espinoza, E. E., A. Anzures y E. Cruz. 1998. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3: 79-94.
- Espinoza M. E., E. Cruz, I. Sánchez e I. Lira. 2004. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas. México. *Revista de Biología Tropical* 52: 124-38.
- Espinoza, M. E. E. 1988. Colección Zoológica Regional del Sureste de México. Fase I. Estado de Chiapas. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. Informe final SNIB- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Proyecto No. p060. México. D. F.
- March, I. J. y A. Flamenco. 1996. Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993). Informe final, The Nature Conservancy, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 105 pp.
- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publ. Esp. No. 2. México, D.F. 83 pp.
- Morales-Pérez, J. E., A. Riechers, J. Guzmán, E. Hernández, S. Velázquez, D. Vásquez, y R. Vidal. 2004. Proyecto Y021 Vertebrados Terrestres del Corredor biológico Sierra Madre del Sur, Chiapas, México. Informe final. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Historia Natural y Ecología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 53 pp.
- Mülleried F. K .G. 1982. Geología de Chiapas. Segunda edición. Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro, J. Arroyo-Cabrales y F. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos de México. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University* 158: 1-62.
- Retana, O. y C. Lorenzo. 2002. Lista de mamíferos terrestres de Chiapas: endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 25-49.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Vázquez-Bautista, D. 2002. Mastofauna de la Zona de Protección Forestal La Frailesca, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 52 pp.



Version gratuita disponible su venta.

DIVERSIDAD Y SITUACIÓN DE CONSERVACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS

Anna Horváth

De las más de cinco mil especies de mamíferos conocidas en el mundo, la quinta parte (1 116 especies) son murciélagos orden Chiroptera, (Wilson y Reeder, 2005), cuya diversidad se concentra en las áreas tropicales (Voss y Emmons, 1996). Chiapas destaca por ser una de las entidades mexicanas con mayor diversidad de murciélagos con 106 especies, pertenecientes a nueve familias (en el apéndice general del capítulo de Mamíferos de esta publicación puede consultarse el listado de especies registradas). Esta cifra representa 76 % de la quiropterofauna de México (139 especies en total) y 51 % de la riqueza de mamíferos en el estado (206 especies). La mayoría de los murciélagos de Chiapas son de afinidad neotropical y 16 especies (15 %) son endémicas de Mesoamérica. De éstas, tres especies sólo se distribuyen en México y una, *Rhogeessa genowaysi*, es endémica de Chiapas (Naranjo *et al.*, 2005). El conocimiento de los murciélagos en Chiapas aún es escaso y carecemos de información sobre la situación poblacional de la gran mayoría de las especies. Las regiones donde existen más registros son la Selva Lacandona, con 77 especies, la región de la Costa del Pacífico, con 72 especies, y la Región de las Montañas del Norte, con 68 especies (Horváth, 2001).

Los murciélagos forman grupos funcionales y juegan papeles relevantes en los procesos ecosistémicos a través de polinización, dispersión de semillas, depredación de artrópodos y de pequeños vertebrados y aportan gran cantidad de biomasa (Kalko, 1998; Neuweiler, 2000). Necesitan refugios para protegerse durante el día ante las fluctuaciones del clima y de los depredadores. Además, los refugios son centros de comunicación donde establecen y mantienen sus vínculos sociales, cognitivas, así como actividades de reproducción y crianza (Ratcliffe y ter Hofstede, 2005). La mayoría de las especies de murciélagos utilizan cuevas, así como también árboles, palmas, rocas grandes y algunos edificios. Las congregaciones más grandes de vertebrados terrestres, hasta millones de individuos, las conforman algunas especies de murciélagos (Neuweiler, 2000). De éstas, en Chiapas encontramos dos especies de murciélagos migratorios, *Tadarida brasiliensis* (Molossidae) y *Leptonycteris curasoae* (Phyllostomidae), que forman colonias de varios cientos de miles de individuos en dos cuevas en el estado: La Cueva de Los Laguitos en Tuxtla Gutiérrez (*L. curasoae*) y la Cueva de San Francisco en La Trinitaria (*T. brasiliensis*).

A causa de la deforestación y la expansión de pastizales, cultivos y áreas urbanas, los murciélagos están perdiendo sus recursos alimenticios, sitios de refugio, reproducción y cobertura vegetal para sus viajes de forrajeo y migraciones. La contaminación por los pesticidas tiene efectos fatales en los murciélagos ya que estos tóxicos se acumulan en los insectos y plantas que consumen. Estos procesos se manifiestan en una alarmante declinación de las poblaciones de muchas especies de murciélagos a nivel mundial (Mickleburgh *et al.*, 2002). Aunado a esto, en el caso particular de América tropical, así como en Chiapas, existe otro factor más que indirectamente amenaza a los murciélagos: la rabia



paralítica bovina. Esta enfermedad emergente, cuyo virus de la rabia se transmite al ganado a través de la mordida del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*), provoca severos daños económicos por la mortandad del ganado. La desesperación de los ganaderos por sus pérdidas, la carencia de conocimiento y asistencia técnica para la prevención de la enfermedad, junto con las creencias falsas sobre los murciélagos debido al proceso de transculturalización, ha propagado la práctica de incendiar cuevas con el fin de eliminar el murciélago hematófago. Esto ha tenido consecuencias catastróficas para los murciélagos que utilizan las cuevas. Varias especies pueden compartir la misma cueva y en periodos de reproducción pueden concentrarse miles de individuos. Al incendiar una cueva, poblaciones enteras pueden desaparecer causando extinciones locales o regionales, ya que muchas de estas especies se vuelven extremadamente vulnerables ante una eventual perturbación de su refugio (Mickleburgh *et al.*, 2002). Paradójicamente, *D. rotundus* puede recolonizar rápidamente las cuevas anteriormente incendiadas, mientras que otras especies no vuelven a ocupar los refugios perturbados (Horváth *et al.*, 2007). La deforestación y la expansión de la ganadería brindan una fuerte ventaja competitiva al murciélago hematófago contra la mayoría de las especies, lo que permite que las poblaciones de *D. rotundus* estén en aumento en Chiapas.

La situación crítica de los murciélagos se refleja en el hecho de que casi la mitad de las especies de Chiapas (45) se encuentran bajo alguna categoría de protección o estatus de conservación a nivel nacional e internacional (IUCN, 2007; Semarnat, 2010). La mayoría de estas especies son aquellas raras y asociadas a los hábitats naturales de bosques y selvas, como los murciélagos carnívoros (Phyllostomidae: Phyllostominae y Vampyrinae), los pescadores (Noctilionidae), algunos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophaginae) e insectívoros del interior del bosque (Embalonuridae, Mormoopidae). Así también, están consideradas como en riesgo las dos especies migratorias por su vulnerabilidad en sus refugios.

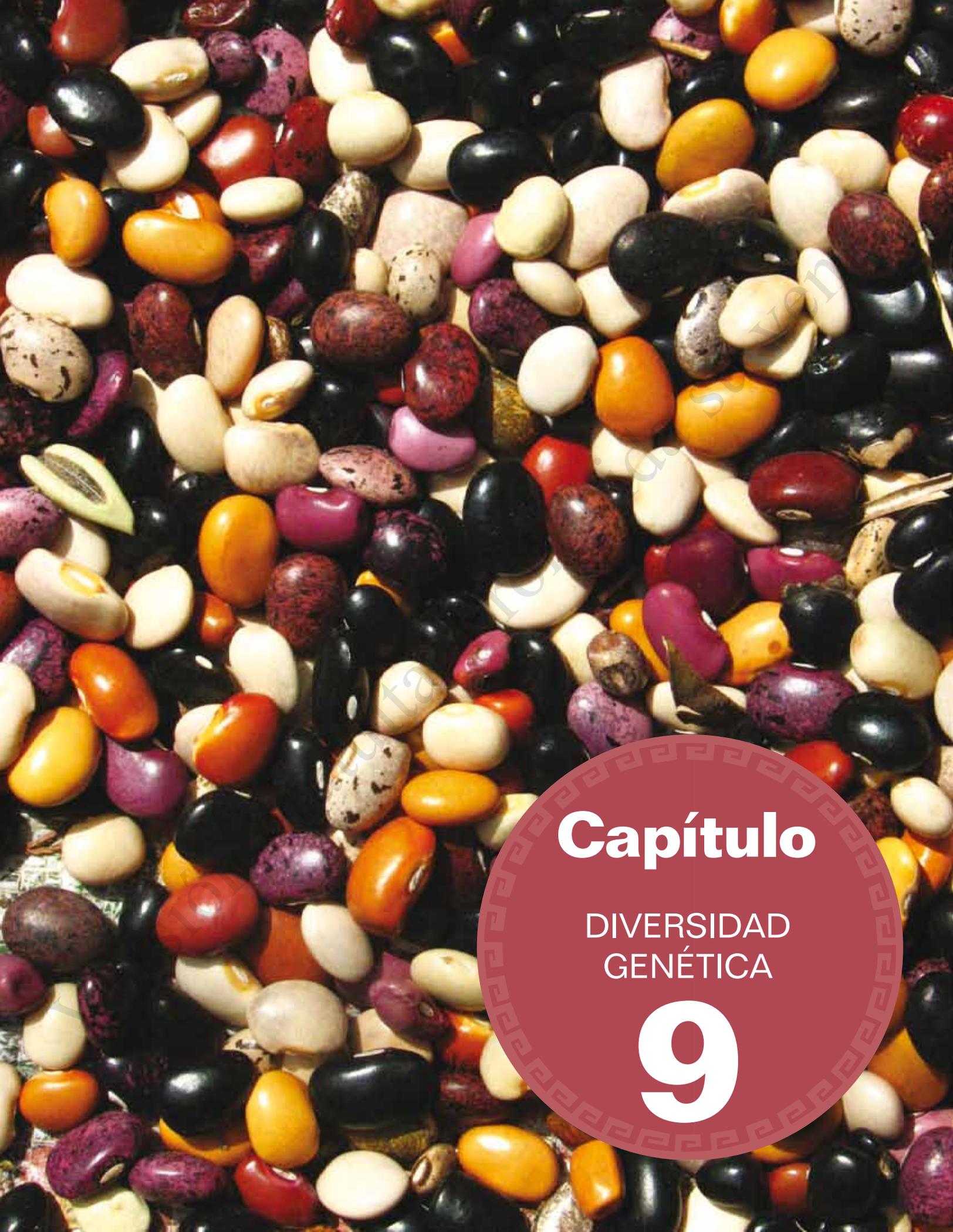
En Chiapas, siendo el estado con mayor riqueza, debemos formular y llevar a cabo una estrategia integral de conservación de murciélagos cuyos dos objetivos primordiales deben ser: 1) la protección de los refugios junto con las áreas alrededor de estos; y 2) asegurar la persistencia de áreas naturales, tanto dentro como fuera del sistema de Áreas Protegidas. Las dos cuevas donde se conocen las únicas colonias grandes de murciélagos migratorios del sureste de México, y con mayor diversidad de murciélagos residentes en el estado, son la Cueva de Los Laguitos y la Cueva de San Francisco; ambas necesitan urgentemente atención especial para su protección ya que actualmente se encuentran en áreas urbanas con muy fácil acceso y están bajo un alto impacto por turismo, contaminación y vandalismo. Los valores que las cuevas y los murciélagos han representado originalmente en la cultura maya (Tuggle, 1965) se pueden convertir en una fortaleza importante para incluir en las estrategias de conservación ya que muchos de los grupos indígenas en Chiapas (lacandones, tojolabales, tsotsiles) aún practican sus ceremonias en las cuevas y tienen reglamentos internos comunitarios para proteger estos lugares que son sagrados para ellos.

Literatura citada

- Horváth, A. 2001. Actualización y enriquecimiento de las bases de datos de mamíferos del proyecto de Evaluación y Análisis Geográfico de la Diversidad Faunística de Chiapas. Informe Técnico Final, proyecto U014. CONABIO-Ecosur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.
- Horváth, A., Y. Aguirre, C. Chávez, D. Gallegos, R. Martínez, y O. Pérez. 2007. Situación de habitats cavernícolas en las regiones de El Momón-Montebello y Selva Lacandona, Chiapas: Diagnóstico y monitoreo para la conservación de murciélagos. Informe Técnico Final (Semarnat-2002-C01-1400). Ecosur-Semarnat-CONACYT. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. 80 pp.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2007. IUCN Red list of threatened species. The IUCN Species Survival Commission. Disponible en www.iucnredlist.org (consultado en agosto de 2010).
- Kalko, E. 1998. Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101: 281-297.
- Mickleburgh, S. P., A. M. Hutson y P. A. Racey. 2002. A review of the global conservation status of bats. *Oryx* 36: 18-34.
- Naranjo, E., C. Lorenzo y A. Horváth. 2005. La diversidad de mamíferos en Chiapas. pp. 221-252. En: M González, N. Ramírez y L. Ruiz (Coords.). Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdés-Ecosur-COCYTECH. México D.F.
- Neuweiler, G. 2000. The Biology of bats. Oxford University Press, New York. 310 pp.
- Ratcliffe, J. M. y H. M. ter Hofstede. 2005. Roosts as information centres: social learning of food preferences in bats. *Biology Letters* 1: 72-74.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Tuggle, D. 1965. Caves in ancient Mexican religion. *The Kentucky Caver* 1 (2): 34-40.
- Voss, R. S. y L. Emmons. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230: 1-115.
- Wilson, D. E. y D. M. Reeder (Eds.). 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference. 3rd edition, Vol. I-II. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2142 pp.



Version gratuita disponible su venta.



Capítulo

DIVERSIDAD
GENÉTICA

9

Resumen

Laura Rubio Delgado

En esta última sección del Estudio de biodiversidad de Chiapas se muestran los resultados de cinco trabajos enfocados al análisis de las variaciones al interior de las especies, o lo que también se conoce como diversidad genética, el cómo y para qué del potencial de uso tiene la genética en la actualidad, y los alcances que hasta el momento existen en Chiapas dentro de esta materia, con ejemplos específicos de insectos, liebres y distintas variedades de maíz; en el tema de la salud pública destacan los avances en el estudio de los parásitos transmisores de la oncocercosis, el paludismo y la enfermedad de Chagas.

Actualmente, en el estado de Chiapas existen cinco instituciones que cuentan con la infraestructura necesaria para llevar a cabo trabajos de investigación en genética. Dos instituciones federales: el Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) y El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) y tres instituciones estatales de educación superior: el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITT), la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). En general, existen tres vertientes de la aplicación de la genética en Chiapas. La primera es sobre conservación de especies amenazadas y en peligro de extinción, es decir, está enfocada a la conservación de la biodiversidad. La segunda vertiente aborda problemas de salud pública mediante el diagnóstico de enfermedades y estudios de tipo epidemiológico, y la tercera es sobre el análisis de la variación de algunas especies plaga y vectores con importancia económica y de salud. De los ejemplos expuestos en esta sección se puede observar que se ha comenzado a consolidar líneas de investigación sobre genética y sus aplicaciones a la conservación de la diversidad. Por lo anterior, los autores que contribuyen con sus investigaciones en el tema consideran que el grado de avance en el conocimiento de la biodiversidad de Chiapas, a nivel genético, es todavía incipiente.



Version original no autorizada para su venta.



ESTUDIOS SOBRE VARIACIÓN Y DIVERSIDAD GENÉTICA

Eduardo Espinoza, Sergio López, Consuelo Lorenzo, Lorena Ruiz-Montoya,
Patricia Penilla y Hugo Perales

Introducción

Se reconoce que México es un país que contiene una gran diversidad biológica por tener más de 10 % de las especies conocidas en el mundo (Rzedowski, 1991a, b; Mittermeier y Mittermeier, 1992; Dirzo y Gómez, 1996; Dávila *et al.*, 2002; Trejo y Dirzo, 2002, Cuevas-Reyes *et al.*, 2003), por lo que recientemente se ha incrementado la preocupación por conservar esta biodiversidad a sus diferentes escalas que van desde conjuntos de comunidades en ecosistemas específicos, hasta el acervo de información genética de poblaciones en especies particulares.

Respecto al conocimiento y conservación de la diversidad genética, ha cobrado importancia el desarrollo de estrategias para detectar las diferencias entre individuos, los patrones de parentesco, la estructura y los niveles de variación genética, así como el tipo y la magnitud del flujo genético entre poblaciones (Hedrick y Miller, 1992; Avise, 1996; Hedrick, 2001; Lorenzo *et al.*, 2006). Es decir, conocer las diferencias entre dos ratones (u otro), cuánto se parecen dos familias de ratones que viven en un mismo sitio, cuáles son las variaciones entre cada individuo y las variaciones entre los ratones de la población A con la población B.

En humanos, la idea de reconocer la variabilidad genética ha llevado a estudios como el de genoma humano, que a su vez ha permitido el desarrollo de la genómica para el reconocimiento y cura de las enfermedades.

Sin embargo, actualmente se desconoce el grado de variación y diversidad genética de la mayoría de las especies en la República Mexicana. En el presente apartado se explica brevemente la manera en que se abordan los estudios sobre variación y diversidad genética en general, así como su importancia en relación al conocimiento y conservación de la biodiversidad y se hace una semblanza de los estudios a nivel genético realizados hasta el momento en las instituciones del estado de Chiapas que muestran el grado de avance sobre el conocimiento de sus recursos genéticos.

QUÉ SON LA VARIACIÓN Y LA DIVERSIDAD GENÉTICA

La variación genética, conocida también como recursos genéticos, se refiere a la variación hereditaria dentro y entre poblaciones (Hedrick, 2001; Falconer, 1981), de tal manera que es muy difícil que en las poblaciones naturales existan dos individuos con la misma información genética (Lorenzo *et al.*, 2006). Por otro lado, la diversidad genética es la variedad de genes y genotipos (combinaciones de genes) presentes en una población y se manifiesta en diferentes formas físicas o fenotipos (expresión de los genotipos en un ambiente específico), lo que permite que muchas poblaciones de una misma especie se adapten a diferentes condiciones; por ejemplo, una mutación es la causante de que algunos mosquitos presenten resistencia a ciertos insecticidas, es decir, se adaptan a ese medio adverso mediante un cambio genético.

Las diferencias genéticas que ocurren naturalmente entre los organismos dentro de una misma población se llaman polimorfismos genéticos y se acumulan hasta que se vuelven tan numerosos entre las especies, en las cuales se denominan divergencias genéticas. Este proceso es el que da origen a las diferentes razas o variedades de una misma especie.

Cómo se estudian la diversidad y la variación genética

Para estudiar la diversidad y variación genética se emplean los marcadores moleculares, que son variaciones heredadas que pueden ser utilizadas para comprender eventos genéticos. Estas variaciones deben ser polimórficas (dos o más formas alternativas de los genes) y los marcadores pueden ser fenotípicos o genotípicos (Lorenzo *et al.*, 2006). Las primeras medidas de diversidad genética a nivel de moléculas se realizaron en 1966, mediante el estudio de la variación de genes en distintas regiones del genoma en moscas de la fruta (loci) que codifican para proteínas, mediante el método de la electroforesis. A partir de 1986, los estudios de diversidad genética comenzaron a realizarse a través del análisis de ADN, amplificando secuencias específicas en el laboratorio mediante el uso de la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés).

Actualmente, existen diferentes formas de estimar la variación y diversidad genética. Para el caso de la variación comúnmente se utiliza la proporción de individuos que presentan dos o más formas alternativas de un mismo gen (heterocigotos) y el porcentaje de sitios diferentes (loci polimórficos). Mientras que la diversidad se estima por el número de genes diferentes en todas las poblaciones o el número de genes exclusivos de cada población. En cualquiera de los casos, las poblaciones con mayor número de genes (diferentes o únicos) son las más diversas en términos genéticos. Mientras que las poblaciones que tienen porcentajes de polimorfismos más altos o valores promedio de heterocigosis elevados son las que contienen mayor variación genética. Por ejemplo, una población numerosa con una gran cantidad de individuos diferentes tiene una amplia posibilidad de tener valores de heterocigosis elevados y, por lo tanto, mayor posibilidad de adaptarse cuando se presenta un cambio en el ambiente. En contraste, una población con pocos individuos y muy similares entre sí corren el riesgo de disminuir su valores de heterocigosis si se reproducen entre ellos y entrar en lo que se conoce como endogamia o grado de consanguinidad.

Importancia de los estudios de variación y diversidad genética

La importancia de comprender la variación y diversidad genética de la biodiversidad radica en que la teoría evolutiva indica que la probabilidad de permanencia o extinción de los organismos de una población está directamente relacionada con su grado de variación genética sobre la cual actúan diferentes fuerzas como selección natural y la deriva genética. Por lo que a mayor diversidad genética, mayor probabilidad de adaptación de las poblaciones a diferentes condiciones ambientales (Futuyma, 1998). Es decir, si se cuenta con un mayor número de individuos de jaguares, estos tienen mayor posibilidad de adaptarse a las condiciones ambientales que se van presentando a mayor plazo. En cambio, debido a que hay un número pequeño, en relación a la capacidad de reproducción que se tiene, los jaguares tienden a la desaparición porque a nivel de especie no tienen la oportunidad de adaptarse a los cambios ambientales.

Estudios de genética desarrollados en Chiapas

Actualmente, en el estado de Chiapas, existen cinco instituciones que cuentan con la infraestructura necesaria para llevar a cabo trabajos de investigación en genética. Dos instituciones federales: el Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) y El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), y tres instituciones estatales de educación superior: el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITT), la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). De estas tres últimas instituciones se conoce que existen algunos trabajos aislados, pero desafortunadamente no fue posible establecer una comunicación directa con los responsables.

A continuación se presenta un resumen de los diferentes trabajos de investigación realizados en el Centro Regional de Investigaciones en Salud Pública (CRISP) y El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur).

Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP)

Desde su creación en 1979 hasta 2007 fue llamado el Centro de Investigación de Paludismo (CIP) donde se condujeron estudios básicos y aplicados de los vectores y parásitos para el mejoramiento del control de paludismo en nuestro país. En este centro se iniciaron actividades en genética desde 1993, sobre la identificación y clonación de genes que bloquearan la transmisión del parásito en el vector del paludismo, en colaboración con el Dr. Sinden del Departamento de Ciencias Biológicas del Colegio Imperial de Londres. Dos años después se realizaron estudios de genética poblacional de los vectores de paludismo en colaboración con el Dr. Donald Roberts de la Universidad de Ciencias de la Salud, en Maryland, y el Dr. Washino del Departamento de Entomología, Universidad de California, en Davis. Desde entonces, se empezaron a desarrollar proyectos de investigación a gran escala en el CIP, donde en un principio se utilizaron las herramientas simples de un laboratorio de biología molecular para identificar marcadores genéticos con la técnica de RAPDS (ADN polimórfico amplificado al azar) y microsatélites en los vectores de paludismo en la región del Soconusco y luego en todo

el país. Asimismo, se desarrollaron proyectos en la identificación de genes responsables de la resistencia a insecticidas.

Hasta ahora, el CRISP cuenta con ocho investigadores que desarrollan 18 proyectos de investigación, los cuales utilizan técnicas moleculares, ya sea de forma complementaria o totalmente basadas en estos métodos para cubrir sus objetivos (cuadro 1), los cuales han generado 13 artículos publicados en revistas nacionales e internacionales donde se usaron técnicas moleculares. Tres artículos relacionados con la regulación de la transmisión del parásito *Plasmodium* causante del paludismo (Sinden *et al.*, 1993; Barker *et al.*, 1994; Blanco *et al.*, 1999). Siete artículos sobre vectores del paludismo, tres de ellos enfocados a genética de poblaciones (Arredondo-Jiménez *et al.*, 1996; Manguin *et al.*, 1995; Blanco *et al.*, 1999), dos sobre la caracterización de genes específicos de *Anopheles* (Montero-Solís *et al.*, 2004; Che-Mendoza *et al.*, 2007) y dos sobre el control biológico de vectores (Vázquez-Martínez *et al.*, 2004, 2005). Los restantes tres artículos tratan sobre la detección de oncocercosis y enfermedad de Chagas en sus respectivos vectores (Rodríguez *et al.*, 1999; López-Ordoñez *et al.*, 2001).

Aunque muchos de estos estudios aprovechan las características moleculares únicas del parásito para su detección en el vector o en pacientes, resultados de la estructura poblacional tanto de vectores como de parásitos, evidencian su variabilidad genética como un factor de los problemas en el control de enfermedades. Si hablamos de vectores, estos son muy abundantes (mosquitos, chinches), característica que les permite contar con una variabilidad de alelos para un gen determinado en una misma especie e, inclusive, dentro de las mismas poblaciones (por su gran capacidad de cruza entre diferentes poblaciones). Un ejemplo lo representan la ventaja de sobrevivencia de los mosquitos cuando son expuestos a dosis letales de insecticidas, ya que los insecticidas más usados van dirigidos únicamente a dos genes del sistema nervioso, los canales de sodio y la acetilcolinesterasa, ambas proteínas se han mantenido mutando en el tiempo y han generado nuevos alelos que modifican la estructura de la proteína evitando ser reconocida por el insecticida. Por otro lado, si hablamos del parásito, el trabajo duro de generar una vacuna eficiente contra el

Cuadro 1. Resumen histórico de proyectos desarrollados en el CRISP en los últimos nueve años.

Nombre del proyecto	Investigador responsable	Año
Flujo de genes entre poblaciones vecinas de <i>Anopheles albimanus</i> en México.	Cauhtémoc Villarreal Treviño	1999-2000
Estructura genética de <i>Anopheles pseudopunctipennis</i> Theobald en la zona geográfica de convergencia poblacional de México y América Central.	Mauricio Casas Martínez	1999-2000
Estudio genético y de susceptibilidad a <i>Plasmodium vivax</i> y sus variantes (VK210 y VK247) en <i>Anopheles pseudopunctipennis</i> y <i>Anopheles albimanus</i> de diferentes áreas geográficas de México.	Cauhtémoc Villarreal Treviño	2000-2004
Modificación genética de una cianobacteria fuente de alimento de larvas de mosquitos, para el control de <i>Anopheles albimanus</i> , vector del paludismo en México.	María Vázquez Martínez	2000-2004
Especies de <i>Anopheles</i> en el sur de México y su distribución geográfica actual con enfoque en taxonomía clásica y molecular.	Mauricio Casas Martínez	2001-2002
Métodos moleculares para establecer el nivel de incidencia de <i>Onchocerca volvulus</i> y la existencia de un complejo de transmisión vector-parásito en México.	Mario Alberto Rodríguez Pérez	2001-2004
Estructura de población de <i>Anopheles albimanus</i> de la costa de Chiapas, México.	Américo Rodríguez Ramírez	2001-2006
Diagnóstico de los mecanismos de resistencia a insecticidas en los mosquitos vectores de paludismo en México.	R. Patricia Penilla Navarro	2002-2006
Molecular characterization of pyrethroid resistance in <i>Anopheles albimanus</i> .	R. Patricia Penilla Navarro	2002-2006
Estudio del polimorfismo de genes/proteínas de <i>Plasmodium vivax</i> y su asociación con la biología de los fenotipos VK210 y VK247.	Lilia González Cerón	2003-2006
Distribución geográfica y dinámica poblacional de <i>Aedes albopictus</i> en áreas urbanas del sur de Chiapas, México.	Mauricio Casas Martínez	2003-2004
Estudio de la transmisión temporal y espacial de las poblaciones de <i>P. vivax</i> VK210 y VK247 asociadas a la infectividad a <i>An. albimanus</i> y <i>An. pseudopunctipennis</i> y producción de recaídas en el Soconusco, Chiapas	Lilia González Cerón	2004-2007
Investigación del flujo de la transmisión de cepas de <i>Plasmodium vivax</i> en una zona con persistencia de paludismo para su control oportuno.	Lilia González Cerón	2005-2008
Identificación de los vectores y vertebrados amplificadores del virus del oeste del Nilo en comunidades cercanas a reservas ecológicas del estado de Chiapas.	Armando Ulloa García	2006-2008
Desarrollo de una técnica rápida para la detección de mutaciones en los canales de sodio de células nerviosas responsables de la resistencia a insecticidas en los vectores de enfermedades.	Américo Rodríguez Ramírez	2006-2008
Molecular characterization of the DDT metabolic resistance in the malaria vector <i>Anopheles albimanus</i> .	R. Patricia Penilla Navarro	2006-2008
Genetic strategies for control of dengue virus transmission.	Janine Ramsey Willoquet	2007-2010

paludismo, por ejemplo, ha sido el reflejo de la diversidad y variabilidad genética que presentan los parásitos tanto en sus diferentes manifestaciones de su ciclo de vida como entre las diferentes poblaciones de la misma especie.

El Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal (Ecosur)

El laboratorio de genética de Ecosur inició actividades en 1998 con trabajos de sistemática de mamíferos con cromosomas e isoenzimas (proteínas). En 2002, comienzan otros proyectos de investigación con poblaciones de plantas e insectos. En 2003 fue cuando se trabajó con amplificación del ADN con microsatélites y ADN mitocondrial para poblaciones en peligro de extinción, como los cocodrilos de pantano y río (*Crocodylus moreletti* y *C. acutus*, respectivamente), el jaguar (*Panthera onca*), los monos aulladores (*Alouata palliata* y *A. pigra*), el mono araña (*Ateles geffroyi*), la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*, ver estudio de caso), roedores (*Peromyscus zarhynchus*) y el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*). Simultáneamente, se han realizado trabajos específicos de variabilidad genética del maíz (ver estudio de caso) e insectos plaga (ver estudio de caso). En 2005, el laboratorio de genética forma parte de los laboratorios institucionales de Ecosur y ofrece servicios para la determinación de algunas enfermedades como el virus de papiloma humano y tracoma (*Chlamydia trachomatis*). Actualmente, también se desarrollan proyectos con otros insectos como hormigas y abejorros.

Existen muchos campos que la genética actual aborda, desde el diagnóstico de enfermedades, hasta la conservación y restauración ecológica. En términos médicos, su aplicación va en auge, lo que ha permitido diagnosticar un mayor número de enfermedades e, incluso, curar algunas de ellas.

En términos ecológicos, el estado de Chiapas tiene una amplia complejidad biológica que lo hace único por la gran cantidad de especies animales y vegetales que se distribuyen en su territorio. Esta diversidad lamentablemente se encuentra amenazada constantemente por el uso intensivo y extensivo que se ha llevado a cabo por parte del hombre. Es necesario aumentar los trabajos de investigación en flora y fauna que ayuden a mitigar este impacto. En este



Figura 1. *Lepus flavigularis*. Foto: Arturo Carrillo.



Figura 2. Laboratorio Ecosur. Foto: Eduardo Espinoza Medinilla.



Figura 3. Termocicladores utilizados para la amplificación de ADN. Foto: Eduardo Espinoza Medinilla.

punto es en donde la genética puede apoyar con diferentes trabajos enfocados al manejo y conservación de especies, observando la variación genética de poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción. Otros trabajos se deben enfocar en el estudio de plagas agrícolas y ganaderas, así como en el manejo de vectores de enfermedades transmisibles al hombre.

Conclusiones y perspectivas

Chiapas es altamente diverso, pero está inmerso en grandes conflictos ambientales, económicos y sociales que repercuten directamente en el desarrollo de la investigación científica. Además de que el desarrollo tecnológico en México es escaso, en el estado la obtención de información cuantitativa sobre la diversidad y variación genética es limitada, pues muchas especies son endémicas y están en categorías de riesgo, incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010) y en la lista roja de la IUCN (IUCN, 2002), lo que resulta en patrones de distribución geográfica restringidos y poco accesibles, por lo que resulta difícil conseguir muestras de muchas de las poblaciones a analizar.

Aunque el presente diagnóstico solamente corresponde a dos de las cinco instituciones, y por lo tanto es parcial, resalta el hecho de que son los centros de investigación los que han comenzado a consolidar líneas de investigación

sobre genética y sus aplicaciones a la conservación de la diversidad. Mientras que las universidades tienen trabajos aislados, pero no han consolidado líneas de investigación concretas, porque le otorgan un mayor énfasis a la docencia en posgrado. Esto es importante, pues la enseñanza de la genética aplicada puede repercutir, en el futuro, en una mayor generación de información sobre patrones de diversidad genética. Por lo anterior, consideramos que el grado de avance en el conocimiento de la biodiversidad de Chiapas, a nivel genético, es incipiente.

En general, existen tres vertientes de la aplicación de la genética en Chiapas. La primera es sobre conservación de especies amenazadas y en peligro de extinción, es decir, está enfocada a la conservación de la biodiversidad. La segunda vertiente aborda problemas de salud pública mediante el diagnóstico de enfermedades y estudios de tipo epidemiológico y la tercera es sobre el análisis de la variación de algunas especies plaga y vectores, con importancia económica y de salud.

Sin embargo, se considera que los resultados obtenidos hasta el momento son buenos, pero insuficientes. Por lo tanto, es importante desarrollar proyectos de investigación en genética que aporten información útil para plantear estrategias realistas y efectivas que promuevan la conservación, manejo y aprovechamiento de las especies de Chiapas.



Figura 4. Una muestra de las variedades de maíz en Chiapas. Colección Ecosur. Foto: Eduardo Espinoza Medinilla.

Literatura citada

- Arredondo-Jiménez, J. I., J. Gimnig, M. H. Rodríguez, R. K. Washino. 1996. Genetic differences among *Anopheles vestitipennis* subpopulations collected using different methods in Chiapas state, southern Mexico. *J Am Mosq Control Assoc* 12 (3 Pt 1): 396-401.
- Avise, J. C. 1996. Introduction: The scope of conservation genetics. En: Avise, J. C., Hamrick J. L. (Eds.). *Conservation genetics: Case history from nature*. New York, Chapman & Hall. 1-9 pp.
- Barker, G. C., M. H. Rodríguez y R. E. Sinden. 1994. Attempted isolation of the gene encoding the 21 Kd *Plasmodium berghei* ookinete transmission blocking antigen from *Plasmodium yoelli* and *Plasmodium vivax*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 89 (2): 37-41.
- Benz, B. F., H. R. Perales y S. B. Brush. 2007. Tzeltal and Tsotsil Farmer Knowledge and Maize Diversity in Chiapas, Mexico. *Current Anthropology* 48: 289-300.
- Blanco, A. R., A. Paez, P. Gerold, A. L. Dearsly, G. Margos, R. T. Schwarz, G. Barker, M. C. Rodríguez y R. E. Sinden. 1999. The biosynthesis and post-translational modification of Pbs21 an ookinete-surface protein of *Plasmodium berghei*. *Mol Biochem Parasitol* 98 (2): 163-73.
- Blackman, R. L. y Eastop, V. F. 2000. *Aphids on the world's crops*. 2ª. ed. London.
- Brush, S. B. y H. R. Perales. 2007. A maize landscape: ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121: 211-221. conservation biology. pp. 3-7. En: V. Loeschcke, J. Tomiuk y S. K. Jain (Eds.). *Conservation Genetics*. Birkhauser Verlag Basel, Boston, Berlin.
- Cancino-Trejo, R. 2007. Estructura genética de *Anastrepha ludens* Low (Diptera: Tephritidae), en poblaciones del estado de Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Che-Mendoza, A., R. P. Penilla-Navarro, J. Martínez-Barnette, A. D. Rodríguez-Ramírez, J. Hemingway y J. Vontas. 2007. Clonación y secuenciación del probable gen responsable de la resistencia al bdt en *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae), 2, *Entomol Mex*. 6 (2): 894-898.
- Ceballos-Alpuche, O. G. 2003. Estructura genética del maíz cultivado en Chamula y Oxchuc, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias, El Colegio de la Frontera Sur, datos no publ. 50 pp.
- Cuevas-Reyes, P., C. Siebe, M. Martínez-Ramos y K. Oyama. 2003. Species richness of gall-forming insects in a tropical rain forest: correlations with plant diversity and soil fertility. *Biodiversity and Conservation* 12: 411-422.
- Dávila-Jácome, A. 2004. Efecto del cambio de hospedero larval sobre los parámetros demográficos de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur.
- Dávila-Orozco, G. 2005. Genética poblacional de *Phyllophaga obsoleta* (Blanch) (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, CUCBA.
- Dávila, P., M. C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J. L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442.
- Dirzo, R. y G. Gómez. 1996. Ritmos temporales de la investigación taxonómica de plantas vasculares en México y una estimación del número de especies conocidas. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 396-403.
- Futuyma, D. J. 1998. *Evolutionary Biology*. 3ª ed. Sinauer Associates, inc. Sunderland, Massachusetts.
- Ehrlich, P. y A. Ehrlich. 1981. *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, New York. 139 pp.
- Falconer, D. S. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. 2nd ed, Longman, London.
- Hedrick, P. W. y P. S. Miller. 1992. Conservation genetics: Techniques and fundamentals. *Ecological Applications* 2: 30-46.
- Hedrick, P. W. 2001. Conservation genetics: where are we now? *Trends in Ecology and Evolution* 16: 629-636.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2002. 2000 IUCN Red list of threatened animals. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suiza.
- Leal Aguilar, K. 2003. Biología y genética de *Microparsus (Picturaphis) brassilensis* (Homoptera: Aphididae) en Los Altos de Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Loeschcke, V., J. Tomiuk y S. K. Jain. 1994. Introductory remarks: Genetics and conservation biology. pp. 3-7. En: V. Loeschcke, J. Tomiuk y S. K. Jain (Eds.). *Conservation Genetics*. Birkhauser Verlag Basel, Boston, Berlin.
- López-Ordoñez, T., M. H. Rodríguez, F. D. Hernández-Hernández. 2001. Characterization of a DNA encoding a cathepsin L-like protein of *Rhodnius prolixus*. *Insect Mol Biol* 10 (5): 505-511.
- Lorenzo, C., M. E. Espinoza y M. García. 2006. Genética y conservación en mamíferos silvestres mexicanos. En: Pimentel-Peñaloza, A. E., Ortiz-Muñoz, A. R., Breña-Valle, M. (Coords.). *Tópicos de Genética*. Toluca, SIEA. 165-188 pp.

- Lorenzo, C. y M. García. 2007. Sistemática y Conservación de Mamíferos de Chiapas. pp. 47-57. In: G. Sánchez-Rojas y A. Rojas-Martínez (Eds.). Tópicos en Sistemática, Biogeografía, Ecología y Conservación de Mamíferos. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Manguin, S., D. R., E. L. Peyton, I. Fernández-Salas, M. Barreto, R. Fernández-Loayza, R. Elgueta-Spinola, R. Martínez-Granaou, M. H. Rodríguez. 1995. Biochemical systematics and population genetic structure of *Anopheles pseudopunctipennis*, vector of malaria in Central and South America. *Am J Trop Med Hyg* 53 (4): 362-77.
- Mittermeier, R. A. y C. G. Mittermeier. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de México. En: Sarukhán J., Dirzo R. (eds), México ante los retos de la Biodiversidad. México, CONABIO, pp. 63-74.
- Montero-Solis, C., L. Gonzalez-Ceron, M. H. Rodríguez, B. E. Cirerol, F. Zamudio, L. D. Possanni, A. A. James y F. De la Cruz Hernández-Hernández. 2004. Identification and characterization of gp65, a salivary-gland-specific molecule expressed in the malaria vector *Anopheles albimanus*. *Insect Mol Biol.* 13 (2): 155-64.
- Naranjo, E., C. Lorenzo y A. Horvath. 2005. La diversidad de mamíferos en Chiapas. pp. 221-263. In: M. González, N. Ramírez y L. Ruiz (Coord.). Diversidad biológica en Chiapas. Plaza y Valdéz/Ecosur/COCYTECH.
- Peña-Martínez, R. 1992. Identificación de áfidos de importancia agrícola. En: Urias M., R. Rodríguez M. y T. Alejandro A. (Eds.). Áfidos como vectores de virus en México Vol II. Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Perales, H. R., B. F. Benz y S. B. Brush. 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 949-954.
- Pérez-Espinoza, F. 2005. Condición del hábitat y variabilidad genética: implicaciones en la dinámica poblacional de *Baronia brevicornis* Salvin (Lepidoptera: Papilionidae). Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur.
- Reif, J. C., M. L. Warburton, X. C. Xia, D. A. Hoisington, J. Crossa, S. Taba, J. Muminovic, M. Bohn, M. Frisch y A. E. Melchinger, 2006. Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics* 113: 177-185.
- Rodríguez-Perez, M. A., R. Danis-Lozano, M. H. Rodríguez, T. R. Unnasch, J. E. Bradley. 1999. Detection of *Onchocerca volvulus* infection in *Simulium ochraceum* sensu lato: comparison of a PCR assay and fly dissection in a Mexican hypoendemic community. *Parasitology* 119 (Pt 6): 613-9.
- Ruiz-Montoya, L., J. Núñez-Farfán & J. Vargas. 2003. Host-associated genetic structure of Mexican populations of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae). *Heredity* 91: 415-421.
- 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.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Sinden, R. E., G. C. Barker, M. J. Paton, S. L. Fleck, G. A. Butcher, A. Waters, C. J. Janse y M. H. Rodriguez. 1993. Factors regulating natural transmission of *Plasmodium berghei* to the mosquito vector and the cloning of a transmission-blocking immunogen. *Parassitologia* 35: 107-112.
- Trejo, I. y Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11: 2063-2048.
- Vázquez-Martínez, M. A., M. Rodríguez-López, F. Hernández-Hernández, J. L. Cabrera-Ponce y J. E. Ibarra-Rendón. 2004. Transformación de una cianobacteria con el gen mosquitocida cry4a de bacillus thuringiensis, para el control de *Anopheles albimanus*: Transformation of a cyanobacterium with the cry4A mosquitocidal gene of *Bacillus thuringiensis*, for *Anopheles albimanus*. *Entomol Mex.* 3: 385-394.
- Vázquez-Martínez, M. G., M. H. Rodríguez, F. Hernández-Hernández, J. L. Cabrera-Ponce y J. E. Ibarra. 2005. Transformación de *Escherichia coli* con el gen cry4a de *Bacillus thuringiensis* svar. *israelensis* y su efecto larvicida sobre *Aedes aegypti*. *Revista salud pública y nutrición* 6 (6): suplemento.
- Verónica-Vallejo, R. 2006. Diversidad y estructura genética de poblaciones de *Anastrepha ludens* (Loew) asociadas a diferentes especies huésped en Soconusco, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.



Version gratuita disponible su venta.

DIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ EN CHIAPAS

Hugo Perales, Bruce F. Benz y Oliva Ceballos Alpuche

Se cuenta con pocos estudios específicos que hayan medido la diversidad genética o la estructura genética de las poblaciones de maíz chiapaneco. Ceballos (2003) y Benz *et al.* (2007) estudiaron colectas de maíz de cuatro comunidades tsotsiles de Chamula y cinco comunidades tseltales de Oxchuc mediante isoenzimas. Se registraron 28 loci específicos, con un promedio de 42 plantas por comunidad. En San Juan Chamula se encontraron maíces de la raza Olotón y en Oxchuc de la raza Comiteco; las colectas de estos dos grupos etnolingüísticos se pueden diferenciar morfológicamente y con base en experimentos de campo (Perales *et al.*, 2005). Sin embargo, el análisis isoenzimático (proteínas) sugiere otra imagen. Aunque las frecuencias alélicas para los maíces de Chamula y Oxchuc son variables, los dos grupos no están fuertemente diferenciados. Como se muestra en el cuadro 1, 25 % de los loci fueron monomórficos y la heterocigosidad promedio fue baja (0.25). Los valores sugieren poblaciones con endogamia alta, mientras el F_{st} sugiere poblaciones de maíz con poca diferenciación (los maíces rojos y amarillos), moderada (azules) o grande (blancos) mientras la diferenciación entre todos los maíces tsotsiles y tseltales fue mínima. La identidad genética entre las variedades de los dos municipios fue de 0.95; como se muestra en la figura 1, la distancia genética no permite separar las poblaciones por grupo etnolingüístico con base en isoenzimas. Esta falta de estructura en los datos isoenzimáticos puede ser debida al movimiento de semilla entre Chamula y Oxchuc, a cuellos de botella genéticos resultado de mantener los mismos lotes de semilla muchos años (muchas veces heredados de sus padres o abuelos), y a la posibilidad de que las isoenzimas no son un instrumento adecuado para resolver las diferencias encontradas en la morfología y comportamiento de campo de los maíces.

Otros estudios han analizado la diversidad morfológica, isoenzimática y de SSR de razas de maíz presentes en Chiapas dentro de un contexto mayor de las razas mexicanas. Reif *et al.* (2006) analizaron 25 secuencias cortas repetitivas (SSR) para 25 razas mexicanas (en el cuadro 2 se presentan algunos resultados parciales); aunque el número promedio de alelos por locus no varía fuertemente, con la excepción de Zapalóte Chico, podemos ver que la diversidad genética de Olotillo, Olotón Tepecintle y Zapalote Chico es mayor al promedio de las 25 razas mexicanas analizadas y Nal Tel y Tuxpeño están bastante por abajo del promedio. Olotón y Zapalote Chico destacan además porque en estos se encontraron tres y cuatro alelos únicos no presentes en las otras 25 razas, muy por arriba del promedio de 1.32 alelos únicos/raza, aunque es importante señalar que Zapalote Chico es hoy en día muy escaso en Chiapas (Brush y Perales, 2007). Estos datos sugieren que los maíces chiapanecos pueden ser un poco más diversos genéticamente que el promedio nacional.



Cuadro 1. Indicadores genéticos para poblaciones de maíz de Chamula y Oxchuc.

Población	Promedio de heterocigotos	Porcentaje de loci polimórficos	Fit	Fis	Fst	Identidad genética de Nei
Tseltal	0.24	0.75				
Tsotsil	0.23	0.75				
Todos los colores			0.40	0.39	0.009	0.99
Azul			0.46	0.36	0.150	0.95
Blanco			0.43	0.26	0.230	0.92
Rojo			0.31	0.24	0.090	0.83
Amarillo			0.48	0.48	0.002	0.98

Cuadro 2. Mediciones genéticas de las razas de maíz presentes en Chiapas basadas en 25 SSR.

Raza	Número de alelos promedio por locus	Número de alelos únicos	Diversidad genética (Hs)	Índice de fijación (Fis)v
Comiteco	3.20	0	0.48	0.32
Nal Tel	3.28	1	0.42	0.11
Olotillo	3.64	0	0.51	0.19
Glotón	3.20	3	0.53	0.23
Tehua*	3.64	1	0.50	0.21
Tepecintle	3.40	0	0.51	0.24
Tuxpeño	3.04	2	0.41	0.15
Zapalote Chico	4.00	4	0.53	0.31
Zapalote Grande	3.68	1	0.47	0.38
Promedio de 25 razas analizadas	3.44	1.32	0.48	0.24

Fuente: Reif *et al.*, 2006, se analizó una población por raza, 16 a 21 individuos para cada población. *La colecta de Tehua era originaria de Guatemala, aunque existen poblaciones en Chiapas.

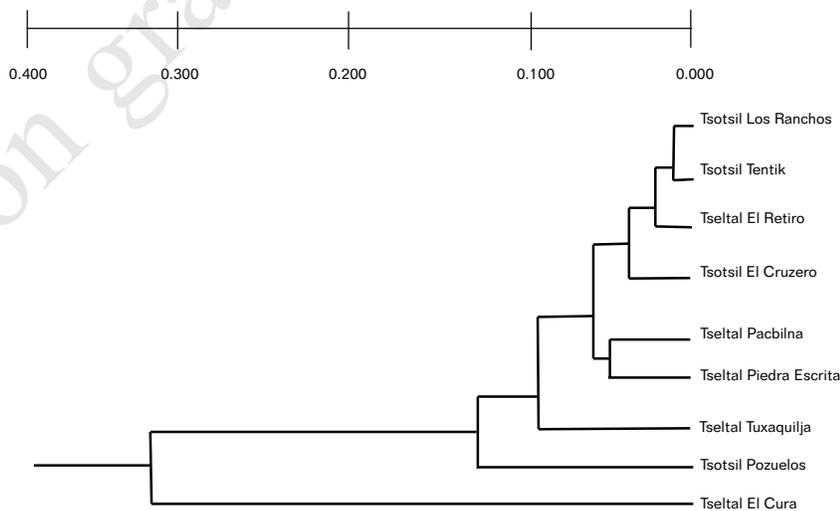


Figura 1. Dendrograma de poblaciones de maíz basados en isoenzimas de nueve comunidades de Oxchuc y Chamula usando UPGMA de la identidad genética de Nei. Fuente: elaboración propia.

DIVERSIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES DE INSECTOS DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA

Lorena Ruiz-Montoya

Los insectos plaga son organismos que probablemente albergan una diversidad genética alta, lo cual les permite persistir en los agroecosistemas y alcanzar tamaños poblacionales notables. En este caso se presenta la diversidad y estructura genética observada en poblaciones chiapanecas de cuatro especies de insectos consideradas plaga: (1) *Picturaphis brassiliensis* L. (Homoptera: Aphididae) cuya distribución es Neotropical (México, Brasil y Cuba, principalmente) y su reproducción es asexual. Se le considera plaga del frijol en algunas áreas de México (Peña-Martínez, 1992); (2) *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae), se distribuye en prácticamente todas las áreas templadas del mundo y es una plaga importante de las crucíferas (Blackam y Eastop, 1998); (3) *Phyllophaga obsoleta* Blanch (Coleoptera: Melolontidae) se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta Venezuela, se reproduce sexualmente, es una especie anual que pertenece al grupo conocido como gallina ciega y se le considera plaga principalmente de gramíneas; (4) *Anastrepha ludens* Loew ocurre desde el noreste de México hasta Panamá, se reproduce sexualmente y se considerada plaga de varias especies de frutales, como el mango, la toronja y la naranja (Verónica-Vallejo, 2006; Trejo-Cancino, 2007). Se incluyen datos de *Baronia brevicornis* Salvin (Lepidoptera: Papilionidae), como referencia de una especie con distribución restringida y con poblaciones relativamente pequeñas (Pérez-Espinoza, 2005). Para describir la estructura genética de estas especies se usaron iso-enzimas, las cuales fueron evidentes mediante electroforesis en acetato de celulosa. Se lograron entre cinco y 12 sitios variables con los cuales se obtuvo la heterocigosidad promedio esperada, el polimorfismo y número de genes como estimadores de diversidad (cuadro 1).

La especie con la mayor diversidad genética fue *A. ludens* (cuadro 1). Esta especie es de amplia distribución y llega a tener poblaciones grandes (Dávila-Jácome, 2004; Verónica-Vallejo, 2006; Cancino-Trejo, 2007). La especie con la menor diversidad genética fue *B. brevicornis* (cuadro 1) la cual tiene poblaciones pequeñas y restringidas (Pérez-Espinosa, 1998).

Los pulgones y *B. brevicornis* mostraron la mayor estructuración (cuadro 2). La estructura de los primeros probablemente está asociada a su reproducción asexual (Leal-Aguilar, 2001; Ruiz-Montoya *et al.*, 2003), mientras que la diferenciación genética entre las poblaciones de *B. brevicornis* puede deberse a la falta de disponibilidad de hábitat (Pérez-Espinosa, 1998). En contraste, en *P. obsoleta* se detectó una diferenciación genética relativamente baja (cuadro 2). Es probable que durante la fase adulta de *P. obsoleta* y especialmente durante la búsqueda de apareamiento los organismos se desplacen a grandes distancia y eso permite el flujo genético entre las poblaciones (Dávila-Orozco, 2005).

Las poblaciones de insectos de las especies estudiadas son acordes con lo esperado, tienen considerables niveles de diversidad genética ($H > 0.064$); sin embargo, la estructuración o diferenciación entre sus poblaciones puede estar

más relacionada con la biología de la especie. Los pulgones son asexuales y mostraron una mayor estructuración, en cambio, la especies sexuales y de amplia distribución, como *P. obsoleta* y *A. ludens*, tienen poblaciones genéticamente más homogéneas.

Cuadro 1. Diversidad genética en poblaciones de Chiapas de insectos de importancia agrícola. H, heterocigosidad esperada bajo Equilibrio de Hardy Weinberg; P, Polimorfismo (loci que mostraron variación, NA, número promedio de alelos.).

Espece	Número de loci	NA	H	P (%)
<i>Picturaphis brasiliensis</i>	12	2	0.086	38.5
<i>Brevicoryne brassicae</i>	11	2	0.440	63.6
<i>Phyllophaga obsoleta</i>	5	2.3	0.284	60.0
<i>Anastrepha ludens</i>	8	2.5	0.490	100.0
<i>Baronia brevicornis</i>	10	1.36	0.064	23.3

Cuadro 2. Poblaciones de insectos plaga que estuvieron en desequilibrio de Hardy-Weinberg y estimador de diferenciación genética entre poblaciones (F_{ST}).

Espece	Poblaciones analizadas	Poblaciones en desequilibrio	F_{ST}
<i>Picturaphis brasiliensis</i>	4	3	0.089*
<i>Brevicoryne brassicae</i>	5	5	0.129*
<i>Phyllophaga obsoleta</i>	4	4	0.007ns
<i>Anastrepha ludens</i>	14	11	0.075*
<i>Baronia brevicornis</i>	4	4	0.085*

*Existencia de diferencias genéticas entre poblaciones. ns: No hay diferencias genéticas entre poblaciones.

VARIACIÓN Y DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA LIEBRE DE TEHUANTEPEC, *Lepus flavigularis*

Consuelo Lorenzo Monterrubio

La liebre de Tehuantepec, *Lepus flavigularis*, es una especie endémica de México que se encuentra en peligro de extinción de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-SEMARNAT-059-2010, Semarnat, 2010) y a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2002). Su distribución abarcaba el estado de Chiapas y ha disminuido notablemente debido a la fragmentación de su hábitat, así como a la cacería excesiva, por lo que se encuentra extirpada del estado de Chiapas hace aproximadamente 15 años; además, se menciona como la liebre en mayor riesgo de extinción en el mundo (Flux y Angermann, 1990). Actualmente, se conocen únicamente cuatro poblaciones aisladas geográficamente en el Istmo de Tehuantepec: 1) Santa María del Mar, 2) San Francisco del Mar Viejo, 3) Montecillo Santa Cruz, y 4) en Aguachil (Cervantes y Yépez, 1995; Cervantes et al., 1999; Lorenzo et al., 2000).

Con el fin de evaluar la variación y diversidad genética en otras especies de liebres cercanas a *L. flavigularis* (*L. californicus* y *L. callotis*) y entre las poblaciones de *L. flavigularis* se analizaron 42 secuencias de la región control del ADN mitocondrial. Los resultados mostraron que el número de sitios polimórficos en *L. flavigularis* ($s = 21$) fue mayor que con respecto a *L. callotis* y *L. californicus* ($s = 15$ y 18) (cuadro 1a). La diversidad de haplotipos en *L. flavigularis* ($h = 0.68$), es similar a *L. callotis* ($h = 0.67$) pero menor que *L. californicus* ($h = 1$); sin embargo, la diversidad de nucleótidos es mucho menor en *L. flavigularis* ($\pi = 0.015$), que en *L. callotis* y *L. californicus* ($\pi = 0.022$ y 0.039 respectivamente) (cuadro 1a). Los índices de diversidad genética indican que la población de liebres de Montecillo Santa Cruz presenta la diversidad de haplotipos más alta ($h = 0.77$), y con una diversidad de nucleótidos idéntica a San Francisco del Mar Viejo ($\pi = 0.002$) (cuadro 1b). Destaca la población de Aguachil por presentar nula variación genética ($h = 0.0$, $\pi = 0.0$) con un sólo haplotipo (Rico, 2007).

El análisis de varianza molecular en *L. flavigularis* (AMOVA) muestra que 95 % de la varianza genética está dada por la separación entre Santa María del Mar (clado B) y el resto de las poblaciones (clado A) (figura 1). Menos de 1 % de la varianza se encuentra entre las poblaciones del clado A, y 3.8 % de la varianza se encuentra dentro de las poblaciones. Los resultados del índice $st = 0.96$ ($p < 0.0001$) señalan una alta diferenciación genética en *L. flavigularis* (Rico, 2007).

La información generada en el presente estudio indica que las poblaciones de *L. flavigularis* están estructuradas genéticamente en dos grupos con limitado o nulo flujo genético, por lo cual es posible establecer dos unidades de manejo para esta especie. Ambos grupos se ubican en los límites geográficos de la distribución actual de *L. flavigularis*. La población de liebres más vulnerable a la extinción es Santa María del Mar, por su aislamiento geográfico y genético. Asimismo, la población de Aguachil puede ser igualmente vulnerable, por los datos que indican nula variación genética. El uso de traslocaciones en poblaciones como Santa

María del Mar puede representar una opción para el incremento en la variabilidad y la disminución en la diferenciación genética (Rico *et al.*, 2008). De ser exitosas las traslocaciones entre las poblaciones actuales, el siguiente paso es buscar la reintroducción de esta especie en Chiapas.

Cuadro 1. a) Índices de diversidad genética (más desviación estándar) por especie para la región control, b) Índices de diversidad genética (más desviación estándar) en cada una de las poblaciones de *L. flavigularis*. El número en paréntesis indica el número de muestra analizado.

a) Entre especies (entre paréntesis se encuentra el número de individuos examinados)	Sitios polimórficos (s)	Diversidad de haplotipos (h)	Diversidad de nucleótidos (π)	Diferencias nucleotídicas (k)
<i>Lepus callotis</i> (3)	15	0.67 ± 0.31	0.022 ± 0.01	10.00
<i>Lepus californicus</i> (2)	18	1 ± 0.5	0.039 ± 0.02	18.00
<i>Lepus flavigularis</i> (42)	21	0.68 ± 0.06	0.015 ± 0.00	6.80
b) Entre poblaciones				
Montecillo Santa Cruz (15)	5	0.77 ± 0.09	0.002 ± 0.0	1.06
Santa María del Mar (11)	2	0.47 ± 0.16	0.001 ± 0.0	0.51
Aguachil (9)	0	0.00 ± 0.0	0.000 ± 0.0	0.00
San Francisco del Mar (7)	2	0.66 ± 0.16	0.002 ± 0.0	0.85

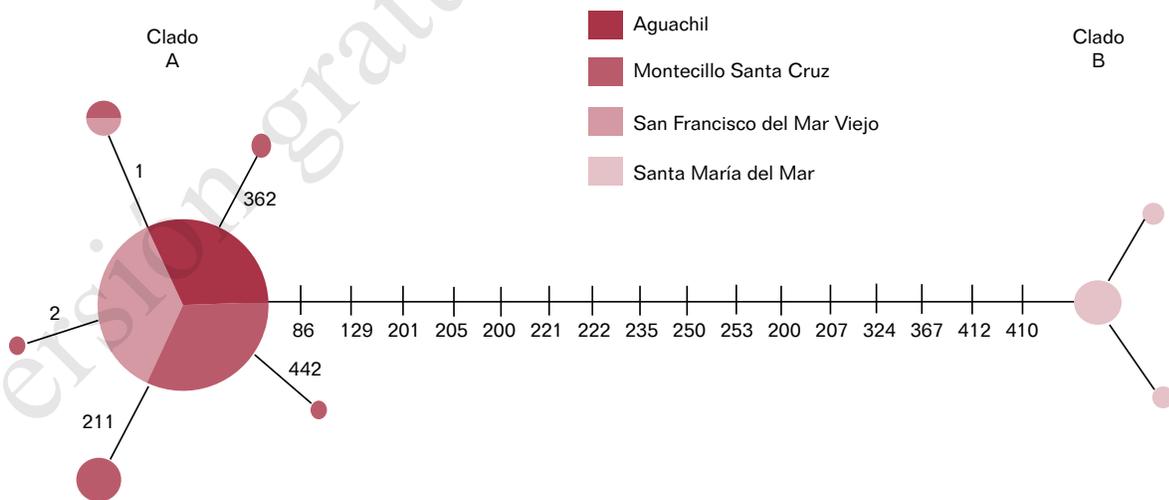


Figura 1. Red de haplotipos MJ para las 42 secuencias de la región control en *L. flavigularis*. La longitud de las ramas es igual al número de mutaciones presentes e indica su posición en la secuencia. El tamaño de los nodos (círculos) es proporcional a la frecuencia de secuencias presentes por cada haplotipo.

Literatura citada

- Action Plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. Gland, Switzerland.
- Cervantes, F. A. y L. Yépez. 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca, Mexico. *Anales del Instituto de Biología* 66: 113-122.
- Cervantes, F. A., B. Villa-Ramírez, C. Lorenzo, J. Vargas, J. L. Villaseñor Ríos y J. López Blanco. 1999. Búsqueda de poblaciones supervivientes de la liebre endémica *Lepus flavigularis*. Reporte Final. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 30 pp.
- Flux, J. E. C. y R. Angermann. 1990. The hares and jackrabbits. pp. 61-94. En: J. A. Chapman y J. E. C. Flux (Eds.). Rabbits, hares and pikas. Status survey and Conservation
- Lorenzo, C., O. Retana, F.A. Cervantes, J. Vargas y G. Portales. 2000. Status survey of the critically endangered *Lepus flavigularis*. Chicago Zoological Society. Board of Trade Endangered Species Advisory Fund. 10 pp.
- Rico, Y. 2007. Filogeografía e historia demográfica poblacional de *Lepus flavigularis* (Mammalia:Lagomorpha) basada en ADN mitocondrial. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur.
- Rico, Y., C. Lorenzo, F. X. González- Cózatl y E. Espinoza. 2008. Phylogeography and population structure of the endangered Tehuantepec jackrabbit *Lepus flavigularis*: implications for conservation. *Conservation Genetics*. Ed. Springer Netherlands. DOI 10.1007/s10592-007-9480-2. ISSN 1566-0621 (Print) 1572-9737.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). 2007. IUCN Red List of threatened animals. IUCN Species Survival Commission, Gland, Suiza. Disponible en: www.redlist.org (consultado el 3 de octubre de 2007).



Version gratuita disponible su venta.



**Nuestros
autores**

Acero Acero, Tomás

Institución: Consultor independiente.
 Correo electrónico: tomasacero@hotmail.com
 Áreas de interés: Etnobotánica.
 Trayectoria profesional: Jefe de la Oficina de Etnobotánica del Instituto de Historia Natural y Ecología. Especialista en etnobotánica. Ha realizado trabajos etnobotánicos, taxonómicos y de germinación para el manejo y conservación de los recursos naturales. También ha impartido talleres sobre medicina tradicional.

Aguirre Rivera, Rogelio

Institución: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, (UASLP).
 Correo electrónico: iizd@prodigy.net.mx.
 Áreas de interés: Botánica y agronomía.
 Trayectoria profesional: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
 (1968). Master of Science (Range Sciences), New México State University. Las Cruces, N M, USA
 (1976). Doctor Ingeniero Agrónomo (Botánica Agrícola), Universidad de Córdoba. Córdoba, España (1989). Investigador Nacional Nivel I (1989-2044). Investigador Nacional Nivel II (2005-2013). Profesor Investigador. IIZD, UASLP (1996-Actual).

Alba López, María Patrocinio

Institución: Pronatura A.C.
 Correo electrónico: patrocinio@pronatura/patrol66@hotmail.com.
 Áreas de interés: Manejo de bases de datos, zonificación de áreas protegidas, planeación ambiental y análisis espacial con el uso de SIG.
 Trayectoria profesional: Manejo de bases de datos, zonificación de áreas protegidas, planeación ambiental y análisis espacial con el uso de SIG. De 1994 a 1995 trabajó en el INH. De 1995 a 1999 trabajó en Laige, Ecosur, encargada de colección mastozológica y en SIG. De 2001 hasta la fecha ha trabajado en diversos proyectos para la conservación de áreas protegidas y prioritarias de Pronatura, manejo de bases de datos y biodiversidad en Chiapas y el sureste de México. Facilitadora de capacitaciones de uso de SIG y GPS. Ha participado Monitoreos y Mapeos de Conservación.

Alemán Santillán, Trinidad

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: aleman@ecosur.mx.
 Áreas de interés: Agricultura tradicional y manejo campesino de recursos naturales.
 Trayectoria profesional: Biólogo de la Universidad Autónoma Metropolitana, con estudios de maestría en botánica en el Colegio de Posgraduados de Chapingo. Pertenece al Departamento de Agroecología de Ecosur. Desde 1995 se ha interesado en el uso de las técnicas y métodos de la investigación participativa, las cuales ha aplicado en diferentes proyectos tanto de investigación como de capacitación en comunidades campesinas e indígenas. Es editor principal del libro "Ganadería y Ambiente: una visión para Chiapas" (2008). Actualmente participa en el proyecto "Innovación socioambiental en regiones de alta biodiversidad y pobreza del sureste de México", financiado por Conacyt. Desde marzo del 2009 ocupa el cargo de Director de Vinculación en Ecosur.

Alonso Bran Reyniero, Adrián

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas, (UNACH).
 Correo electrónico: pponce@unach.mx.
 Áreas de interés: Recursos Fitogenéticos Tropicales.
 Trayectoria profesional: Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Autónoma de Chiapas. Estudió una Maestría en Horticultura. Actualmente, realiza sus estudios doctorales en el INCA de Cuba. Es profesor de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y miembro del Cuerpo Académico Recursos Fitogenéticos Tropicales. Ha dirigido y asesorado varias tesis.

Altamirano González-Ortega, Marco Antonio

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).
 Correo electrónico: biomarc2002@yahoo.com.mx; mcmaago@gmail.com
 Áreas de Interés: Las aves y su interacción con los agro-ecosistemas, el monitoreo con énfasis en especies indicadoras y el manejo de especies de interés comunitario.
 Trayectoria profesional: Estudió la carrera de

Biología en la UNAM y la Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en Ecosur. Actualmente estudiante de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable en Ecosur. Es investigador y actual responsable de la Colección Ornitológica de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn). Ha participado en varios proyectos de investigación, dirigido y asesorado tesis de licenciatura y maestría y ha publicado contribuciones científicas y de divulgación. Actualmente es miembro del SEI.

Álvarez Rincón, Rebeca

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: nambue@yahoo.com.mx.

Áreas de Interés: Educación ambiental.

Trayectoria profesional: Diseño y aplicación de Programas de Educación Ambiental en el Instituto de Historia Natural. Participante en el diseño del enfoque educativo y cultural de las instalaciones del Zoológico "Miguel Álvarez del Toro". Diseño y elaboración de materiales de utilidad educativa y difusión del conocimiento científico, los recursos naturales y el contenido de algunas leyes (Código Electoral, Marco Legal Agrario, etc.).

Álvarez Gutiérrez, Peggy Elizabeth

Institución: Universidad Politécnica de Chiapas.

Correo electrónico: peggy.alvarez@upchiapas.edu.mx; peggy.alvarez@hotmail.com

Áreas de Interés: transformación de productos agroindustriales con especial interés en la biotecnología molecular de hongos y plantas .

Trayectoria profesional: Profesora de Universidad Politécnica de Chiapas y miembro del Cuerpo Académico de Investigación y Desarrollo Agroindustrial cuya línea de investigación es la transformación de productos agroindustriales con especial interés en la biotecnología molecular de hongos y plantas. Doctorado en Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Publicado en revistas y libros internacionales. Dirige proyecto financiado por Fondos Mixtos de COCYTECH y el Programa de Mejoramiento de profesorado.

Álvarez Solís, José David

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Eco-

sur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: dalvarez@ecosur.mx

Áreas de Interés: Ecología, fertilidad y conservación de suelos.

Trayectoria profesional: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM; realizó estudios de maestría en edafología en el Colegio de Postgraduados y obtuvo el grado de doctor en ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Es profesor del curso Evaluación de Tierras en la Maestría en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de Ecosur. Es miembro de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo y del SNI (nivel I).

Amezcuca Torrijos, Israel

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: israel@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Gestión de política pública. Coordinación interinstitucional para la conservación de recursos naturales.

Trayectoria profesional: Egresado de Ingeniería Química por el ITESM, actualmente es candidato a la Maestría en Gestión Pública Aplicada. Ha sido coordinador del Centro Pronatura de Información para la Conservación. Es gestor de financiamiento e implementador de proyectos para manejo y conservación de recursos naturales, mediante procesos participativos y de coordinación interinstitucional. Ha participado en publicaciones de divulgación en temas de planeación para la conservación, análisis de políticas y atención a desastres.

Aranda Chávez, Ana Laura

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Áreas de Interés: Educación ambiental y planificación en áreas naturales.

Trayectoria profesional: Egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM. diplomada en educación ambiental por la UNICACH. Actualmente labora en la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn), donde desarrolla actividades de capacitación en educación ambiental. Ha impartido diversos cursos dirigidos a maestros, comunicadores, prestadores de servicio social, etcétera. Participó en la coordinación del Plan de Educación Ambiental para el Estado.

Arias Montes, Salvador

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Instituto de Biología, UNAM.
 Correo electrónico: sarias@ibiologia.unam.mx
 Áreas de Interés: Botánica, Sistemática.
 Trayectoria profesional: Realizó sus estudios de licenciatura y maestría en la UNAM y el doctorado en el Colegio de Postgraduados. Desde 1990 trabaja en el Jardín Botánico de la UNAM. Sus líneas de investigación son la florística (Flora de Tehuacán-Cuicatlán, Flora Mesoamericana), la sistemática (Pereskioideae, tribus Pachycereeae, Hylocereeae, entre otros) y conservación (Threatened Cacti of Mexico) de cactáceas mexicanas. Tiene 38 publicaciones y ha sido profesor en la Facultad de Ciencias, UNAM.

Avendaño Gil, Manuel Javier

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).
 Correo electrónico: javierdchiapas@gmail.com
 Áreas de Interés: Paleontología.
 Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México. Realizó Maestría en Sistemática Biológica en la UNAM. Actualmente es investigador en Paleontología en la Semahn y profesor de asignatura de Geología en la Licenciatura de la Facultad de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Coordinador del Área de Paleontología de la Semahn. Ha participado en varios Congresos Nacionales e Internacionales y tesis de licenciatura.

Ayala Barajas, Ricardo

Institución: Estación de Biología Chamela, Instituto de Biología, UNAM.
 Correo electrónico: rayala@ibiologia.unam.mx
 Áreas de Interés: Sistemática, faunístico y biogeografía.
 Trayectoria profesional: Doctorado en Facultad de Ciencias UNAM, posdoctorado en Universidad de Kansas. Por 26 años ha estudiado abejas con proyectos faunísticos, sistemática y polinizadores. Tiene más de 40 artículos con el conocimiento taxonómico de este grupo para México. Es especialista en Meliponini, Centridini, Bombini y Xylocopini, grupos de importancia económica. Ha descrito más de 20 especies y colabo-

rado en gran parte de los estudios faunísticos y taxonómicos sobre el tema en México.

Balboa Aguilar, Carlos

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).
 Correo electrónico: cbalboa@ecosur.mx.
 Áreas de Interés: Biodiversidad de abejas.
 Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Actualmente realiza la Maestría en Recursos naturales y desarrollo rural. Sus intereses se dirigen a la diversidad y Taxonomía de Apoidea de Chiapas. Ha participado en proyectos de polinización de cultivos, así como de manejo de abejas nativas sin aguijón.

Bellato Gil, Liliana

Institución: Organización Jlumaltik Equidad Sur A.C.
 Correo electrónico: amarais17@hotmail.com
 Áreas de Interés: Antropología social.
 Trayectoria profesional: Socióloga egresada de la Universidad Autónoma de México y maestra en Ciencias en Antropología Social por el CIESAS, cursa el 2° año de psicoterapia corporal por el Instituto INTEGRAL. Ha ocupado cargos en la administración Pública Federal, Estatal y en la sociedad civil. Actualmente es Directora de la organización Jlumaltik Equidad Sur A.C.

Beutelspacher Baigts, Carlos Rommel

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: rommelbeu@hotmail.com
 Áreas de Interés: Taxonomía de Bromeliáceas y Orquidáceas de Chiapas.
 Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde realizó estudios de Maestría y Doctorado. Actualmente es editor de la Revista de Ciencias Lacandonia de la UNICACH y es investigador asociado al Herbario Eizi Matuda de la Facultad de Biología.

Blas López, Marcelina

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).
 Áreas de Interés: Agromicología.

Trayectoria profesional: Estudió la licenciatura en la UNICACH. Su investigación se centró en el tema de escarabajos necrófilos del Parque Educativo Laguna Bélgica, municipio de Ocozacoautla, Chiapas. Fue responsable de la colección entomológica del actual Semahn.

Bolaños Citalán, Jorge Eduardo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: jbolanos@ecosur.mx

Áreas de Interés: Aplicación de técnicas para el estudio, identificación y manejo de los mamíferos silvestres.

Trayectoria profesional: Biólogo originario de Tapachula, Chiapas y egresado de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Actualmente es técnico asociado a la Colección de Mamíferos de El Colegio de la Frontera Sur. Ha fungido como asistente de profesor en cursos relacionados al manejo de fauna silvestre a nivel licenciatura y posgrado.

Burguete Cal y Mayor, Araceli

Institución: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social (CIESAS).

Correo electrónico: araceli_burguete@yahoo.com

Áreas de Interés: Antropología.

Trayectoria profesional: Socióloga por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Maestra en Ciencias en Desarrollo Rural Regional por la Universidad de Chapingo, y candidata a doctora en Sociología por la UNAM. Es Profesora-investigadora del CIESAS. Coordina la Línea de Política en el Programa de Maestría en Antropología Social. Ha publicado ocho libros. Aborda el tema de regulación jurídica del agua, desde la perspectiva del derecho indígena; y ha estudiado los procesos de remunicipalización en Chiapas.

Cabañas-Carranza, Guillermina

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: gcc@mail.ibiologia.unam.mx.

Áreas de Interés: Taxonomía y ecología de helmintos parásitos de peces de agua dulce de México.

Trayectoria profesional: Egresada de la licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, obtuvo su maestría en la Escuela Nacional de Ciencias Bio-

lógicas, IPN. Ha publicado numerosos trabajos sobre helmintos parásitos de peces dulceacuícolas de México.

Cabrera Cachón, Teresa

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: botanica@ihn.chiapas.gob.mx

Áreas de Interés: Sistemática (orquídeas).

Trayectoria profesional: Entre sus publicaciones está el libro "Orquídeas de Chiapas", el capítulo de Orquídeas en el libro "Chiapas y su Biodiversidad", folletos de difusión y artículos para revistas especializadas. Ha colaborado en diversos proyectos de investigación con el Conacyt, CONABIO, Conanp y Semarnat. Actualmente es la Directora del Jardín Botánico de la Semahn, donde ha laborado por 23 años.

Calderón Cisneros, Araceli

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: aracalcis@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Manejo de recursos naturales y sociedad.

Trayectoria profesional: Maestra en Ciencias en Manejo de recursos naturales y desarrollo rural por Ecosur, y bióloga por la UNAM. Actualmente cursa estudios de doctorado en Ecología y desarrollo sustentable.

Camacho Rico, Fernando

Institución: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

Correo electrónico: fernandocamachor@gmail.com.

Áreas de Interés: Ecología vegetal, restauración ecológica, implementación de estrategias de conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

Trayectoria profesional: Biólogo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, estudió una maestría en ciencias ambientales con orientación a la restauración ecológica, en la cual desarrolló un método para localizar espacialmente la erosión como una estrategia para restaurar bosques templados del sur de México. Desde 2005, ha impartido más de diez cursos como profesor titular de asignatura en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. De 2009 a 2011 colaboró

en la coordinación de Estrategias de Biodiversidad de la CONABIO y desde 2011 se desempeña como Coordinador de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en la Conanp.

Canseco Márquez, Luis

Institución: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Correo electrónico: lcanseco@gmail.com

Áreas de Interés: Anfibios y Reptiles, Biogeografía y Sistemática.

Trayectoria profesional: Realizó la tesis de licenciatura en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la de Maestría en la Facultad de Ciencias de la UNAM, ha participado en 20 congresos científicos, seis talleres y dos diplomados y ha participado en 12 proyectos de investigación.

Carbot Chanona, Gerardo

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: carbotsaurus@yahoo.com

Áreas de Interés: Paleobiología, sistemática y paleobiogeografía de vertebrados terrestres

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Actualmente labora en el Instituto de Historia Natural donde desarrolla investigación con vertebrados fósiles terrestres. Ha publicado artículos científicos, co-dirigido tesis de licenciatura, además de contar con ponencias en congresos nacionales e internacionales. También ha participado como colaborador en proyectos de investigación financiados por CONABIO y Conacyt.

Caspeta Mandujano, Juan Manuel

Institución: Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC).

Correo electrónico: caspeta@uaem.mx.

Áreas de Interés: Taxonomía de nemátodos parásitos de peces y de anfibios y reptiles de México.

Trayectoria profesional: Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del estado de Morelos, doctorado por la Academia de Ciencias de la República Checa. Ha publicado numerosos artículos de investigación y tres libros sobre helmin-

tos parásitos de peces de agua dulce del estado de Morelos, con énfasis en los nemátodos.

Castillejos Castellanos, Efraín

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: efrain@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Ornitología, monitoreo biológico, manejo de recursos naturales y conservación.

Trayectoria profesional: Biólogo por la Universidad Veracruzana. Ha colaborado en investigaciones de aves rapaces migratorias y aves en agro-sistemas cafetaleros. Ha realizado investigaciones con aves acuáticas migratorias y especies en peligro de extinción. Además, ha participado en diversas iniciativas de conservación y como consultor en proyectos de desarrollo rural.

Castillo Uzcanga, María Mercedes

Institución: Universidad Simón Bolívar, Caracas. Venezuela.

Correo electrónico: muzcanga@usb.ve

Áreas de Interés: Departamento de Estudios Ambientales.

Trayectoria profesional: Licenciada en Biología de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Realizó maestría y Ph.D. en Recursos Naturales y Ambiente en la Universidad de Michigan, EUA. Profesora-Investigadora del Departamento de Estudios Ambientales de la Universidad Simón Bolívar en Caracas, Venezuela, donde dicta asignaturas sobre Limnología, Problemas Ambientales de lagos y ríos y Ecología general. Es responsable del Laboratorio de Limnología, donde realiza su investigación sobre la influencia del paisaje sobre el arrastre de nutrientes en ríos y arroyos. Es autora de 10 publicaciones, incluyendo un libro sobre Ecología de arroyos.

Ceballos Alpuche, Oliva

Institución: Universidad Pedagógica Nacional.

Correo electrónico: oliva2005@gmail.com

Áreas de Interés: Biodiversidad, territorio, educación ambiental.

Trayectoria profesional: Actualmente me desempeño como docente en la Universidad Pedagógica Nacional, y he colaborado en diversos proyectos de investigación de esta institución como la Evaluación del Programa Nacional de Educación para niños Jornaleros Migrantes y el

proyecto Index for Inclusion: evaluación y mejora de la educación inclusiva en las Escuelas Primarias, entre otros. Consultor independiente.

Contreras Balderas, Salvador (†)

Institución: Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Áreas de Interés: Sistemática y Conservación de peces.

Trayectoria profesional: Biólogo por la UNL. Master of Sciences y Doctor of Philosophy, Tulane University. Miembro del SNI (84-96). Fue Presidente, Fundador y Miembro Honorario de la Sociedad Mexicana de Zoología, Sociedad Ictiológica Mexicana, el Desert Fishes Council, y Miembro ExOfficio de la Coalición para el Desarrollo Sustentable de la Cuenca del Río Bravo y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Publicó más de 130 artículos, cuatro libros y capítulos de libros sobre los peces. Dirigió 42 tesis de licenciatura, ocho de maestría y cuatro doctorales. Miembro de consejos editoriales o árbitro en 14 revistas nacionales e internacionales.

Contreras-Ramos, Atilano

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: acontreras@ibiologia.unam.mx

Áreas de Interés: Entomología sistemática.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, en Monterrey. Realizó una Maestría en Ciencias en el Programa de Biología Acuática de la Universidad de Alabama en Tuscaloosa y un Doctorado en Entomología en la Universidad de Minnesota. Es investigador titular del Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la UNAM y está asociado a la Colección Nacional de Insectos, donde es curador de Neuropterida y grupos selectos de insectos acuáticos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Cortina Villar, Sergio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: scortina@ecosur.mx

Áreas de Interés: Geografía de la deforestación y manejo forestal comunitario.

Trayectoria profesional: Biólogo, egresado de la

UNAM. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el Colegio de Posgraduados, donde estudió los sistemas de producción de maíz de los campesinos mayas y la modernización de la agricultura. Se graduó en la UNAM como Doctor en Geografía con la tesis "Uso del suelo y deforestación en los Altos de Chiapas". Trabaja en El Colegio de la Frontera Sur como investigador.

Coutiño José, Marco Antonio

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: coutinojma@hotmail.com

Áreas de Interés: Paleontología y difusión de la ciencia.

Trayectoria profesional: Egresado de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Ingresó al Instituto de Historia y Ecología en 1997 en el área de Paleontología. Actualmente es director del Museo de Paleontología Eliseo Palacios A., donde realiza investigaciones con crustáceos y gasterópodos fósiles. Ha participado en varias publicaciones científicas y de divulgación. En congresos nacionales ha presentado ponencias y ha sido responsable de proyectos apoyados por el Gobierno del Estado.

Cruz Aldán, Epigmenio

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: ecruz5910@prodigy.net.mx, pimecruz5910@hotmail.com

Áreas de Interés: Ecología de poblaciones y conservación de fauna silvestre en Chiapas.

Trayectoria profesional: Biólogo por el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas y Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por el Colegio de la Frontera Sur. Curador de Mamíferos del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (1986-1994) e Investigador desde 1994. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores desde 2006.

Cruz Angón, Andrea

Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Correo electrónico: acruz@conabio.gob.mx

Áreas de Interés: Ecología, manejo y conservación

de la biodiversidad, certificación de manejo forestal sustentable, planeación para la gestión de la biodiversidad.

Trayectoria profesional: Bióloga de la Universidad Michoacana. Obtuvo el grado de doctor en ciencias en ecología y manejo de recursos naturales por parte del Instituto de Ecología, A. C. Trabajó como asistente y coordinador de proyectos de investigación del Centro de Aves Migratorias del Smithsonian Institution (SI) en Chiapas, Xalapa y Guatemala. Participó como evaluadora ambiental de programas de certificación de buen manejo forestal en comunidades y ejidos forestales de México. Trabajó en la Gerencia de Protección Ambiental de la Dirección Corporativa de Operaciones de Pemex. Actualmente, se desempeña como coordinadora de Enlace y Estrategias de Biodiversidad de la CONABIO. Ha publicado cerca de una decena de artículos en revistas científicas internacionales arbitradas y algunos de divulgación. Fue coordinadora y editora general de "La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado".

Cruz López, Jorge Alberto

Institución: Comisión Nacional Forestal (Conafor).

Correo electrónico: jcruzl@conafor.gob.mx

Áreas de Interés: Agronomía e investigación forestal.

Trayectoria profesional: Egresado de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; obtuvo el título de licenciatura en biología, con maestría en agricultura tropical con subespecialización en Conservación de la Biodiversidad por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Turrialba, Costa Rica. Actualmente, es responsable del área de capacitación, investigación cultura forestal de la Comisión Nacional Forestal en Chiapas.

Chamé Vázquez, David

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: d_chame@hotmail.com

Áreas de Interés: Aracnología.

Trayectoria profesional: Estudios licenciatura en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (biología). Actualmente está por culminar su tesis de licenciatura acerca de la diversidad de arañas de suelo en dos localidades de bosque mesófilo. Ha colaborado la Colección de Zoología de la UNICACH.

Ha presentado trabajos en congresos nacionales y dos publicaciones en revistas arbitradas, con temas de faunística de arañas. Actualmente, colabora en el desarrollo de proyectos productivos en comunidades del estado de Guerrero.

Chamé-Vázquez, Eduardo R.

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: echame@ecosur.mx; echame@yahoo.com.

Áreas de Interés: Colección de Insectos asociados a plantas cultivadas en la frontera sur.

Trayectoria profesional: Egresado de la Escuela de Biología, UNICACH. Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en El Colegio de la Frontera Sur. Es responsable de la Colección de Insectos asociados a plantas cultivadas en la frontera sur. Tiene siete publicaciones (cinco científicas y dos de divulgación) y 12 participaciones en eventos científicos y académicos. Se interesa por la taxonomía, diversidad y conservación de los insectos, principalmente Coleoptera y Lepidoptera.

Dahringer, Guillaume

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: dahringer@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Manejo Forestal

Trayectoria profesional: Diploma de ingeniero forestal en Francia (ENGREF) con especialidad en Forestería Rural y Tropical. Actualmente es Coordinador Forestal para la Sierra Madre en Pronatura Sur A.C., donde asesora procesos comunitarios de manejo sustentable de recursos forestales maderables y no-maderables en zonas de alta diversidad biológica.

Damon Beale, Anne Ashby

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: adamon@ecosur.mx

Áreas de Interés: Biodiversidad y su dinámica en paisajes rurales y áreas naturales, Monitoreo biológico, Estrategias de conservación.

Trayectoria profesional: Egresada de la Universidad de Londres donde realizó la Maestría y el Doctorado en Control Biológico de Plagas. Actualmente es responsable y creadora del Jardín Botánico

Regional “El Soconusco” y el Orquídeario “Santo Domingo”. Estudia aspectos de la biología reproductiva y estado de conservación de las orquídeas de la región del Soconusco. Inició y maneja el Programa para el Cultivo Sustentable de las Orquídeas del Soconusco en comunidades rurales.

Díaz Montesinos, María Guadalupe

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: guadimon@hotmail.com

Áreas de Interés: Etnobotánica.

Trayectoria profesional: Participante en los proyectos: “Banco Estatal de Semillas” del Instituto de Historia Natural. “Desarrollo de las colecciones del Herbario CHIP” de la oficina de Herbario del Instituto de Historia Natural y Ecología. Sistematización de las Colecciones Botánicas del IHNE (CONABIO). Actualmente es Técnica de la Oficina de Herbario CHIP de la curaduría de flora de la Dirección del Jardín Botánico de la Semahn.

Diederik, Wolf Hendrik

Institución: Universidad de Amsterdam, Holanda.

Correo electrónico: J.H.D.Wolf@uva.nl

Áreas de Interés: Ecología Tropical.

Trayectoria profesional: Realizó el Doctorado en Biología en la Universidad de Amsterdam, Holanda. Es investigador Titular en Ecosur (1994-2000). Actualmente es Profesor “Canopy Sciences” (Miss Dr Jakoba Ruinen Chair) en la Universidad de Amsterdam. Tiene más de 40 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Domínguez Barradas, Romeo

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: romeo@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Conservación y manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario, ornitología.

Trayectoria profesional: Licenciado en Biología, por la Universidad Veracruzana. Realizó estudios de ornitología en Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Actualmente es Director General de Pronatura Sur, A.C. y Presidente de la Red de Agricultura Sostenible. De 1989 a 2009 ha gestionado, coordinado y dirigido proyectos, programas e iniciativas de conservación, manejo de recursos naturales y desarrollo comunitario. Tiene cinco artículos publicados. Últimas tres ponencias en

BirdLife International World Conservation Conference 2008.

Domínguez Cisneros, Sara E.

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: sdomingu4@hotmail.com.

Áreas de Interés: Ictiología.

Trayectoria profesional: Egresada de la escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Profesora de la Facultad de Biología de la UNICACH donde imparte las cátedras de Biología general y Morfofisiología animal. Su línea de investigación es la taxonomía de peces de agua dulce de Chiapas y ha coordinado y participado en varios proyectos de investigación relacionados con la fauna acuática del estado, ha publicado varios trabajos científicos.

Douterlungne, David

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: ddouterl@ecosur.mx

Áreas de Interés: Restauración ecológica.

Trayectoria profesional: Botánico por la Universidad de Gante, Bélgica y la Universidad de Salamanca, España. Maestro en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural por el Ecosur. Ha participado en proyectos en Madagascar, Bolivia y México. Se ha especializado en el uso tradicional de *Ochroma pyramidale* para la restauración ecológica, ha publicado en varias revistas científicas. Actualmente aplica la restauración ecológica según las necesidades rurales en la Selva Lacandona, mediante la rehabilitación productiva de áreas degradadas para crear parcelas destinadas a la producción y cultivo de palma xate (*Chamaedorea* spp.).

Eapen, Delfeena

Institución: Universidad Politécnica de Chiapas.

Correo electrónico: delfeena@gmail.com

Áreas de Interés: Biotecnología, Ingeniería Agroindustrial, Biología, Química y Fisiología Vegetal.

Trayectoria profesional: Licenciada en Botánica, Kerala University, India. Maestra en Ciencias en

Botánica por el Gandhiji University Kottayam, India. Doctora en Biotecnología, Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, tesis "Análisis genético del hidrotropismo de la raíz en *Arabidopsis thaliana*". Profesora-Investigadora del Área de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica de Chiapas, cursos Introducción a la Ingeniería Agroindustrial, Biología, Química y Fisiología Vegetal en la Universidad Politécnica de Chiapas.

Enríquez Rocha, Paula Lidia

Institución: Colegio de Postgraduados (Colpos).
 Correo electrónico: penrique@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Ecología y conservación de poblaciones y comunidades de aves Neotropicales, principalmente aves rapaces.
 Trayectoria profesional: Bióloga de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Magister Scientae en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), y Doctorado en Filosofía de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Columbia Británica (UBC) en Canadá. Investigadora Asociada en el Departamento de Ecología y Sistemática Terrestre de Ecosur-San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Miembro del SEI.

Escobar Hernández, María Eugenia

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: kena_biologia@hotmail.com; mariasilviasc@hotmail.com
 Áreas de Interés: Prácticas tradicionales y desarrollo local sustentable.
 Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Realizó un estudio de campo y una monografía para obtener el grado de Licenciado en Biología con el tema: Conocimientos y prácticas tradicionales vinculadas al desarrollo local sustentable de los Mames de la Reserva de Biosfera Volcán Tacaná. Ha trabajado como consultor independiente en Instituciones como: Consejo Estatal para la Cultura y las Artes, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur. Actualmente es Becaria en el Laboratorio de Cultura y Conservación Biológica en la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

Espinosa-Pérez, Héctor Salvador

Institución: Insituto de Biología, UNAM.
 Correo electrónico: hector@servidor.unam.mx
 Áreas de Interés: Ictiología, diversidad, sistemática y taxonomía de peces actuales y fósiles con énfasis en Colecciones, Biogeografía y Biología de peces mexicanos.
 Trayectoria profesional: Biólogo y Maestro en Ciencias (Biología) por la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por la misma institución. Actualmente realiza estudios doctorales en la Universidad Autónoma Metropolitana. Ha publicado diversos artículos y libros científicos, dirigido tesis de licenciatura y maestría. Es curador de la Colección Nacional de Peces de la UNAM (IBUNAM). Candidato a Investigador Nacional (1993-1996) y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 (2004-2006).

Espinoza Medinilla, Eduardo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: eespinoza@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Genética de especies amenazadas y en peligro de extinción en flora y fauna.
 Trayectoria profesional: Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Querétaro. Es técnico titular y responsable del Laboratorio de Genética de El Colegio de la Frontera Sur desde 2001. Es profesor de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas desde 1985. Actualmente es Presidente de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.

Espíritu Tlatempa, Gloria

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).
 Correo electrónico: gloria.espiritu.t@gmail.com
 Áreas de Interés: Geología, hidrogeología y manejo de cuencas.
 Trayectoria profesional: Egresada de la Escuela Superior de Ciencias de la Tierra del Instituto Politécnico Nacional donde cursó la carrera de ingeniero en geología y la maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. Actualmente es candidata al título de doctor en ciencias de la tierra en el área de geología ambiental, por la Universidad Nacional Autó-

noma de México (UNAM), campus Querétaro. Se desempeña actualmente como profesora de la Universidad Autónoma de Chiapas y de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Ha participado en proyectos de investigación en el Instituto de Geofísica de la UNAM y dirigido dos en la UNICACH, ejecutando otros, en diferentes organizaciones no gubernamentales y empresas de ingeniería. Coordinadora regional del área de Ordenamiento en Cuencas en la Secretaría de Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas (2000-2002). Ha presentado ponencias en congresos nacionales e internacionales y conferencias a funcionarios públicos estatales y federales.

Esponda Muñoz, Julio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: jesponda@ecosur.mx.

Áreas de Interés: Biodiversidad de abejas.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y de la Maestría en Recursos naturales y desarrollo rural.

Esquinca Cano, Froilán

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: soconusco@hotmail.com

Áreas de Interés: Conservación y política ambiental.

Trayectoria profesional: Biólogo por la UNAM, maestría en estudios regionales de medio ambiente y desarrollo por la Universidad Iberoamericana, diplomados en derecho ambiental (UNAM), ciencias políticas (UNAM), impacto ambiental y auditoría ambiental (UNACH), valoración económica de humedales (UICN-Universidad del Mar-Costa Rica), liderazgo para la conservación de la naturaleza (WWF-EUA), riesgo, auditoría e impacto ambiental (Universidad de Jackson State en EUA). Se ha desempeñado como catedrático e investigador de la Facultad de Ciencias y el Instituto de Biología en el Área de Helmintología en la UNAM. Coordinador de la zona Sur de la Comisión de Ecología del Distrito Federal y encargado del Rescate Ecológico de Xochimilco hasta 1987, Director General de la Fundación Miguel Álvarez del Toro (1988-1991), Asesor del Consejo Técnico Consultivo SDR y del gobernador del

Estado (1991-1992), Primer delegado de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), (1992-1995), secretario de Ecología, Recursos Naturales y Pesca, en Chiapas (1994-1998) y encargado del Instituto de Historia Natural de (1996-1998), asesor y secretario adjunto de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca Federal (1998-1999), director general del Instituto de Historia Natural (1999-2000), coordinador general del Manejo Integrado de Ecosistemas en Ecoregiones Prioritarias PNUD-Conanp-Semarnat (2001-2006), director general de la Comisión Forestal Sustentable en Chiapas, (2006-2008) y Director General del Instituto de Historia Natural de 2008-2009, actualmente es, Coordinador Técnico en la Semahn.

Esquivel Bazán, Elsa

Institución: Cooperativa AMBIO SC de RL.

Correo electrónico: elsaesquivelb@yahoo.com

Áreas de Interés: Cambio Climático, mitigación y adaptación.

Trayectoria profesional: Actualmente representante de AMBIO especialista en temas de cambio climático ligado a desarrollo.

comunitario. Asesora técnica y administrativa por 13 años del programa *Scolet té* (Desarrollado bajo el Sistema y estandar voluntario de carbono Plan Vivo).

Falconi Pérez, Milene

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: gypsy009@hotmail.com.

Áreas de Interés: Educación ambiental, promover el desarrollo comunitario en para mejorar la capacidad productiva y alternativas para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Trayectoria profesional: Técnico del Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (Conafor, Chiapas). Profesora de ciencias I con énfasis en Biología, Ciencias II con énfasis en Física, Física 3 y Química 3. Capturista en el Departamento de Planeación e Informática de la Conafor, Chiapas.

Farrera Sarmiento, Óscar

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Áreas de Interés: Botánica.

Trayectoria profesional: M. en C. Biológicas con orientación en Sistemática UNAM. Empleos: Instituto de Historia Natural. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Jefe y curador del herbario CHIP. IHN. 1993-2005; Curador General del Departamento de Flora IHN 2006-actualidad. Docente Esc. Biología UNICACH 2000-Actualidad (Briofitas y Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas). Colaborador en diversos estudios florísticos y etnobotánicos de Chiapas.

Ferguson, Bruce

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: bferguson@ecosur.mx

Áreas de Interés: Sucesión ecológica y la conservación de la biodiversidad en agroecosistemas, la restauración ecológica, la ganadería sustentable y la soberanía alimentaria.

Trayectoria profesional: Investigador asociado del Departamento de Agroecología Recibió su licenciatura (Biología, 1989) de Kalamazoo College, EUA, y su maestría (Ecología y Manejo de Recursos Naturales, 1995) y doctorado (Ecología, 2001) de la Universidad de Michigan, EUA.

García-Moreno Meade, Jaime

Institución: Centro para la Conservación de la Biodiversidad de México y Centroamérica. Correo electrónico: jgarciamoreno@conservation.org.

Áreas de Interés: Conservación de recursos genéticos agrícolas, etnobotánica, agroecología. Trayectoria profesional: Biólogo. UNAM. Maestría en biotecnología antes de realizar su doctorado en biogeografía utilizando técnicas moleculares para entender problemas evolutivos y ecológicos. Durante casi quince años se dedicó exclusivamente a la investigación, pasando por varias instituciones en Europa y Estados Unidos y usando a las aves montañas tropicales como modelo. Desde el 2005 dirige la unidad de ciencias del programa mesoamericano de Conservación Internacional.

García-Santiago, William

Institución: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).

Correo electrónico: lacimoxo@hotmail.com

Áreas de Interés: Etnomicología.

Trayectoria profesional: Egresado de la licenciatura en Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Actualmente labora en el Herbario HEM de la UNICACH, donde realiza su tesis de grado.

Godínez Ortega, José Luis

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: jlgo@servidor.unam.mx.

Áreas de Interés: Ficología marina.

Trayectoria profesional: Obtuvo el grado de doctor en ciencias en 2007 en el Cinvestav, Unidad Mérida. Es Técnico Académico Titular y encargado de la Colección de Algas del Herbario Nacional (Mexu). Su área de especialidad es la sistemática, ficología aplicada y etnomicología. Ha publicado varios libros y artículos científicos. Es miembro del comité editorial de la revista *Folium* y árbitro de varias revistas nacionales.

Golicher, Duncan

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: dgoliche@ecosur.mx

Áreas de Interés: Ecología y Manejo de Recursos Naturales.

Trayectoria profesional: Investigador titular del Departamento de Ecología Terrestre Recibió su licenciatura (Ecología y Manejo de Recursos Naturales, honores, 1996) y doctorado (Modelación Ecológica, 2002) de la Universidad de Edimburgo, Reino Unido. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel uno. Sus intereses incluyen métodos de análisis espacial, modelación de la distribución de organismos y la dinámica sucesional, impacto de cambios climáticos sobre la distribución de organismos, y aplicación de modelos dinámicos y espaciales a la restauración y manejo forestal.

Gómez Alfaro, Julio César

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: jgomez@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Ordenación y manejo del territorio con enfoque de cuencas hidrográficas mediante esquemas de participación comunitaria y restauración.

Trayectoria profesional: De 1994 a 1996 fue catedrático en la Escuela de Biología Unicach,

Universidad Valle del Grijalva, Colegio Particular Paulo Freire. En 1996 fue asesor técnico del Programa Federal Alianza para el campo de la Secretaría de Agricultura del Estado de Chiapas. De 1997 a 1999 fue catedrático del Instituto de Estudios Superiores del Centro de Chiapas, Colegio Particular Prof. Gilberto Velásquez. De 1999 a 2000 coordinó el proyecto "Conservación y Manejo de la Cuencas Hidrográficas del Estado de Chiapas", en la Dirección de Ecología y Protección Ambiental de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca (SERNYP) del Gobierno del Estado de Chiapas. En 2001 fue jefe de oficina de calidad, evaluación y dictamen ambiental del Instituto de Historia Natural y Ecología del Estado de Chiapas. De marzo de 2007 a abril de 2008 fue asesor en materia de Desarrollo Sustentable en la Dirección de Desarrollo Regional de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional. Desde enero de 2007 es coordinador regional Sierra Costa de Pronatura Sur A.C.

Gómez González, Adán

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: aegomezglez@gmail.com
 Áreas de Interés: Taxonomía y ecología de peces.
 Trayectoria profesional: Egresado de la escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Realiza la Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural con orientación en Conservación de la biodiversidad (Ecosur). Su línea de investigación es la Taxonomía y ecología de peces. Ha participado en varios proyectos de investigación relacionados con la ictiofauna del estado. Es miembro de la Sociedad Mexicana de Ictiología.

Gómez y Gómez, Benigno

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: bgomez@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Entomología, etnoentomología, biodiversidad.
 Trayectoria profesional: Es biólogo por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y realizó estudios de posgrado orientados a la Entomología. Ha estudiado por 15 años la entomofauna de Chiapas y resultado de ello ha presentado 19

ponencias y publicado 28 trabajos. Es coordinador de las Colecciones Biológicas de Ecosur-San Cristóbal y Profesor del posgrado, donde imparte cursos de Entomología y Sistemática. Ha dirigido seis tesis de licenciatura y seis de posgrado.

González Domínguez, Patricia

Institución: Pronatura A.C.
 Correo electrónico: pgonzalez@pronaturachiapas.org.
 Áreas de Interés: Conservación y manejo de recursos naturales, estrategias para la priorización de áreas de importancia biológica.
 Trayectoria profesional: Bióloga de la Universidad Autónoma de Guadalajara (1998), Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de Ecosur (2004). Desarrolla actividades profesionales en colecciones científicas de vertebrados del IHNE y Ecosur. Ha colaborado en proyectos de investigación en temas de fragmentación, GAP análisis, ocurrencia de especies, uso de hábitat y manejo de recursos naturales. Publica en coautoría inventarios de aves para Las Reservas de la Biosfera: La Encrucijada, El Triunfo y El Ocote.

González Espinosa, Mario

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: mgonzale@scl.ecosur.mx
 Áreas de Interés: Ecología de poblaciones y comunidades, ecología vegetal, restauración ecológica, macroecología.
 Trayectoria profesional: Ingeniero Agrónomo (1976), Universidad Autónoma Chapingo. Doctor en Filosofía (1982, Biología de poblaciones), Universidad de Pennsylvania. Fue profesor-investigador del Centro de Botánica del Colegio de Posgraduados (CP) y Vocal Ejecutivo del Programa Forestal del CP (1983-1987). Investigador de Ecosur desde 1987. Estudia relaciones del disturbio antrópico con la conservación y restauración de la biodiversidad en bosques de montañas tropicales como base para el desarrollo rural. Fundador de Biocores, A. C. y de Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II), de Academia Mexicana de Ciencias y otras sociedades afines.

González Esquinca, Alma Rosa

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: aesquinca@unicach.edu.mx
 Areas de Interés: Etnobotánica.
 Trayectoria profesional: Estudios químicos y biológicos de plantas medicinales. Investigadora Titular C de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Ha realizado investigaciones etnobotánicas y farmacológicas de recursos naturales, cuyos resultados han generado publicaciones en revistas y congresos.

González-Acosta, Adrián F.

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Chetumal).
 Correo electrónico: rrodiles@ecosur.mx.
 Areas de Interés: Ictiología Sistemática.
 Trayectoria profesional: Biólogo por la UNAM (FES-Iztacala). Maestro y Doctor (Ciencias Marinas) por el CICIMAR-IPN. Con estudios posdoctorales en Ecosur. Profesor Investigador T.C. Participa en los cursos de Ictiología Especial y Ecología de Peces (Maestría) y Temas Selectos en Biología de Peces (Doctorado). Ha presentado 51 ponencias en congresos, tiene 18 publicaciones científicas y ha participado en 32 proyectos de investigación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

González-Díaz, Alfonso Ángel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: agonzalez@ecosur.mx.
 Areas de Interés: Ecología y Sistemática acuática.
 Trayectoria profesional: Biólogo y Maestro en Ciencias por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Doctor en Ciencias (Recursos Bióticos) por la Universidad Autónoma de Querétaro. Se desempeña como curador y encargado de la Colección de Peces del Colegio de la Frontera Sur-San Cristóbal (ECOSC). Ha presentado 18 ponencias en congresos nacionales e internacionales, publicado seis artículos científicos y participado en 11 proyectos de investigación.

Goodwin Smith, Allyn (†)

Institución: California Academy of Sciences.
 Áreas de Interés: Taxonomía de Polyplacophora y Gastropoda.
 Trayectoria profesional: Estudió Ingeniería Eléctrica, Universidad de California, Berkeley. Al jubilarse de la Compañía de Teléfono y Telégrafo del Pacífico continuó el estudio de moluscos (Academia Ciencias California). Fue Investigador Asociado, Asistente Ejecutivo del Director (Academia). Fue Asistente de Curador, fue Jefe del mismo Departamento de Zoología Invertebrados. Publicó 121 artículos, 34 notas y 27 revisiones. Se jubiló en 1972, desde entonces fue Investigador Asociado en Malacología, hasta su muerte.

Gordillo Ruiz, Mercedes Concepción

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).
 Correo electrónico: invesbotanica@ihn.chiapas.gob.mx; marip_10@yahoo.com.mx
 Áreas de Interés: Conservación y restauración de ecosistemas terrestres y ecología del paisaje.
 Trayectoria profesional: Egresada de la escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Realizó una maestría en Manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. Ha realizado y participado en diversos estudios sobre la diversidad de la flora leñosa presente en sistemas agropecuarios tradicionales de Chiapas, el uso y conocimiento tradicional de los recursos forestales en los sistemas de producción y bosques tropicales. Actualmente es especialista en botánica de la Coordinación Técnica de Investigación de la Semahn.

Gracia Moya, Marc

Institución: Unitat d'Ecologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, (UAB).
 Correo electrónico: mgracia@creaf.uab.es
 Áreas de Interés: Silvicultura preventiva para incendios forestales en áreas mediterráneas, caracterización de dinámica forestal bajo cambio climático en regiones mediterráneas.
 Trayectoria profesional: Ing. forestal y doctor en ecología; actualmente trabaja en el Creaf (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Fores-

tales) ubicado en Barcelona, España. Ha trabajado extensamente en ecología del fuego en ecosistemas mediterráneos, en aspectos relacionados con estrategias reproductivas después de incendios intensos, en caracterización de la estructura forestal y su rol como condicionante de la severidad de un incendio, en medidas silvícolas preventivas para el desarrollo de paisajes resilientes al fuego y actualmente está trabajando en la caracterización de respuestas forestales ante calentamiento global en ecosistemas alpinos del Pirineo catalán y posibles medidas de gestión.

Grajales Reyes, Orbelín

Institución: Secretaría de Desarrollo Social de Chiapas.

Correo electrónico: orbelin@hotmail.com

Guerrero Jiménez, Trinidad Cristina

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: taleman@ecosur.mx

Áreas de Interés: Estudios sociales de la ciencia.

Trayectoria profesional: Egresada del Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. Realizó Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Actualmente está llevando a cabo estudios de doctorado en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid en temas relacionados con el uso del conocimiento científico por parte de la sociedad y con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación por parte de comunidades rurales, presentando una ponencia en el Virtual-Educa 2008, llevado a cabo en Zaragoza, España.

Gutiérrez Morales, Manuel de Jesús

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: manologutierrez1972@hotmail.com

Áreas de Interés: Germoplasma vegetal.

Trayectoria profesional: Colaborador en el proyecto del Instituto de Historia Natural y Ecología: Conservación y fomento de plantas comestibles y medicinales del área zoque de Chiapas. Ha realizado trabajos sobre cultura alimentaria y plantas medicinales e impartido talleres sobre

medicina tradicional. Actualmente es técnico en el Departamento de Germoplasma Vegetal de la Dirección del Jardín Botánico de la Semahn.

Guzmán Díaz, Miguel Ángel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: mguzman@ecosur.mx

Áreas de Interés: Conservación y manejo de abejas nativas sin aguijón (meliponinos).

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Realizó Maestría en Biotecnología. Actualmente es Técnico Titular, responsable de la propagación de abejas sin aguijón y polinización en cultivos. Coautor de cinco artículos, en dos capítulos de libro, autor de cuatro artículos de divulgación. Instructor de 10 cursos, 10 ponencias en congresos; ha dirigido y asesorado ocho tesis de licenciatura y asesorado cuatro tesis de maestría.

Hernández Baz, Fernando

Institución: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

Correo electrónico: fhernandez@uv.mx; ferbmx@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Ecología forestal y entomología.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Realizó una maestría en Ciencias en Ecología Forestal, actualmente cursa un doctorado, es Académico de Tiempo Completo de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana e imparte cátedras relacionadas con la Entomología. Es curador de la Colección de mariposas en el Museo de Zoología. Tiene más de 30 publicaciones (libros y artículos), dirige 15 tesis de licenciatura y es responsable de cuatro proyectos de investigación.

Hernández García, Efraín

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: zebatz@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Herpetología, biogeografía, taxonomía y conservación de recursos naturales.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente, es coordinador

del proyecto Evaluación Ecológica de la Fauna Terrestre de Chiapas apoyado por el gobierno del Estado de Chiapas en el que analiza la distribución espacial y temporal de los insectos, anfibios y reptiles del Estado. Ha participado en tres talleres y un foro para seleccionar sitios y especies prioritarias para la conservación en Chiapas.

Hernández Mijangos, Luis Arturo

Institución: Tierra Verde Naturaleza y Cultura A. C.
Correo electrónico: stenops06@yahoo.com.mx
Áreas de Interés: Ecología y conservación de mamíferos.

Trayectoria profesional: Biólogo, egresado de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Su trayectoria profesional y académica ha estado enfocada a la conservación y estudio de la ecología de comunidades de mamíferos, principalmente quirópteros. Ha participado en diversos foros y congresos, donde ha expuesto diversos estudios realizados sobre el grupo de los mamíferos en diferentes áreas naturales protegidas de Chiapas. Se ha capacitado en las diferentes técnicas para el estudio de murciélagos y a la fecha cuenta con cinco artículos científicos publicados. Actualmente, estudia un posgrado en la Universidad Nacional Autónoma de México y forma parte del Programa para la Conservación de los Murciélagos de México.

Hernández Najarro, Francisco

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: pako735@hotmail.com; guadimon@hotmail.com

Áreas de Interés: Bioconservación de ecosistemas terrestres.

Trayectoria profesional: Participante en el Proyecto Inventario Florístico de la Reserva del Triunfo, Sistematización de las Colecciones Botánicas del IHN (CONABIO), colaborador en trabajos publicados: Plan de Manejo del Parque Nacional Cañon del Sumidero, A New Species of Anthur.

Hernández Yañez, Alejandro

Institución: The Nature Conservancy Programa México, (TNC).

Correo electrónico: ahernández@tnc.org.

Áreas de Interés: Planeación y manejo de Áreas Naturales Protegidas.

Trayectoria profesional: Biólogo de la Universidad Veracruzana. Desde 1984 hasta el 2001, trabajo en planeación y manejo de Áreas Naturales Protegidas, trabajando en agencias gubernamentales: en la SEDUE como responsables de la Reserva Ecológica El Triunfo; en el IHN como Jefe de la Sección de Planeación de Áreas Protegidas y como Investigador; de 1993 al 2001 como Director de la Reserva de la Biosfera El Triunfo como el INE y la Conanp. A partir de 2003, funge como Gerente del Programa Chiapas de The Nature Conservancy. Experiencia en planeación y manejo de ANP.

Hernández-Maza, Mario Enrique

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: marioenriqueher@yahoo.com.mx.

Áreas de Interés: Ecología y Taxonomía de macromicetos.

Trayectoria profesional: Egresado de la licenciatura en Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Actualmente labora en el Herbario HEM de la UNICACH, donde realiza su tesis de grado.

Herrera Hernández, Obeimar Balente

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: obalente@ecosur.mx

Áreas de Interés: Desarrollo local y cambio tecnológico.

Trayectoria profesional: Actualmente realiza estudios de doctorado en planificación y proyectos en la Universidad Politécnica de Madrid. Ha colaborado con diversas organizaciones en el desarrollo comunitario y regional, así como en la formación de capacidades humanas locales; se ha especializado en los últimos años en desarrollo territorial e innovación. En Ecosur imparte los cursos de posgrado: Desarrollo Regional y Diseño de Planes de Innovación Territorial

Horváth, Anna

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: ahorvath@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Ecología y conservación de mamíferos, mamíferos pequeños, biodiversidad y su dinámica en paisajes rurales y áreas naturales, monitoreo biológico, estrategias de conservación. Trayectoria profesional: Ingeniero agrónomo, especialidad en agricultura tropical, MSc en Ciencias Agrícolas, M.C. en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Candidata a Doctor en Ciencias Ambientales (Universidad Szent István, Hungría). Ha conducido proyectos sobre diversidad de mamíferos y ha participado en proyectos sobre herpetofauna en Chiapas. Ha dirigido tres tesis de maestría y ocho de licenciatura. Ha participado en 20 publicaciones científicas y 35 ponencias en congresos internacionales y nacionales.

Huerta Silva, Margarita Haydeé

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: mahahusil@gmail.com
 Áreas de Interés: Toma de Decisiones Multicriterio y Restauración Forestal.
 Trayectoria profesional: Su trabajo académico se ha orientado al estudio del Manejo Sustentable de la Tierra en comunidades campesinas, y al diseño de sistemas de ayuda para la toma de decisiones en grupos colegiados. Actualmente realiza estudios de doctorado en la Universidad de Alcalá de Henares; su tema de investigación es la restauración forestal en Áreas Protegidas.

Ibáñez-Bernal, Sergio

Institución: Instituto de Ecología A. C. (INECOL).
 Correo electrónico: sergio.ibanez@inecol.edu.mx
 Áreas de Interés: Sistemática de Díptera, Entomología médica y veterinaria, Cambio global, Sistemas de información geográfica.
 Trayectoria profesional: Biólogo, Maestro y Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Investigador de tiempo completo en el Instituto de Ecología, A. C. e imparte cátedras de entomología. Estudia aspectos de sistemática de Díptera y de entomología médica. Ha publicado 54 artículos de investigación, 3 libros, 21 capítulos de libro, 30 artículos docentes y de divulgación, dictado 37 conferencias y participado en 41 congresos. Dirige tesis de todos los grados y proyectos de CONABIO y de FOMIX.

Ibarra Núñez, Guillermo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).
 Correo electrónico: gibarra@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Taxonomía de Arañas. Diversidad de arañas de áreas naturales y agrícolas. Ecología y comportamiento depredador de las arañas. Las arañas como agentes de control biológico en agroecosistemas. Influencia del manejo agrícola sobre las comunidades de arañas.
 Trayectoria profesional: Biólogo (Fac. Ciencias, UNAM, con Diploma de Estudios Avanzados (DEA) y Doctorado en Biología del Comportamiento (Universidad de París XIII, Francia). Las arañas como agentes de control biológico en agroecosistemas. Influencia del manejo agrícola sobre las comunidades de arañas.

Ishiki Ishihara, Mario

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: mishiki@ecosur.mx.
 Áreas de Interés: Florística, Sistemática.
 Trayectoria profesional: Realizó sus estudios de licenciatura en la UNAM, la maestría en el Colegio de Postgraduados y el doctorado en la Universidad de Hiroshima, Japón. Desde 1997, labora en El Colegio de La Frontera Sur. Las líneas de investigación son la florística, fitogeografía y taxonomía de las especies del sureste de México. Tiene 20 publicaciones.

Jiménez Cruz, Ruth

Institución: Conservation International.
 Correo electrónico: rjimenez@conservation.org; ruthandy@hotmail.com.
 Áreas de Interés: Monitoreo y mapeo de biodiversidad, planeación y análisis en SIG.
 Trayectoria profesional: Se ha desarrollado el manejo y zonificación de áreas protegidas, ordenamiento ecológico, monitoreo, evaluación y planeación ambiental y análisis de especies y espacial con el uso de SIG. Trabajó en la Reserva La Encrucijada en el IHN. Ha participado en diversos proyectos para la conservación de áreas protegidas y biodiversidad en la Selva Lacandona, Selva Maya, la Cuenca del Usumacinta, el Corredor Biológico Mesoamericano, el Sureste de México y Centroamérica; en colaboración con

Ecosur, WCS, TNC, Univ. Stanford, IHN, Pronatura, CCAD y la NASA, dentro de CI como Coordinadora de Monitoreo y Mapeo de la Conservación.

Jiménez González, Francisco Javier

Institución: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur.

Correo electrónico: fjimenez@conanp.gob.mx
Áreas de Interés: Conservación de Recursos Naturales, Planificación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas, Monitoreo Biológico, Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas.

Trayectoria profesional: Facultad de Ciencias de la UNAM, Trabajó en la Planeación para el Establecimiento y Manejo de las Reservas de la Biosfera El Triunfo, La Encrucijada, El Ocote y La Sepultura, en el Instituto de Historia Natural del Gobierno del estado de Chiapas en el periodo 1987-1996. Director de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (1997-2007), actualmente Director Regional de la Región Frontera Sur Istmo y Pacífico Sur que abarca Chiapas, Oaxaca y parte de la Guerrero. Premio Michael Batisse 2008 del Programa MAB UNESCO, para el Manejo de Reservas de la Biosfera.

Laguarda Figueras, Alfredo

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Correo electrónico: laguarda@icmyl.unam.mx
Áreas de Interés: Sistemática y ecología de organismos acuáticos.

Trayectoria profesional: Estudios de Posgrado: Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM (1958-1961), Doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM (1958-1961).

Lemus Kourchenko, Manuel

Institución: Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos de CONABIO.

Correo electrónico: manuellemus@cbmm.gob.mx.
Áreas de Interés: Desarrollo Sustentable.

Trayectoria profesional: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Maestría en Ciencias Desarrollo Rural Regional en la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente es subdirector de Desarrollo Sustentable del CBMM en Chiapas, con experiencia de trabajo con

organizaciones de productores, en diversas regiones estado, orientados al manejo sustentable de los recursos naturales y a fomentar la conectividad en los corredores biológicos en Chiapas, con participación en diferentes congresos y eventos nacionales e internacionales.

León-Cortés, Jorge

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: jleon@sclc.ecosur.mx
Áreas de Interés: Biología de la conservación, Ecología del paisaje, Conservación de recursos acéticos, geología, micología, florística, fitogeografía.

Trayectoria profesional: Biólogo y Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias, UNAM. Realizó el Doctorado en Ecología en la Universidad de Leeds, Inglaterra. Es Investigador Titular "C" y director de Ecosur, Unidad San Cristóbal. Imparte cátedras de Biología de la Conservación y Ecología del Paisaje. Sus contribuciones científicas y formación de recursos humanos van encaminadas al estudio de la diversidad, dinámica y conservación de especies en ambientes fragmentados y la ecología del paisaje.

Levy Tacher, Samuel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: slevy@ecosur.mx.
Áreas de Interés: Restauración de selvas y etnobotánica.

Trayectoria profesional: Agrónomo, doctor en botánica por el Colegio de Postgraduados. Su investigación se orienta hacia el rescate del conocimiento ecológico tradicional y su aplicación para la restauración y conservación de la selva, así como en el aprovechamiento de especies nativas de interés económico. Este enfoque se sustenta en la investigación etnobotánica, las formas de aprovechamiento y manejo forestales tradicionales y comerciales, el estudio autoecológico, sinecológico y sucesional de las especies vegetales y la experimentación formal. Cuenta con 27 años de experiencia y ha trabajado con grupos campesinos mayas en el sureste mexicano.

Linares Mazariegos, Reyna Marisol

Institución: Universidad de Cantabria, España.

Correo electrónico: skys_queen@hotmail.com
 Áreas de Interés: Ingeniería química. Ciencias del medio ambiente.

Trayectoria profesional: Egresada del Instituto Tecnológico de Tapachula. Doctorado en Ingeniería Química y Master Iberoamericano de Cooperación Internacional y Desarrollo por la Universidad de Cantabria en España. Con dos trabajos en congresos internacionales y tres en nacionales. Becada y contratada por el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Cantabria. Asistente de investigación en El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Chiapas, México, donde participó en proyectos del área de Ecología de los manglares y zona costera.

Lips, Karen R.

Institución: Southern Illinois University, Department of Biology.

Correo electrónico: klips@umd.edu.

Áreas de Interés: Ecología de anfibios y reptiles, y declinación de las poblaciones de anfibios en América Latina.

Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Universidad del Sur de Florida y doctora por la Universidad de Miami. Investigadora de la Universidad de Carbondale, Illinois. Actualmente es investigadora en la Universidad de Maryland. Su trabajo se enfoca a la conservación y ecología de anfibios y reptiles, a todos los niveles, desde poblaciones, comunidades y ecosistemas, especialmente cuando las especies son afectadas por enfermedades infecciosas emergentes y el cambio global. La mayor parte de su trabajo de campo lo ha llevado a cabo en América Latina. Recientemente, tiene un mayor interés en las implicaciones políticas y éticas de las declinaciones de anfibios y en acciones globales para conservar a los anfibios. La mayoría de su trabajo está en la colaboración multidisciplinaria que envuelve a investigadores de varios campos de la ciencia.

López Báez, Walter

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Correo electrónico: lopez.walter@inifap.gob.mx.

Áreas de Interés: conservación de suelos, manejo de cuencas, transferencia de tecnología, políticas públicas, desarrollo rural y economía de recursos naturales.

Trayectoria profesional: Ing. Agrónomo en Agricultura Tropical (1979-1984). Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco. Master of Science en Manejo de Cuencas (1989-1991). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Investigador en las líneas de conservación de suelos, manejo de cuencas, transferencia de tecnología, políticas públicas, desarrollo rural y economía de recursos naturales.

López Cruz, Angelita

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: perezfarreram@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Botánica.

Trayectoria profesional: Realizó sus estudios en la escuela de biología actualmente desarrolla su tesis de licenciatura con estructura y composición del bosque tropical del pacifico de zonas bajas en la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas, México.

López León, Nora Patricia

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: norapl@pronaturasur.org

Áreas de interés: Conservación y manejo de recursos.

Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Con maestría en manejo de fauna silvestre en el Instituto de Ecología, A. C.. Ha participado en proyectos de Ecología de primates; Efectos de la fragmentación; Estudios ecológicos de tortugas dulceacuícolas en el sureste de México y la Amazonia, Brasil. Actualmente trabaja en Pronatura Sur para la región Selva Zoque. Ha participado en diversos congresos nacionales e internacionales.

López Martínez, Jaime

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío.

Correo electrónico: lopez.jaime@inifap.gob.mx.

Áreas de Interés: Manejo de cuencas hidrográficas.

Trayectoria profesional: Ing. Agrónomo en Suelos (1973-1978). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. Maestro en Ciencias en Suelos (1991-1992). Colegio de Postgradua-

dos. Chapingo, Méx. Investigador en las líneas de fertilidad y conservación de suelo y agua.

López Mendoza, Sergio

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: slopezmendoza@yahoo.com.mx.

Áreas de Interés: Ecología evolutiva y genética de la conservación.

Trayectoria profesional: Profesor de Evolución, en la Escuela de Biología de la UNICACH. Biólogo por la Facultad de Ciencias, UNAM, con estudios de posgrado en el Instituto de Ecología de la UNAM, y una estancia de post doc en el Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal.

López Molina, María Evangelina

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: maryconyrendon@hotmail.com

Áreas de Interés: Botánica.
Trayectoria profesional: Realizó sus estudios en la escuela de biología del UNICACH y obtuvo el grado bióloga en el 2000. Ha participado y trabajado en varios proyectos de ecología, conservación y estudios florísticos principalmente en la reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas, México.

Lorenzo Monterrubio, Consuelo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: clorenzo@ecosur.mx.

Áreas de Interés: Sistemática y conservación de los mamíferos silvestres.

Trayectoria profesional: Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es Investigadora y responsable de la Colección Mastozoológica de El Colegio de la Frontera Sur desde 1997. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2004, miembro del Sistema Estatal de Investigadores desde 2005 y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias desde 2004.

Lot Helgueras, Antonio

Institución: Insituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: loth@ibiologia.unam.mx

Áreas de Interés: Ecología y florística de plantas vasculares acuáticas.

Trayectoria profesional: Investigador y pionero de estudios sobre la vegetación y la flora acuática de México y Mesoamérica. Ha publicado cerca de 100 trabajos, entre artículos científicos, capítulos, artículos y ensayos de divulgación y, a participado como autor o editor de 10 libros científicos. Fue Presidente de la Sociedad Botánica de México y Vocal Ejecutivo (fundador) del Consejo nacional de la Flora de México, A.C. Ocupó los cargos académicos administrativos, de Jefe de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, de Jefe del Departamento de Botánica y de Director del Instituto de Biología de la UNAM. Actualmente es el Secretario Ejecutivo de la Reserva Ecológica de Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria.

Lucio Palacio, César Raziel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: clucio@ecosur.mx; dhordingur@hotmail.com; cesar_ecotur@yahoo.com

Áreas de Interés: Aracnología, biodiversidad, desarrollo sustentable.

Trayectoria profesional: Egresado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Biología), pasante de Maestría en Ciencias en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Colaboró con la empresa BerniLabs S. de R.L. (gestión tecnológica de agroinsumos bioracionales). Ha laborado para la Secretaría de Turismo de Aguascalientes en turismo de naturaleza. Ha impartido cursos de recursos naturales y formación humanista en la UAA. En 2008, realiza su primera publicación científica con una nota de distribución de arañas.

Luis-Martínez, Moisés Armando

Institución: Facultad de Ciencias, UNAM.

Correo electrónico: alm@ciencias.unam.mx

Áreas de Interés: Sistemática, Biogeografía, Entomología.

Trayectoria profesional: Sus temas de interés académico y de participación social tocan diferentes aspectos de la relación entre la sociedad y los recursos naturales. Ha trabajado sobre el uso de recursos naturales, en particular la leña,

por comunidades indígenas, especialmente con grupos de mujeres.

Luna Reyes, Roberto

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: rlr07@hotmail.com

Áreas de Interés: Sistemática, biogeografía y conservación de anfibios y reptiles.

Trayectoria profesional: Estudió Biología y la Maestría en la Facultad de Ciencias, UNAM. Actualmente es investigador de la Semahn, y responsable de la Colección Herpetológica. Es profesor de las asignaturas de Biogeografía y Evolución en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Fue Presidente de la Sociedad Herpetológica Mexicana, A. C. Tiene 15 publicaciones y ha participado en 22 congresos. Es investigador estatal Nivel II (SEI-COCYTECH).

Luna-Cazáres, Lorena Mercedes

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: aesquinca@unicach.edu.mx

Áreas de Interés: Etnobotánica.

Trayectoria profesional: Estudio de plantas medicinales y sus actividades biológicas. Profesor de tiempo completo Titular B de la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Ha generado información etnobotánica y farmacológica de plantas locales cuyos resultados se han publicado en diversas revistas y congresos.

Macías Caballero, Claudia María

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: cmacias@pronatura-chiapas.org; cmacias@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Ecología y conservación de aves.

Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en 1990. M. en C. Ciencias Ambientales del Tecnológico de Monterrey en 1998. Ha realizado estudios de distribución y ecología de aves migratorias terrestres en Chiapas, y con varias especies de psitácidos (loros, pericos, guacamayas) en diferentes regiones de México. Su principal interés es implementar estrategias de

conservación para las aves y sus hábitats basado en información técnica y científica actualizada de las poblaciones de aves y los ecosistemas en que éstas habitan.

Mariaca Méndez, Ramón

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: rmariaca@ecosur.mx

Áreas de Interés: Etnobiología.

Trayectoria profesional: Ingeniero Agrónomo, Maestro en Etnobotánica y Doctor en Antropología Social. Estudia bajo un enfoque etnobiológico el manejo y aprovechamiento de recursos naturales por el pueblo maya pasado y actual. Es investigador de Ecosur y jefe del departamento de Gestión de los recursos naturales; Presidente de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología y de la Asociación Etnobiológica Mexicana. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel 1) y del Sistema Estatal de Investigadores –Chiapas (nivel VII).

Martínez Martínez, Jorge

Institución: Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

Correo electrónico: jmartin@correo.uaa.mx

Áreas de Interés: Ecología de la vegetación y limnología.

Trayectoria profesional: Realizó estudios de licenciatura en Biología, maestría en Ecología y Recursos Bióticos, y en Manejo de Agroecosistemas y Recursos Naturales, y la especialidad en Biodiversidad. Desde 1979 es profesor e investigador del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, e imparte las cátedras de Fundamentos de la Biología Moderna, Biología General, Celular y Evolutiva, Evolución Biológica, Ecología de Poblaciones, Comunidades y Ecosistemas, Impacto Ambiental y Recursos Naturales. Ha presentado seis ponencias en congresos nacionales y tres en internacionales y tiene doce publicaciones. Ha dirigido cinco tesis a nivel licenciatura. Actualmente, desarrolla diversos proyectos de investigación, relacionados con la ecología, manejo y conservación de la vegetación y de las aguas continentales (Limnología).

Martínez Meléndez, Nayely

Institución: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).

Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH.

Correo electrónico: nayeuci@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Botánica.

Trayectoria profesional: Realizó sus estudios en la escuela de biología, es profesor de la materia de botánica II (gimnospermas) en la escuela de biología y técnico académico del herbario Eizi Matuda del UNICACH. Actualmente desarrolla su tesis de maestría estructura y composición de epifitas en un gradiente de manejo forestal en Cintalapa, Chiapas, México.

Martínez Ortega, Jorge Alfredo

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: jamartinezortega@gmail.com

Áreas de Interés: Ecología y Conservación de aves.

Trayectoria profesional: Biólogo por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ha colaborado en diversas investigaciones de diferentes grupos de aves, tanto residentes como migratorias en el estado de Chiapas. Desde 2005 colabora en el monitoreo de aves en áreas naturales protegidas, tanto federales como estatales, del estado de Chiapas, primero para el Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE 2005-2007) y actualmente para la Secretaría de Medio Ambiente y Vivienda (Semavi, 2008).

Martínez Salas, Esteban

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: ems@ibiologia.unam.mx

Áreas de Interés: Florística y taxonomía.

Trayectoria profesional: Egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Técnico Académico del Herbario Nacional, Instituto de Biología UNAM. Ha sido asociado al proyecto Flora Mesoamericana. Sus áreas de estudio son Florística y Taxonomía. Ha publicado 40 artículos. Ha colaborado con 10 capítulos en libros. Ha dirigido dos tesis de licenciatura

Medel Ortíz, Rosario

Institución: Universidad Veracruzana (UV) Instituto de Investigaciones Forestales, (INIFOR-UV).

Correo electrónico: romedel@uv.mx

Áreas de Interés: Taxonomía, sistemática, ecología, diversidad y ascomicetes.

Trayectoria profesional: Bióloga por la Universidad Veracruzana, realizó estudios de maestría y doctorado en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Desde 1988, se ha dedicado al estudio de los ascomicetes, ha publicado más de 25 artículos científicos y cuatro capítulos de libros.

Melgarejo, Erika Daniela

Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Correo electrónico: erika.melgarejo@conabio.gob.mx

Áreas de Interés: Planeación y gestión del territorio, conservación de la biodiversidad y política ambiental.

Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias, UNAM, con posgrado en gestión y planeación del territorio por la Universidad Complutense de Madrid-Universidad de Alcalá. Realizó trabajos de consultoría ambiental y facilitación en la Universidad Nacional Autónoma de México, y en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste enfocada a la resolución de conflictos ambientales, ordenación del territorio y zonificación de Áreas Naturales Protegidas. Actualmente, labora en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en el área de Enlace y Estrategias de Biodiversidad donde se encarga desarrollar e implementar políticas ambientales a nivel estatal.

Morales, Helda

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: hmorales@ecosur.mx

Áreas de Interés: Agroecología.

Trayectoria profesional: Bachiller en Biología de la Universidad del Valle de Guatemala, maestría en Manejo Integrado de Plagas en CATIE, Costa Rica y Ph.D. en Recursos Naturales y Ambiente en la Universidad de Michigan. Investigadora de El Colegio de la Frontera Sur. Dicta Agroecolo-

gía y Biodiversidad en Sistemas de Cultivo. Realiza investigación sobre conocimiento tradicional en la agricultura y su impacto sobre la biodiversidad. Autora de 18 publicaciones en revistas científicas internacionales.

Morales García, Beatriz

Institución: Universidad Intercultural del estado de Tabasco.

Correo electrónico: bety331@hotmail.com

Áreas de Interés: Educación Ambiental, ecoturismo y ecología de manglares.

Trayectoria profesional: En 1996 obtuvo la especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental en Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana. De 2003 a 2005 realizó la maestría en Ciencias Biológicas en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Becario Conacyt. Tesis de Maestría: "Estructura del manglar y uso del recurso natural en cuatro localidades de la Reserva de Biosfera "La Encrucijada" Chiapas. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Actualmente es profesor de medio tiempo en la Universidad Intercultural del estado de Tabasco.

Moravec, František

Institución: Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Programa Desierto Chihuahuense.

Correo electrónico: moravec@paru.cas.cz

Áreas de Interés: Biología, ecología y diversidad de nemátodos parasitantes de peces y de algunos vertebrados.

Trayectoria profesional: Su actividad de investigación se ha orientado a estudios de biología ecología y taxonomía de helmintos parásitos de peces y algunos vertebrados. Trabajó en Egipto en 1971-1974 en un proyecto sobre schistosomiasis humana. Durante 1994-1995, trabajó como profesor y director del laboratorio de parasitología en el Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN) en Mérida. Ha publicado 350 artículos científicos y 11 libros. Ha sido organizador o coorganizador de dos simposios internacionales de parásitos de peces y tres cursos internacionales de entrenamiento de ictioparasitología. Actualmente es el encargado del Departamento

de Helminología, del Laboratorio de Nematología y curador de la colección helmintológica del Instituto de Parasitología en la República Checa.

Moreno-Molina, Iván

Institución: UNICACH.

Correo electrónico: ivan_morenomolina@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Taxonomía y conservación de orquídeas.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), ha realizado estudios sobre la flora orquídeológica del Estado de Chiapas. Ha escrito artículos científicos sobre Ecología y Conservación de orquídeas, principalmente de aquellas catalogadas como en peligro de extinción.

Morfin Rios, Jorge

Institución: Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM.

Correo electrónico: soteroqm@hotmail.com, ambiofbc@prodigy.net.mx; ambiofb@prodigy.net.mx.

Áreas de Interés: Recursos naturales.

Trayectoria profesional: Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios de la Universidad de Guadalajara. Ha participado en proyectos de ecología y manejo forestal, y colaborado en la elaboración y aplicación de programas de manejo del fuego en ANP, así como en la capacitación para manejo de combustibles. Se centra en la investigación aplicada de ecología del fuego en ecosistemas templados y tropicales, y realiza estudios sobre la cuantificación de combustibles forestales, regímenes de fuego, consumo de biomasa y emisiones a la atmósfera.

Muñoz Alonso, Luis Antonio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: amunoz@ecosur.mx

Áreas de Interés: Conservación de la biodiversidad.

Trayectoria profesional: Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM. Es Técnico Académico Titular de El Colegio de la Frontera Sur y Curador de la Colección Herpetológica. Sus estudios se han enfocado a la fragmentación del hábitat y sus efectos sobre la diversidad. Actualmente desarro-

Illa estudios sobre declinación de poblaciones de anfibios en México. Ha asesorado 18 tesis de licenciatura, publicado 26 artículos científicos y presentado 43 ponencias en congresos.

Naranjo García, Edna

Institución: Insituto de Biología, UNAM.
 Correo electrónico: naranjo@ibiologia.unam.mx; naranjo@servidor.unam.mx
 Áreas de Interés: Malacología continental.
 Trayectoria profesional: Egresada de Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó Posgrado Universidad de Arizona. Es investigadora del Instituto de Biología, Curadora de Colección Nacional de Moluscos. Estudia taxonomía y biogeografía. Presentó 75 ponencias congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido dos tesis licenciatura y posgrado. Ha publicado 35 artículos científicos, tres en extenso memorias, 10 divulgación, 12 capítulos libros. Ha editado un libro, memorias de un congreso y compilado trabajos en seminario.

Naranjo Piñera, Eduardo Juan

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).
 Correo electrónico: enaranjo@ecosur.mx
 Áreas de Interés: Ecología, conservación y uso sustentable de fauna silvestre en Mesoamérica.
 Trayectoria profesional: Doctor en Ecología y Conservación de Fauna Silvestre (Universidad de Florida, EUA) y Maestro en Manejo de Vida Silvestre (Universidad Nacional de Costa Rica). Es profesor de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas desde 1987, e investigador en El Colegio de la Frontera Sur desde 1995.

Nigh Nielsen, Ronald

Institución: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social (CIESAS).
 Correo electrónico: rbnigh@gmail.com
 Áreas de Interés: Ecología humana.
 Trayectoria profesional: Estudió en el Departamento de Antropología de Stanford University. Actualmente es profesor/investigador del CIESAS-Sureste e investiga la cultura maya; la memoria cultural, educación y biodiversidad; y aspectos la transición de la agricultura campesina hacia formas sustentables de producción y

comercialización.

Novelo Maldonado, Eberto

Institución: Facultad de Ciencias, UNAM.
 Correo electrónico: enm@fciencias.unam.mx; novelo@unam.mx
 Áreas de Interés: Florística y taxonomía de algas continentales.
 Trayectoria profesional: Licenciatura, Maestría y Doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Imparte cursos en licenciatura, posgrado y profesores en la UNAM. Sus investigaciones apoyadas por UCMEXUS-Conacyt, Conacyt y PAPIIT-UNAM. Investiga sobre el Biodeterioro algal en monumentos arqueológicos mayas y Ficoflorística de ambientes kársticos en Yucatán y Quintana Roo. Ha dirigido ocho tesis de licenciatura y seis de Maestría. Ha publicado 17 artículos de investigación y 17 de difusión, y tiene 73 ponencias internacionales y nacionales.

Ocampo Cázares, Margarita

Institución: Pronatura A.C.
 Correo electrónico: margarita@pronatura-sur.org
 Áreas de Interés: Conservación voluntaria, áreas naturales protegidas y participación comunitaria.
 Trayectoria profesional: Desde 1995 trabajó en áreas naturales protegidas: La Encrucija en la Costa de Chiapas y posteriormente en Montes Azules en la Selva Lacandona. Coordinación de las reservas voluntarias Huitepec y Moxviquil ubicadas en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. En 2002 estableció el programa conservación voluntaria en Pronatura Sur y hasta 2009 se dedicó a la promoción de los mecanismos voluntarios de conservación en Chiapas.

Orihuela Belmonte, Edith

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)-Unidad Villahermosa.
 Correo electrónico: oeditheo@hotmail.com
 Áreas de Interés: Manejo integral de cuencas hidrográficas, cambio climático y monitoreo de captura de carbono.
 Trayectoria profesional: Licenciatura en Biología Pesquera, Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestría en Ecosur. Estudiante de Doctorado en

Ecosur Tesis de investigación con aspectos relacionados a cambio climático y monitoreo de captura de carbono en selvas y acahuales. Labora en Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE): 2002-2009. Dirección de investigación, ha dirigido tres proyectos de investigación sobre Fortalecimiento para el Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Participado en siete artículos científicos y tres de divulgación.

Ovalles Damián, Ernesto

Institución: Consultor independiente.

Correo electrónico: ernest1313@hotmail.com

Áreas de Interés: Peces fósiles.

Trayectoria profesional: Biólogo, con formación paleontológica y maestría en agroecología tropical, coordinador de proyectos enfocados a la producción de peces y protección de la biodiversidad. Coordinó el proyecto Rescate del Patrimonio Paleontológico de Chiapas del 2000 al 2008. En la actual Semahn ha participado con ponencias en temas paleontológicos, en congresos nacionales e internacionales. Ha publicado escritos científicos y es el primer chiapaneco que estudia los peces fósiles de la entidad.

Parra Vázquez, Manuel Roberto

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: mparra@ecosur.mx

Áreas de Interés: Desarrollo local y cambio tecnológico.

Trayectoria profesional: Su interés se centra en la generación de posibles alternativas de desarrollo rural regional. Coordina investigaciones en áreas campesinas con un enfoque histórico-geográfico, que integra las escalas familiar-comunitaria-regional, con un enfoque interdisciplinario. Actualmente estudia los Modos de Vida de las comunidades campesinas, los procesos de formación y consolidación de organizaciones de productores, la formación de redes de cooperación y el diseño de política públicas para el desarrollo local.

Penilla Navarro, Patricia

Institución: CISEI Instituto Nacional de Salud Pública.

Correo electrónico: penilla@insp.mx

Áreas de Interés: Control de enfermedades y plaguicidas.

Trayectoria profesional: Doctora en Ciencias de la School of Biosciences en United Kingdom (Great Britain). Su tema de interés es el control de enfermedades transmitidas por vectores y resistencia a plaguicidas. Es investigadora en el Centro Regional de Investigación en Salud Pública de Tapachula, Chiapas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Perales Rivera, Hugo

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: hperales@ecosur.mx

Áreas de Interés: Conservación de recursos genéticos agrícolas, etnobotánica, agroecología.

Trayectoria profesional: Agrónomo (ITESM), Botánico (Colegio de Postgraduados) y doctor en Ecología (Universidad de California, Davis). Actualmente es investigador en Ecosur (San Cristóbal) donde ha sido Jefe del Departamento de Agroecología y Director del Área Académica de Sistemas de Producción Alternativos. Su principal interés es el proceso evolutivo reciente de las razas y variedades tradicionales de maíz en México. Ha publicado más de 30 artículos en libros y revistas internacionales y nacionales y es miembro del SNI.

Pérez Chirinos, Servio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: sperez@ecosur.mx

Áreas de Interés: Flujo genético, el impacto ambiental, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgos y la gestión de riesgos y desastres.

Trayectoria profesional: Candidato a doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, por El Colegio de la Frontera Sur. Especializado en el manejo de recursos naturales, ha sido docente en la UAM, la UNAM, el ITESM y la Unich. Profesionalmente se ha desempeñado dentro de la administración pública federal, en áreas relacionadas con el ordenamiento ecológico y la conservación de los ecosistemas. Actualmente su interés profesional se centra en el análisis del flujo genético entre poblaciones comercialmente aprovechadas y en el trabajo de formación de capacidades comunitarias para la disminución de riesgos por desastres.

Pérez Farrera, Miguel Ángel

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: perezfarreram@yahoo.com.mx
 Áreas de Interés: Sistemática vegetal. Ecología de comunidades y poblaciones. Conservación de la Biodiversidad. Florística y vegetación de áreas naturales protegidas de Chiapas.
 Trayectoria profesional: Profesor de botánica desde 1995 e investigador de la escuela de Biología. Investigador nacional nivel I desde 2004. Desde 1998 es encargado del herbario Eizi Matuda de la escuela de Biología.

Pérez Grovas, Garza Víctor

Institución: Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (Idesmac).
 Correo electrónico: victorpgrovas@gmail.com
 Áreas de Interés: Agroecología.
 Trayectoria profesional: Ingeniero agrónomo y Maestro en Ciencias en Desarrollo Rural Regional por la Universidad Autónoma Chapingo. Asesor de la Coordinadora de Pequeños Productores de Café de Chiapas, Coopcafé y de Comercio Justo México, A. C.

Pérez Ovando, Erika Cecilia

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.
 Correo electrónico: erika_cpo@yahoo.com.mx
 Áreas de Interés: Ecología y Taxonomía de macromicetos.
 Trayectoria profesional: Egresada de la licenciatura en Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Actualmente labora en el Herbario HEM de la UNICACH, donde realiza su tesis de grado.

Pizano Portillo, Arturo

Institución: Gobierno del Estado de Jalisco Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila, (Gov. Jal.).
 Correo electrónico: arturo.pizanop@gmail.com
 Áreas de Interés: Manejo de recursos naturales y desarrollo rural.
 Trayectoria profesional: Egresado de la Universidad Autónoma de Puebla, Coordinó un Sector de Manejo y Conservación en Sierra de Manantlán

como gestor comunitario e institucional. Maestría en recursos naturales y desarrollo rural en Ecosur. Coordinó Programa Regional Selva Zoque en Pronatura Chiapas A.C. Ha sido consultor en manejo de recursos naturales y gestor para el fortalecimiento de organizaciones. Tres publicaciones. Actual Director de organismo público descentralizado para la gestión ambiental.

Ponce Díaz, Pilar

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNICACH).
 Correo electrónico: pponce@unach.mx
 Áreas de Interés: Recursos fitogenéticos tropicales.
 Trayectoria profesional: Bióloga, Facultad de Ciencias de la UNAM. Maestría en Genética (Colegio de Postgraduados). Especialista en Recursos Fitogenéticos y Doctora en Ciencias por Universidad Politécnica de Madrid. Imparte cátedra de Recursos Fitogenéticos y de Biotecnología en Facultad de Ciencias Agronómicas, UNICACH. Líder del Cuerpo Académico Recursos Fitogenéticos Tropicales y Directora de Posgrado de la UNICACH. Tiene diversas publicaciones, ha presentado ponencias en foros nacionales e internacionales. Dirigido tesis de licenciatura y posgrado.

Pulido Luna, Jorge

Institución: Comisión Forestal Sustentable del Estado de Chiapas.
 Correo electrónico: jorgepulidoluna@gmail.com; jorge.pulido@cofosech.chiapas.gob.mx
 Áreas de Interés: Incendios forestales, manejo del fuego.
 Trayectoria profesional: Egresado de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Realizó planes comunitarios de manejo del fuego dentro de la Región de Marques de Comillas, en la Selva Lacandona para La Cooperativa AMBIO con recursos del FMCN. Actualmente es Coordinador Estatal del Proyecto Prevención y Combate de Incendios Forestales del Gobierno del Estado de Chiapas.

Quechulpa Montalvo, Sotero

Institución: Cooperativa AMBIO SC de RL.
 Correo electrónico: soteroqm@hotmail.com; ambiofb@prodigy.net.mx
 Áreas de Interés: Servicios ambientales, manejo

del fuego, sistemas agroforestales.

Trayectoria profesional: Egresado del departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Actualmente es director técnico del Programa Scolel te de Manejo de Recursos naturales y Captura de carbono en la Coop. AMBIO. Ha trabajado con organizaciones campesinas del Estado de Chiapas y participado en el diseño y ejecución de diversos proyectos sobre Servicios ambientales y manejo del fuego. Es coautor de 3 publicaciones.

Quintero Díaz, Gustavo Ernesto

Institución: Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

Correo electrónico: gequintmx@yahoo.com.mx; gequintmx@hotmail.com

Áreas de Interés: Fauna silvestre y declinación de anfibios.

Trayectoria profesional: Biólogo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en el Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). Técnico académico, Profesor de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Jefe del Departamento de Zoología del IMAE. Coautor de dos libros sobre Anfibios y Reptiles de Aguascalientes (1997 y 2005). Ha publicado 16 artículos internacionales y dos nacionales. Ha presentado 26 ponencias en Congresos nacionales y tres internacionales. Dirige dos tesis de licenciatura y cinco talleres de investigación. Responsable de dos proyectos de investigación apoyados por CONABIO, UICN y Red de Análisis para Anfibios Neotropicales Amenazados. Evaluador de la UICN en el Taller de Reptiles de México, y evaluador del Taller Pronatura / The Nature Conservancy sobre Anfibios y Reptiles del centro y occidente de México. Presidente del Grupo "Conservación de la Biodiversidad del Centro de México" A. C.

Quiroga Madrigal, Ricardo René

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH).

Correo electrónico: pponce@unach.mx

Áreas de Interés: Recursos fitogenéticos.

Trayectoria profesional: Egresado Universidad Autónoma Chapingo. Maestría en Fitopatología, Colegio de Postgraduados. Doctorado en Auburn University en Alabama. Profesor Facultad de

Ciencias Agronómicas y Director de Investigación de la UNACH. Ha presentado ponencias nacionales e internacionales; autor de publicaciones con temas en fitopatología y uso de leguminosas como restauradoras de suelos en revistas nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura y posgrado. Es responsable de un proyecto de investigación en *Jatropha* sp. apoyado por Conacyt-Fomix-Chiapas.

Ramírez García, Pedro

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: armora9@gmail.com; armora@servidor.unam.mx

Áreas de Interés: Ecología de comunidades de plantas acuáticas, particularmente de pastos marinos y manglares.

Trayectoria profesional: Egresado de la Licenciatura en Biología de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM (1983) y, de la Maestría en Ciencias (Biología), por la Facultad de Ciencias, UNAM en 1991. Ha publicado varios artículos sobre ecología de comunidades de plantas acuáticas en revistas nacionales arbitradas y, en revistas internacionales indexadas, principalmente sobre ecología de manglares y praderas de pastos marinos. Ha participado como autor en la publicación de manuales de campo y laboratorio, capítulos de libros, y en libros sobre el estudio de las plantas acuáticas en México.

Ramírez-Guevara, Nadia

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: rrodiles@ecosur.mx

Ramírez Marcial, Neptalí

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: nramirez@ecosur.mx

Áreas de Interés: Ecología de comunidades; restauración ecológica; macroecología.

Trayectoria profesional: Biólogo (1989, UNAM), Maestro en Ciencias con especialidad en Botánica (Colegio de Postgraduados, Montecillo, México) y Doctor en Ecología y Manejo de Recursos Naturales (Instituto de Ecología, A. C.). Se interesa por la ecología vegetal en diferentes escalas y pone especial énfasis en la ecología de

la regeneración de especies arbóreas, uso sostenible de árboles y en la restauración de ambientes humanizados en bosques y selvas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I) y de varias sociedades académicas entre las que destaca la Society for Ecological Restoration.

Ramírez Mota, Galtier Marcos

Institución: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Delegación Chiapas.

Correo electrónico: gmarcos_rm@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Diversidad de aves, áreas naturales protegidas y transformadas.

Trayectoria profesional: Biólogo egresado de la Facultad de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 2008. Realizó investigación ornitológica en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, obteniendo su tesis de licenciatura con el apoyo de la Semahn.

Ramos A., Clara H.

Institución: Consultor independiente.

Áreas de Interés: Taxonomía y florística.

Trayectoria profesional: Egresada de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha impartido clases en la Universidad Veracruzana, la Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad Nacional Autónoma de México. Su área de estudio se concentra en Taxonomía y Florística. Ha publicado en ambos temas.

Ramos Hernández, Silvia

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: silviaramosh@gmail.com; labctyma@gmail.com

Áreas de Interés: Manejo y conservación de suelos, riesgos y vulnerabilidad.

Trayectoria profesional: Realizó su formación de Licenciatura en Biología, Maestría y Doctorado en Ciencias, en la Facultad de Ciencias de la UNAM donde fue profesor investigador. Desde 1999, profesor investigador en la Escuela de Biología de la UNICACH, responsable del Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, del Centro de Monitoreo Volcanológico-Sismológico y del Plan Ambiental Universitario. Ha impulsado las Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente en la UNICACH.

Rangel Salazar, José Luís

Institución: Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres. (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: jlrange@ecosur.mx

Áreas de Interés: Ecología para la conservación de las aves neotropicales y sus hábitats.

Trayectoria profesional: Licenciatura de la UNAM (1990), Maestría en Ciencias PRMVS-UNA, Costa Rica (1995), y Doctorado en Ecología y Conservación UBC-Vancouver, Canadá (2005).

Actualmente investigador Titular en el Colegio de la Frontera Sur. Como asistente e investigador en Ciqro-Ecosur, he realizado estudios dirigidos a entender los mecanismos que explican los patrones de distribución, abundancia, historia de vida y comportamiento de poblaciones y comunidades de aves acuáticas y terrestres en ecosistemas del sur de México y Costa Rica. Mi meta es la investigación, educación y vinculación en ecología, conservación y evolución de poblaciones y comunidades de aves Neotropicales. Mis intereses se centran en entender los factores y mecanismos que controlan o limitan las tasas de crecimiento poblacional e identificar las características de historia de vida que les permiten a las aves responder a cambios ambientales tanto naturales como inducidos por las actividades humanas. Otro de mis propósitos es explorar la dimensión acústica en ecología y conservación, y promover metodologías y herramientas de comunicación científica.

Rendón Campos, María Concepción

Institución: Colegio de Bachilleres de Chiapas, plantel 35 Tuxtla Norte, (Cobach 35).

Correo electrónico: maryconyrendon@hotmail.com

Áreas de Interés: Paraescolares.

Trayectoria profesional: Egresada de biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Pertenece al Grupo de Educadores Ambientales del Estado de Chiapas, donde ha realizado diferentes eventos de capacitación para Educadores Ambientales, como cursos, talleres y dos diplomados en educación ambiental, además de participar en la elaboración del Plan Estatal de Educación Ambiental de Chiapas. Actualmente labora como docente en el Colegio de Bachilleres del Estado de Chiapas.

Retana Alumbrosos, Javier

Institución: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

Correo electrónico: javier.retana@uab.es

Áreas de Interés: Respuestas ecológicas de los ecosistemas mediterráneos al fuego, dinámica forestal bajo cambio climático, investigación sobre gestión forestal en escenarios de cambio global.

Trayectoria profesional: Licenciado en biología y doctor en Ecología actualmente es el director del Creaf (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) ubicado en Barcelona, España. Ha trabajado extensamente en ecología del fuego en ecosistemas mediterráneos, en aspectos relacionados con estrategias reproductivas después de incendios intensos, en caracterización de la estructura forestal y su rol como condicionante de la severidad de un incendio. En la última década el Dr. Retana está trabajando intensamente en temas de carbono forestal y aspectos diversos de dinámica forestal y cambio climático en regiones mediterráneas.

Reyes Escutia, Felipe

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: freyes@unicach.edu.mx

Áreas de Interés: Educación ambiental, conservación de la biodiversidad y sustentabilidad.

Trayectoria profesional: Biólogo por la UNAM. Maestro en Ciencias, Universidad de Guadalajara. Doctor Cum Laude Universidad Autónoma de Madrid. Coordinador del Laboratorio-Taller Educación Ambiental y sustentabilidad de la UNICACH. Director proyecto de investigación Universidad, formación ambiental profesional y sustentabilidad. Miembro Sistema Estatal de Investigadores. Líder del Cuerpo Académico Conservación y Biodiversidad. 18 publicaciones académicas. Premio Estatal de Protección Ambiental 1999. Miembro de siete asociaciones académicas nacionales e internacionales.

Reyes Hartmann, Cynthia

Institución: Tierra Verde Naturaleza y Cultura A. C.

Correo electrónico: cyntiahartmann@tierra-verde.org; cyntiahartmann@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Biología de la conservación,

educación ambiental, diagnóstico social y comunitario y sustentabilidad.

Trayectoria profesional: Bióloga, egresada de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH); actualmente es directora de Tierra Verde, Naturaleza y Cultura A.C. Ha participado en diversos proyectos enfocados a la sustentabilidad y que abordan el enfoque de investigación biológica y social, así como también en la gestión de la conservación de áreas de importancia socioambiental, en proyectos de diagnóstico ambiental comunitario, recuperación de saberes ambientales y elaboración de programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas. En el tema de la difusión, ha participado en el periódico El Heraldo de Chiapas y el semanario Sal Lunes donde escribe artículos relacionados con el medio ambiente. Ha participado como voluntaria en diversas organizaciones como Women's Global Network for Reproductive Rights (WGNRR) en Amsterdam, Holanda, y el Zoológico Miguel Álvarez del Toro en Chiapas, México.

Riechers Pérez, Alejandra

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: alexriechers@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Mamíferos silvestres y su interacción con los agroecosistemas y las comunidades rurales.

Trayectoria profesional: Bióloga por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y Maestra en Agroecología Tropical por la Universidad Autónoma de Chiapas. Desde 1998 ha sido responsable de la Colección Mastozoológica del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, actualmente Semahn. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores desde 2005. Ha participado en varios proyectos de investigación, dirigido y asesorado tesis de licenciatura, y ha publicado contribuciones científicas y de divulgación.

Rivera Velásquez, Gustavo

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: grivera@unicach.edu.mx; rivegu@hotmail.com

Áreas de Interés: Evaluación pesquera y acuicultura.

Trayectoria profesional: Egresado de la FES-

Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó una Maestría en Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorio. Es candidato a Doctor en Ciencias por la UNAM. Actualmente es profesor de tiempo completo en la Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas donde imparte cátedras de zoología de artrópodos, limnología y acuicultura. Es responsable del Laboratorio de evaluación pesquera y acuicultura donde realiza estudios para la evaluación de pesquerías y de aspectos relacionados al crecimiento de especies nativas en cautiverio.

Rodiles Hernández, Rocío

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: rrodiles@scl.ecosur.mx

Áreas de Interés: Ictiología.

Trayectoria profesional: Bióloga y Doctora en Ciencias (Biología) por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Con estudios posdoctorales en la Academia de Ciencias de Filadelfia y en la Universidad de Texas. Se desempeña como Investigadora Titular, adscrita al Departamento de Ecología y Sistemática Acuática y responsable de la Colección de Peces (ECOSC) de San Cristóbal en Ecosur. Participa desde 1995 en el curso de Manejo de Vida Silvestre en el Posgrado de la misma institución. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Ha presentado 30 ponencias en congresos, publicado 27 contribuciones científicas y de difusión; y dirigido 20 proyectos de investigación. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Rodríguez Chávez, Oscar

Institución: Comisión Nacional Forestal (Conafor).

Correo electrónico: orodriguezch@conafor.gob.mx

Áreas de Interés: Asistencia Técnica, Capacitación y Adiestramiento.

Trayectoria profesional: Egresado de Ingeniería en Restauración Forestal de la Universidad Autónoma Chapingo, especialista en combustibles forestales, quemadas prescritas, comportamiento del fuego y manejo de fuego. Ha ejecutado proyectos de investigación y de gestión interinstitucional en el Norte de México y el Estado de Chiapas, en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y en Pronatura Chiapas A.C.

Rodríguez Jiménez, Adriana

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: agrirodriguez@yahoo.com

Áreas de Interés: Entomología, Conservación de la biodiversidad.

Trayectoria profesional: Bióloga, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Colaboró desde el 2000 con el Instituto de Historia Natural, centrando su interés en la Clase Insecta (Coleoptera y Lepidoptera). Ha realizado actividades de difusión y educación ambiental en las áreas naturales estatales. Actualmente cursa la Maestría en Ecosur, y su tesis se centra en estudiar aspectos relacionados con la respuesta de distintos grupos funcionales de insectos a los cambios en la composición del hábitat.

Román Cuesta, Rosa María

Institución: Universidad Técnica de Munich (TUM).

Correo electrónico: sucre3@yahoo.com

Áreas de Interés: Manejo del fuego.

Trayectoria profesional: Finalizó su doctorado en la Universidad Autónoma de Barcelona-Creaf, en el 2002, con una beca de la Unión Europea. Su investigación se centró en la caracterización espacio-temporal de los incendios en el trópico mexicano y las influencias climáticas y humanas que los originan. Rosa María tiene especial interés en la situación del fuego en Áreas Naturales Protegidas y el mundo de los créditos de carbono. Ha trabajado con incendios y sequía en la Amazonía de Brasil y actualmente investiga sobre incendios en los Andes del Sur de Perú.

Román Dañobeytia, Francisco

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: franjroman@hotmail.com

Áreas de Interés: Etnobotánica, manejo forestal, restauración ecológica y silvicultura tropical.

Trayectoria profesional: Amplia experiencia en el diseño de estrategias para el manejo sustentable de recursos forestales, así como en la arboricultura urbana, la evaluación del conocimiento ecológico tradicional y la restauración ecológica. Ha llevado a cabo numerosos inventarios de recursos naturales y proyectos relacionados con la silvicultura.

Rosales Esquinca, María de los Angeles

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH).

Correo electrónico: pponce@unach.mx

Áreas de Interés: Bioquímica y microbiología, conservación, caracterización y sanidad de especies vegetales.

Trayectoria profesional: Egresada Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Maestría y Doctorado en Ciencias en la misma institución. Profesora-investigadora de la Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH). Imparte cátedras de Bioquímica y Microbiología. Responsable del Laboratorio de Recursos Fitogenéticos, estudia aspectos relacionados con la conservación, caracterización y sanidad de especies vegetales. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores. Ha dirigido seis tesis de licenciatura y responsable de un proyecto de investigación sobre propagación de timpinchile, apoyado por el SIINV-UNACH

Ruan Soto, Felipe

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: ruansoto@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Etnobiología, micología, diversidad de macromicetos.

Trayectoria profesional: Egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Maestro en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por Ecosur. Actualmente es Profesor en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas donde imparte el curso de Micología. Encargado de la Colección de Macromicetos. Líneas de investigación: etnomicología, etnobiología, taxonomía y ecología de macromicetos. Autor de seis artículos científicos y numerosas ponencias en congresos nacionales e internacionales

Rubio Delgado, Laura

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: lrd69mx@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Conservación de la biodiversidad, manejo de sistemas agroforestales, ecología de aves y restauración ecológica.

Trayectoria profesional: Bióloga por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en El Cole-

gio de la Frontera Sur (Ecosur). Obtuvo su grado de maestría en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural en 2001; en 2007, en la misma institución, realizó la especialidad en desarrollo ecológico de plantaciones forestales, con orientación en restauración ecológica. Desde 1995 ha participado en diversos proyectos de investigación en temas de ecología de aves, restauración, agroforestería y conservación de la biodiversidad en varias instituciones del país. Actualmente, participa como investigadora asociada en Ecosur en proyectos de innovación socioambiental en diferentes regiones de Chiapas.

Ruiz de la Oña, Plaza Celia

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: celia_ruizdeona@yahoo.com

Áreas de Interés: Estrategias de conservación y gestión de los recursos naturales, gobernanza ambiental, desarrollo sustentable, sistemas agroforestales, pagos por servicios ambientales.

Trayectoria profesional: Candidata a doctora en el programa de Ecología y Desarrollo Sustentable de Ecosur con el tema Pagos por Servicios Ecosistémicos: hacia la construcción de una red de gobernanza ambiental. M. C. en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por Ecosur. Licenciada en Ciencias Ecológicas, esp. Conservación y Gestión Ecológicas, Universidad de Edimburgo, UK. Licenciada en Ciencias de la Comunicación, esp. en RRII y política medioambiental en A.L. UPV. 2007. Proyecto Estufas Ahorradoras de Leña en Chiapas. Manos Unidas, AMBIO y COCYTECH.

Ruiz Montoya, Lorena

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: lruiz@ecosur.mx

Áreas de interés: Genética de poblaciones y evolución de insectos en ambientes agrícolas y áreas protegidas de Chiapas.

Trayectoria profesional: Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es Investigadora de El Colegio de la Frontera Sur. Sus áreas de interés es la genética de poblaciones y evolución de insectos en ambientes agrícolas y áreas protegidas de Chiapas. Es candidata del Sistema Nacional de Investigadores.

Ruiz Tovilla, Sayma Delfina

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH).

Correo electrónico: pponce@unach.mx

Áreas de Interés: Agroecología.

Trayectoria profesional: Es Ingeniero Agrónomo egresada de la Universidad Autónoma de Chiapas. Estudió una Maestría en Agroecología Tropical. Laboró en la Cooperativa de Pimienta Jotiquetz de Copainalá, lo que le dio una amplia visión sobre este recurso y actualmente trabaja en el Instituto de Bioenergéticos y Energías Alternativas del estado, en torno al cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Saldívar Moreno, Antonio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: asaldivar@ecosur.mx

Áreas de Interés: Educación y participación social.

Trayectoria profesional: Geógrafo por la UNAM estudió la Maestría en Desarrollo Rural en Chapingo; realizó estudios de Doctorado en la Universidad de Salamanca, España. Investigador Línea Culturas y educación, profesor cursos Pobreza y desarrollo sustentable y Acción social y educación en Ecosur. Es Director Innovación educativa (antes Casa ciencia). Ha escrito cinco artículos arbitrados y siete de divulgación, siete capítulos y dos libros sobre temas de educación intercultural, desarrollo y participación social.

Salgado Maldonado, Guillermo

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: gsalgado@ibiologia.unam.mx

Áreas de Interés: Parasitología de animales silvestres, Helmintos parásitos de peces, Taxonomía, Biogeografía y Ecología.

Trayectoria profesional: Biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias Biológicas. Investigador Titular "C" UNAM, Instituto de Biología. Profesor Definitivo, Facultad de Ciencias. SNI II. Trabajos científicos publicados en revistas indizadas: 92. Docencia: licenciatura y posgrado.

Salvatierra Izaba, Ernesto Benito

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: bsalvati@ecosur.mx

Áreas de Interés: Evaluación de Programas y Políticas Sociales.

Trayectoria profesional: Médico Cirujano (UNAM); Maestro en Medicina Social (UAM-X); Especialista en Epidemiología Aplicada (CDC-Atlanta EUA/SSA-México); Doctorado en Estudios del Desarrollo Rural (COLPOS), con especialidad de Evaluación de Políticas Públicas. Desde marzo de 1993 es investigador de tiempo completo. Actualmente Titular B en El Colegio de la Frontera Sur. Miembro del SNI Nivel I desde el año 2001.

Sánchez Cortés, María Silvia

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: mariasilviasc@hotmail.com

Áreas de Interés: Percepciones ambientales, representaciones sociales de cambio climático, educación ambiental y enseñanza de la ciencia.

Trayectoria profesional: Bióloga de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realizó una Maestría en Educación Ambiental en la Universidad de Guadalajara. Doctora en Ciencias Biológicas por la UNAM, Profesora de la Escuela de Biología de la UNICACH, donde imparte las asignaturas de Historia y Filosofía de la Ciencia, Modelos alternativos de investigación y Seminario de investigación. Colaboradora del Laboratorio de Ciencia y Sociedad. Ha dirigido siete tesis de licenciatura, es integrante del Cuerpo Académico Recursos Fitogenéticos y Sustentabilidad en Chiapas. Miembro de la Academia Nacional de Educación Ambiental. Investigador estatal Nivel II (SEI-COCYTECH) y miembro del Sistema de Investigadores (SNI Nivel II)

Sánchez González, Antonio

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de las Casas).

Correo electrónico: asanchez@ecosur.mx

Áreas de Interés: Restauración de áreas degradadas.

Trayectoria profesional: Participación en la restauración de áreas degradadas en la Comunidad de Nueva Palestina, Selva Lacandona, Ocosingo, Chiapas.

Sánchez Pardo, María Fernanda

Institución: Enlace legislación, ambiente y sociedad, Enlace.

Correo electrónico: mafersanchez70@hotmail.com
 Áreas de Interés: Legislación ambiental.
 Trayectoria profesional: Licenciada en Derecho con Maestría en Derecho Ambiental por la George Washington University, Washington DC, EUA. Especialista en derecho ambiental, trabaja temas de acceso a recursos naturales, desarrollo forestal sustentable, pago por servicios ambientales y formas de asociación colectiva. Ha trabajado en el sector de organizaciones no gubernamentales como el CEMDA A.C. y actualmente es socia fundadora de Enlace, legislación, ambiente y sociedad S.C.

Santiago Marroquín, Geremías

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH).
 Correo electrónico: pponce@unach.mx
 Áreas de Interés: Conservación de recursos fitogenéticos.
 Trayectoria profesional: Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Autónoma de Chiapas. Realizó una Maestría en Agroecología Tropical y es una persona muy interesada en el conocimiento y conservación de los recursos fitogenéticos de la Depresión Central de Chiapas. Representante en Chiapas del Movimiento Mesoamericano por la Paz.

Saucedo Martínez, Héctor

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas (UNACH).
 Correo electrónico: pponce@unach.mx
 Áreas de Interés: Agronomía.
 Trayectoria profesional: Egresado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Investigador del INIFAP. Profesor de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, donde imparte cátedras de Estadística y Cálculo. Ha asesorado y dirigido diversos trabajos de tesis.

Siciliano, Giuseppina

Institución: Escuela de Estudios Avanzados de Venecia (SSAV), Italia.
 Correo electrónico: giuseppina.siciliano@gmail.com
 Áreas de Interés: Economía ecológica, desarrollo rural, análisis multicriterio social, sustentabilidad

en áreas rurales, análisis multiescala, instrumentos participativos.

Trayectoria profesional: Egresada de la Facultad de Economía Ambiental de la Universidad de Siena en Italia. Realizó una Maestría en Economía Ecológica y Gestión Ambiental en la Universidad Autónoma de Barcelona. Ha trabajado como investigadora en el Consejo Nacional de Investigación de Italia. Ha realizado una estancia de investigación en el Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). Actualmente es estudiante del doctorado en Análisis y Gobernanza del Desarrollo Sustentable de la Escuela de Estudios Avanzados en Venecia (SSAV), Italia.

Solís Marín, Francisco Alonso

Institución: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
 Correo electrónico: fasolis@icmyl.unam.mx
 Áreas de Interés: Taxonomía alfa y molecular de equinodermos ecología de equinodermos equinodermos de mar profundo.
 Trayectoria profesional: Estudió su licenciatura en la Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, su maestría en la Facultad de Ciencias UNAM, y su doctorado en la University of Southampton, Inglaterra. Actualmente trabaja en el Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICML, UNAM. Ha publicado, a la fecha, 49 trabajos científicos en revistas arbitradas nacionales e internacionales, 23 capítulos de libros, 6 libros y/o manuales, 13 trabajos de divulgación. Ha descrito nuevos taxa de equinodermos para distintas áreas del mundo, ha presentado 83 trabajos en congresos nacionales, y 37 trabajos en congresos internacionales. Ha participado en 13 proyectos (9 de ellos como director). Ha disfrutado de 30 estancias de trabajo en diversas instituciones nacionales y de otros países. Ha dirigido 22 tesis, 15 de licenciatura y 7 de maestría, al momento se encuentra dirigiendo seis tesis (dos de doctorado, tres de maestría y una de Licenciatura), es responsable de varios proyectos de investigación apoyado por Conacyt, CONABIO, PAPIIT, UNAM, etc. En la actualidad, ocupa el Nivel C del PRIDE y desde el 1º de enero del año 2008 es Investigador Nacional Nivel II del Sistema Nacional de Investigadores (SNI, Conacyt).

Soria Barreto, Miriam

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: rrodiles@ecosur.mx

Áreas de Interés: Biología, ecología y taxonomía de peces.

Trayectoria profesional: Bióloga y Maestra en Ciencias por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable en El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). Ha presentado 15 ponencias en congresos nacionales e internacionales, publicado seis artículos científicos y participados en cinco proyectos de investigación.

Soto Galera, Eduardo

Institución: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB-IPN).

Trayectoria profesional: Licenciatura en Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN (1982-1987). Realizó su Maestría en Ecología en la misma institución (1990-1993). Profesor Titular "B" Depto. de Zoología y del Posgrado en Biociencias de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

Soto Pinto, Lorena

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: lsoto@ecosur.mx

Áreas de Interés: Agroforestería y captura de carbono.

Trayectoria profesional: Investigadora del Dpto. de Agroecología de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) realiza investigación en café y captura de carbono. Profesora del curso de Agroforestería. Directora del Área de Sistemas de Producción de Ecosur.

Terrazas Salgado, Teresa

Institución: Instituto de Biología, UNAM.

Correo electrónico: tterrazas@ibiologia.unam.mx

Áreas de Interés: Sistemática, Anatomía sistemática y funcional.

Trayectoria profesional: Realizó la licenciatura en la UNAM, la maestría en el Colegio de Postgraduados y el doctorado en la Universidad de

Carolina del Norte en Chapel Hill. Hasta 2005 trabajó en el Colegio de Postgraduados y desde 2006 se incorporó al Instituto de Biología, UNAM. Una de sus líneas de investigación es la anatomía sistemática de diversos grupos de plantas, principalmente la familia Cactaceae. Tiene 68 publicaciones y 23 estudiantes de posgrado graduados.

Tevera Acuña, María del Carmen

Institución: Colegio de Bachilleres de Chiapas, plantel 35 Tuxtla Norte, (Cobach 35).

Correo electrónico: acutevera@hotmail.com

Áreas de Interés: Educación ambiental para la sustentabilidad, trabajo comunitario y trabajo con jóvenes de educación media superior.

Trayectoria profesional: Docente de nivel bachillerato, fundadora del programa de brigadas ecológicas juveniles para el Colegio de Bachilleres de Chiapas, colaboradora del Plan Estatal de Educación Ambiental para el Estado de Chiapas, miembro del Grupo de Educadores Ambientales de Chiapas (GEAM), coautora del Manual de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos, Escuela Limpia en Chiapas editado por la Semarnat, Delegación Federal en el año 2007.

Tinoco Ojanguren, Rolando

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: rtinoco@ecosur.mx

Áreas de Interés: Representaciones sociales de la pobreza, del género, la sustentabilidad y el ambiente.

Trayectoria profesional: Ingeniero agrónomo por la Universidad Autónoma de México. Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural del El Colegio de la Frontera Sur. Técnico Académico Titular del Área Académica Sociedad, Cultura y Salud. Sus temas de interés han sido las representaciones sociales de la pobreza, del género, la sustentabilidad y el ambiente. Desde 1997 ha sido profesor responsable del curso Pobreza y Desarrollo Sustentable de la maestría de Ecosur.

Tovar Zamora, Plowes Citlali

Institución: Enlace legislación, ambiente y sociedad, Enlace.

Correo electrónico: citlalitovarzp@prodigy.net.mx
 Áreas de Interés: Legislación ambiental.
 Trayectoria profesional: Licenciada en Derecho con Maestría en Política y Gestión Pública por la Universidad Iberoamericana León. Especialista en derecho ambiental, trabaja temas de acceso a recursos naturales, desarrollo forestal sustentable, pago por servicios ambientales.

Tovilla Hernández, Cristian

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-Unidad Tapachula).

Correo electrónico: ctovilla@ecosur.mx; cristian.tovilla@uca.es

Áreas de Interés: Aprovechamiento y manejo de recursos acuáticos y pesquerías artesanales.

Trayectoria profesional: Egresado Universidad Autónoma Metropolitana, maestría y doctorado por la Facultad de Ciencias, UNAM. Imparte en postgrado de Ecosur las materias: Ecología General y Vegetación Costera, dirige el Laboratorio de Ecología de Manglares y Zona Costera, donde realiza estudios sobre ecología, conservación, manejo y restauración de humedales costeros, con énfasis en manglares. Ha presentado siete ponencias en congresos internacionales y dirigido 19 tesis de licenciatura y tres de maestría. Participa en la Red Iberoamericana de Manejo Costero Integrado.

Valencia, Emmanuel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: evalenci@ecosur.mx

Áreas de Interés: Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Trayectoria profesional: Técnico en Sistemas de Información Geográfica, brindando apoyo en diferentes proyectos de investigación y elaboración de sistemas de información geográfica relacionados con el manejo sustentable de los recursos naturales del sureste de México.

Valero Padilla, Jessica

Institución: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Correo electrónico: jvalero@conabio.gob.mx

Áreas de Interés: Manejo de recursos naturales,

desarrollo rural y sistemas de información geográfica (SIG).

Trayectoria profesional: Bióloga egresada de la Fac. de Ciencias Biológicas, UANL. Grado de Maestría en recursos naturales y desarrollo rural con orientación en gestión de ecosistemas y territorios, Ecosur.

Experiencia laboral: SIG, manejo de recursos naturales y desarrollo rural participando en los proyectos "Ordenamiento ecológico territorial de la Cuenca de Burgos", LabSIG-ITESM; "SIG de las UMA del noreste de México", Angadi; "Evaluación de sustentabilidad socioeconómica y ambiental de los cultivos más viables para la producción de biocombustibles en México", UACH; "Evaluación de la contribución de las UMA al aprovechamiento sustentable y la conservación de la vida silvestre de la región noreste del país", LabSIG-ITESM/Semarnat/CONABIO y actualmente, como analista de Enlace y Estudios de Biodiversidad, CONABIO.

Vandame, Rémy

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: remy@ecosur.mx

Áreas de Interés: Ecología y economía social.

Trayectoria profesional: Doctor en ecología, Universidad de Lyon y el Colegio de Postgraduados, México. Desde 2000 es responsable de la Línea de Investigación "Abejas de Chiapas" en Ecosur; integrada por 18 personas (investigadores, técnicos y estudiantes) trabajando en temas desde la ecología evolutiva hasta elaboración de estrategias de desarrollo para productores de la región. Ha publicado 21 artículos o capítulos arbitrados. Ha dirigido cuatro tesis de doctorado, 15 de maestría, 13 de licenciatura.

Vásquez Sánchez, Miguel Ángel

Institución: El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur-San Cristóbal de Las Casas).

Correo electrónico: mvazquez@ecosur.mx

Áreas de Interés: Conservación de recursos naturales y Ordenamiento ecológico.

Trayectoria profesional: Médico Cirujano por la UNAM. Maestría en Recursos Naturales. Candidato a Dr. Facultad de Ciencias-UNAM. Estudia aspectos relacionados con estrategias de conservación de naturaleza y manejo de áreas naturales

protegidas, ordenamiento ecológico y territorial, planeación urbana. Docente de Maestría, desde 1985 hasta la fecha. Tutor y asesor de estudiantes de licenciatura y maestría. Libros y artículos publicados sobre estas temáticas. Material de Divulgación. Conferencias y talleres. Miembro del Comité de Áreas Naturales Protegidas de UICN.

Velázquez Velázquez, Ernesto

Institución: Escuela de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas-UNICACH.

Correo electrónico: er_velazquez@yahoo.com

Áreas de Interés: Taxonomía, ecología y conservación de peces.

Trayectoria profesional: Biólogo por UNICACH; Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (Ecosur) y Dr. en Ciencias Marinas, Cinvestav. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores (SEI:); Profesor Investigador de la Escuela de Biología de la UNICACH, imparte cátedras de Biología Pesquera y Zoología de vertebrados. Coordinador del Museo de Zoología y curador de la colección Ictiológica. Ha dirigido 13 tesis de licenciatura, coordinado varios proyectos de investigación y publicado 13 trabajos científicos.

Vera Toledo, Pedro

Institución: Escuela de Ingeniería Ambiental, (UNICACH).

Correo electrónico: caachis1@hotmail.com

Áreas de Interés: Ingeniería Ambiental, residuos sólidos, impacto ambiental, aguas residuales.

Trayectoria profesional: Ingeniero Químico y Especialista en Ingeniería Ambiental, Tecnológico de Tuxtla. Cursa Maestría en Ingeniería del Medio Ambiente. Profesor de medio tiempo, imparte cursos en Ingeniería ambiental: Introducción a Ingeniería ambiental, Evaluación del impacto ambiental, Química ambiental y tratamiento de residuos. Ha participado y dirigido proyectos de investigación en materia de residuos sólidos y agua residual. Consultor en diversos proyectos y estudios ambientales. Miembro activo de la red nacional de promotores ambientales Giresol.

Vidal López, Roberto

Institución: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (Semahn).

Correo electrónico: robevidal@hotmail.com

Áreas de Interés: Taxonomía, diversidad y conservación de los mamíferos silvestres de Chiapas.

Trayectoria profesional: Biólogo egresado de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Fue técnico de la Colección Mastozoológica del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, donde colaboró en numerosos proyectos de investigación. Actualmente labora en la Dirección de Paleontología de la Semahn.

Vidal Rodríguez, Rosa María

Institución: Pronatura A.C.

Correo electrónico: rosavidal@pronatura-sur.org

Áreas de Interés: Conservación de aves.

Trayectoria profesional: Fundadora y Directora de Pronatura Chiapas A.C., ha promovido y participado en la formación de diversas organizaciones y redes, como el Consejo Civil para la Cafecultura Sustentable, el Fondo de Conservación el Triunfo, y el Centro de Formación para la Sustentabilidad Moxviquil. Miembro del Comité NABCI-México, Directora del Programa Nacional de Aves de Pronatura y Birdlife. Ha coordinado diversos proyectos en campos relacionados a los temas forestales, conservación, género y población, planeación de la conservación, educación y comunicación ambiental. Recibió el premio internacional del National Wildlife Federation en 2002 por sus contribuciones a la vinculación de temas de población y ambiente. Cuenta con publicaciones en revistas científicas y de divulgación.

Villafuerte Solís, Daniel

Institución: Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica (CESMECA-UNICACH).

Correo electrónico: gasoda_2000@yahoo.com.mx

Áreas de Interés: Desarrollo, desarrollo rural, migraciones internacionales, frontera y seguridad.

Trayectoria profesional: Doctor en ciencias sociales por la Universidad Autónoma Metropolitana. Actualmente se desempeña como profesor-investigador titular del Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Es investigador nacional, nivel II, del Sistema Nacional de Investigadores-Conacyt e investigador emérito por el Consejo de Ciencias y Tecnología del estado de Chiapas. Ha publicado diversos libros, artículos en revistas regionales, nacionales e

internacionales sobre temas relacionados con el desarrollo. En los últimos años se ha dedicado a la investigación en temas vinculados a las nuevas integraciones y procesos de globalización vistos desde la periferia, en particular se ha interesado al estudio de las integraciones entre México y Centroamérica, así como de los proyectos macro regionales como el Proyecto Mesoamérica. Recientemente, ha conformado un grupo de trabajo multidisciplinario para estudiar las migraciones internacionales en la Frontera Sur de México. Imparte docencia en la maestría y doctorado del Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica de la UNICACH.

Villalobos Sánchez, Gontrán

Institución: Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C., Idesmac.

Correo electrónico: gvillalobos@idesmac.org.mx
Áreas de Interés: Ordenamiento y desarrollo territorial, SIG, y manejo integral de riesgos.

Trayectoria profesional: Egresado del Colegio de Geografía de la UNAM, finaliza la maestría en Desarrollo Rural Regional en la Universidad Autónoma Chapingo. Cuenta con amplia experiencia en procesos de ordenamiento ecológico del territorio a niveles regional, municipal, cuenca y comunitarios, manejo integral de riesgos, manejo sustentable de recursos naturales y sistemas de información geográfica en el sureste mexicano. Coordinador del Área de Planeación Participativa del Territorio en el Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A.C. (Idesmac).

Villar Sánchez, Bernardo

Institución: Campo experimental centro de Chiapas, (INIFAP).

Correo electrónico: villar.bernardo@inifap.gob.mx
Áreas de Interés: Conservación de suelo y agua, recursos fitogenéticos en frijol.

Trayectoria profesional: Ing. Agrónomo en Agricultura Tropical (1972-1977). Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco. Maestro en Ciencias en Suelos (1986-1987). Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Doctor en Suelos (1993-1996). Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Investigador en las líneas de conservación de suelo y agua, recursos fitogenéticos en frijol.

Vovides Papalouka, Andrew Peter

Institución: Instituto de Ecología A. C. (INECOL).
Correo electrónico: andrew.vovides@inecol.edu.mx
Áreas de Interés: Botánica.

Trayectoria profesional: Realizó sus estudios de doctorado en la Universidad de Gales, Cardiff, Gran Bretaña. Es Investigador Titular C y Curador de las colecciones vivas del Jardín Botánico Fco. J. Clavijero, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver., e Investigador Nacional Nivel II. En el 2003 ganó el Premio Estatal (Gobierno del estado Veracruz) de Medio Ambiente en la categoría Académico. Su desarrollo académico se ha centrado en la sistemática vegetal (cicadáceas), ecología, conservación en jardines botánicos.

Zuart Macías, Jorge Luis

Institución: Facultad de Ciencias Agronómicas, (UNACH).

Correo electrónico: rector@upchiapas.edu.mx
Áreas de Interés: Agronomía, recursos fitogenéticos.

Trayectoria profesional: Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Maestría en Fitopatología en el Colegio de Postgraduados. Especialista en Recursos Fitogenéticos y Doctor en Ciencias por la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor de la Universidad Autónoma de Chiapas y miembro del Cuerpo Académico Recursos Fitogenéticos Tropicales. Tiene diversas publicaciones, ha presentado ponencias en foros nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura. Actualmente es Rector de la Universidad Politécnica de Chiapas.

Zúñiga Morales, José

Institución: Reserva de la Biosfera Montes Azules, (Conanp).

Correo electrónico: jzuniga.morales@gmail.com
Áreas de Interés: Áreas protegidas, conocimiento ecológico tradicional y desarrollo sostenible.

Trayectoria profesional: Director de las Reservas de la Biosfera más importantes de México, Montes Azules, Lacantún, Chankin, Bonampak y Yaxchilán; desde el año 2009 se desempeña como director de la Reserva de la Biosfera de Calakmul; he representado a México como delegado en la sesión del Consejo Internacional de Coordina-

ción del programa del Hombre y la Biosfera (MAB, por sus siglas en inglés) de la unesco en el año 2008 donde se declaró el plan de Madrid y recientemente en el año 2011, en Dresden, Alemania, en la conferencia del 40 aniversario del programa MAB y la 23 reunión del CIC de MAB.



Versión gratuita. Prohibida su venta.

Version original de venta.



Version gratuita disponible su venta.



Versión gratuita. Prohibida su venta.

**La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado
Volumen II**



Se terminó de imprimir en febrero de 2013
en Editorial Impresora Apolo, S. A. de C. V.
Centeno 150, interior 6 Col. Granjas Esmeralda 09810, México D.F.
Se imprimieron 2000 ejemplares.